

# Electrodos de pH/ORP



| ÍNDICE  | Página |
|---|--------|
| Guía para la selección                          | E3     |
| Introducción                                    | E5     |
| Electrodos de laboratorio                       | E17    |
| Electrodos para la industria <b>alimentaria</b> | E28    |
| Electrodos para aplicaciones especiales         | E33    |
| Electrodos con semi-cámara                      | E38    |
| Electrodos de repuesto                          | E43    |
| Cables para electrodos                          | E48    |

## **El vidrio de Venecia**

Los antiguos egipcios, sumerios y romanos ya conocían la elaboración del vidrio. Durante el Medioevo, dichos conocimientos se fueron perdiendo y sólo durante el Renacimiento, a mediados del 1200, resucitaron con fuerza en Venecia. En 1287, debido a los numerosos incendios causados por los hornos de fusión del vidrio, la República de Venecia decidió transferir todas las elaboraciones y fusiones de dicho material a las islas cercanas de Murano (fábricas de abalorios). A mediados del 1400, los maestros del vidrio agregaron el óxido de potasio en las fórmulas originales e inventaron el vidrio "cristal". Por más de tres siglos la República de Venecia trató de proteger su peculiar experiencia y tecnología y en 1547 a través de un edicto, proclamó que el vidrio rosado de Venecia y Murano pertenecía sólo a Venecia, estableciendo que si un maestro vidriero difundía sus conocimientos en otro país, se le imponía su regreso a Venecia mediante un mensaje. En caso de desobediencia, los parientes eran encarcelados. Si a pesar de todo, el maestro persistía con dicha acción, era condenado a muerte en calidad de contumaz. En 1612, Antonio Neri, un sacerdote y alquimista florentino, publicó un pequeño libro que produjo una enorme resultado: el arte vítreo. Por primera vez, la exacta proporción entre los diferentes componentes, sodio, calcio y sílice, fue hecha pública. Posteriormente, los secretos de la fabricación del vidrio fueron dados a conocer a todo el mundo y Venecia no pudo proteger por más tiempo tal información.

En 1981, HANNA instrument desarrolló su tecnología con la ayuda del Instituto Experimental del vidrio de Murano. Desde esa fecha, nuestra empresa defiende sus secretos, no con edictos, sino con acciones y tecnología. Ofrecemos a 31 países, en los que estamos presentes en modo directo, lo mejor de la tecnología del vidrio y la más grande gama de electrodos de pH que ninguno ha sido capaz de imitar. Nuestra determinación nos permite tener en consideración tres puntos esenciales de la globalización: la capacidad de ofrecer soluciones para el mercado americano, la de mantener nuestra identidad europea y la de interpretar las exigencias de los países en vías de desarrollo que poseen recursos económicos limitados.

Los productos HANNA instrument están desarrollados para ofrecer la solución adecuada a cada realidad presente en el mercado global, sin caer en el lujo o en el superfluo sino por el contrario, permaneciendo rigurosamente en el campo científico.

## **Elaboración del vidrio en un horno de Murano**



## **Murano**



## **Elaboración del vidrio en la producción de los sensores**

HANNA instrument



## Electrodos pH

| Aplicación   | Electrodos recomendados            | Características  | Página       |
|--|------------------------------------|--|--------------|
| Ácidos fuertes   | HI 1043B/D/P, HI 1040S             | doble unión de cerámica, rellenable                      | E17          |
|  | HI 1135B                           | doble unión de cerámica, electrolito KCl 3,5M            | E18          |
| Acuarios   | HI 1332B/D/P, HI 1312S             | doble unión de cerámica, rellenable                      | E27          |
| Acueductos, piscinas   | HI 1297D                           | unión de fibra, electrolito gel                          | E34          |
| Agua de pureza elevada   | HI 1053B/D/P, HI 1050S             | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E17          |
| Aguas minerales  | HI 1153B/D                         | unión de cerámica con 3 tabiques, electrolito KCl 3,5M   | E31          |
| Análisis en probetas y matraces  | HI 1331B/D, HI 1311S               | unión de cerámica, rellenable                            | E20          |
| Aplicaciones en tubos NMR o viales                                     | HI 1093B                           | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E18          |
| Barnices   | HI 1053B/D/P, HI 1050S             | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E17          |
| Bio-tecnologías < 100 µl   | HI 1083B/D/P                       | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E17          |
| Carne  | FC 200B/D/S                        | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E28          |
|  | FC 230B/D                          | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E29          |
|  | HI 2031B/D, HI 2020S               | unión de cerámica, rellenable                            | E21          |
|  | FC 400B/D                          | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E31          |
|  | FC 201D, HI 231D, FC 232D          | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
| Cerveza  | HI 1131B/D/P, HI 1111S             | unión de cerámica, electrolito rellenable                | E18          |
| Control de calidad   | HI 1332B/D/P, HI 1312S             | doble unión de cerámica, rellenable                      | E27          |
|  | FC 100B                            | doble unión de cerámica, rellenable                      | E28          |
| Controles medio-ambientales  | HI 1217D/S                         | unión de cerámica, electrolito de gel                    | E25 y SEC. U |
| Cremas   | FC 212D                            | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
| Cuero y piel   | HI 1413B                           | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E34          |
|  | HI 1413B/50, HI 1413S/50           | unión abierta, electrolito gel                           | E34          |
| Cutis  | HI 1413B, HI 1413B/50, HI 1413S/50 | unión abierta, electrolito de gel                        | E34          |
| Descargas industriales   | HI 1296D                           | unión de fibra, electrolito de gel                       | E33          |
|  | HI 1297D                           | unión de fibra, electrolito de gel                       | E34          |
| Electrodos para usos generales en soluciones con valor en torno a pH 7 | HI 1217-6D                         | unión simple de cerámica, electrolito de gel             | E37          |
|  | HI 1285-6                          | unión de fibra, electrolito de gel                       | E37          |
| Embutidos  | FC 200B/D/S                        | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E28          |
|  | FC 202D                            | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
|  | FC 230B/D                          | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E29          |
|  | HI 2031B/D, HI 2020S               | unión de cerámica, rellenable                            | E21          |
| Emulsiones   | HI 1053B/D/P, HI 1050S             | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E17          |
|  | HI 1612D                           | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E26          |
| Fluoruros  | FC 301B + HI 5313                  | FC 301B medida, HI 5313B referencia                      | E30 y E40    |
| Fruta  | FC 200B/D/S                        | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E28          |
|  | FC 202D                            | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
|  | FC 220B/D                          | unión de cerámica con 3 tabiques, electrolito rellenable | E29          |
|  | FC 230B/D                          | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E29          |
| Humedad elevada  | FC 911B/D                          | doble unión de cerámica, rellenable                      | E33          |
| Industria galvánica  | HI 62911D                          | unión de Teflón®, electrolito de polímero                | E36          |
| Instalaciones de refrigeración   | HI 72911D                          | unión de Teflón®, electrolito de polímero                | E36          |
| Laboratorio (usos generales)   | HI 1131B/D/P, HI 1111S             | unión de cerámica, electrolito rellenable                | E18          |
|  | HI 1230B/D/P, HI 1210S             | doble unión de cerámica, electrolito de gel              | E19          |
|  | HI 2110B                           | semi-cámara de pH  | E38          |
|  | HI 5311                            | doble unión de cerámica, rellenable                      | E40          |
|  | HI 5412                            | unión de cerámica, rellenable                            | E41          |
|  | HI 3131B/D/P, HI 3111S             | unión de cerámica, rellenable                            | E21          |
|  | HI 1217D, HI 1611D                 | unión de cerámica, electrolito de gel                    | E25          |
|  | HI 1610D                           | unión de cerámica, rellenable                            | E25          |
|  | HI 1615D                           | unión de cerámica, rellenable                            | E22          |
|  | HI 1616D                           | unión de cerámica, electrolito de gel                    | E22          |
| Leche y yogur  | FC 210B/D                          | doble unión abierta, electrolito de viscoleno            | E28          |
|  | FC 201D                            | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
|  | FC 212D                            | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E32          |
| Limonadas  | FC 100B/D                          | doble unión de cerámica, rellenable                      | E28          |
| Medidas de pH en presencia de fluoruros                                | HI 1143B/D                         | unión simple de cerámica, electrolito KCl 3,5M           | E19          |
| Medidas en superficies   | HI 1413B, HI 1413B/50, HI 1413S/50 | unión abierta, electrolito de viscoleno                  | E34          |
| Muestras de terreno  | HI 1230B/D, HI 1210S               | doble unión de cerámica, electrolito de gel              | E19          |
|  | HI 1617D                           | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E22          |
|  | HI 1292D                           | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable             | E33          |

## Electrodos pH

| Aplicación   | Electrodos recomendados  | Características                                  | Página    |
|--|--------------------------|--|-----------|
| Pan  | HI 2031B/D, HI 2020S     | unión de cerámica, rellenable                    | E21       |
|  | FC 200B/D/S              | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E28       |
| Papel  | HI 1413B                 | unión abierta, electrolito viscoleno             | E34       |
|  | HI 1414D                 | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E35       |
|  | HI 1413B/50, HI 1413S/50 | unión abierta, electrolito de gel                | E34       |
|  | HI 1414D/50              | unión abierta, electrolito de gel                | E35       |
| Productos alimenticios<br>(usos generales)         | FC 100B/D                | doble unión de cerámica, rellenable              | E28       |
|  | FC 911B/D                | doble unión de cerámica, rellenable              | E33       |
| Productos viscosos                                 | FC 911B/D                | doble unión de cerámica, rellenable              | E33       |
|  | FC 250B                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E30       |
|  | FC 300B/D                | unión de cerámica, rellenable                    | E30       |
|  | FC 201D                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E32       |
|  | FC 100B/D                | doble unión de cerámica, rellenable              | E28       |
|  | FC 203D                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E32       |
|  | FC 211D                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E26       |
| Productos químicos fotográficos                    | HI 1230B/D, HI 1210S     | doble unión de cerámica, electrolito de gel      | E19       |
|  | HI 1618D                 | unión de fibra, electrolito de gel               | E23       |
| Productos semi-sólidos                             | HI 2031B/D, HI 2020S     | unión de cerámica, rellenable                    | E21       |
| Quesos   | FC 200B/D/S              | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E28       |
|  | FC 202D                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E32       |
|  | FC 240B                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E29       |
|  | FC 250B                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E30       |
| Soluciones proteicas                               | FC 210B/D/U              | doble unión abierta, electrolito de viscoleno    | E28       |
| Solventes  | HI 1043B/D/P, HI 1040S   | doble unión de cerámica, rellenable              | E17       |
| Tampones tris                                      | HI 1144B/D               | unión de cerámica, electrolito KCl 3,5M          | E19       |
|  | HI 1343B/D               | unión simple de cerámica, electrolito KCl 3,5M   | E20       |
|  | HI 5412                  | unión simple de cerámica, electrolito KCl 3,5M   | E41       |
|  | HI 5413                  | unión de Teflón® con manga, electrolito KCl 3,5M | E41       |
|  | HI 5414                  | unión doble de cerámica, electrolito KCl 3,5M    | E42       |
| Terrenos   | HI 1292D                 | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable     | E33       |
| Titrición a<br>temperatura constante               | HI 5412 + HI 2110B       | HI 5412 medida, HI 2110B referencia              | E41 y E38 |
|  | HI 1131B/D/P             | HI 1131 medida, HI 2110B referencia              | E18       |
| Titrición cloro                                    | HI 3118B                 | electrodo para titrición                         | E21       |
| Titrición con amplios<br>intervalos de temperatura | HI 5311 + HI 2110B       | HI 5311 medida, HI 2110B referencia              | E40 y E38 |
|  | HI 1131B/D/P             | HI 1131 medida, HI 2110B referencia              | E18       |
| Viales y probetas                                  | HI 1330B/D/P, HI 1310S   | unión de cerámica, rellenable                    | E20       |
| Vinificación                                       | FC 220B/D                | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable     | E29       |
| Vino, mostos                                       | HI 1048B/D/P             | unión abierta CPS™, rellenable                   | E31       |
| Viveros y horticultura                             | HI 1053B/D/P, HI 1050S   | unión de cerámica con 3 tabiques, rellenable     | E17       |
|  | FC 200 B/D/S             | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E28       |
|  | FC 202D                  | unión abierta, electrolito de viscoleno          | E32       |
| Zumos de fruta, sustancias orgánicas               | FC 210B/D                | doble unión abierta, electrolito de viscoleno    | E28       |

## Electrodos ORP

| Código               | Especificaciones                               | Página |
|----------------------|--|--------|
| HI 3230B/D, HI 3210S | platino, unión de cerámica, electrolito gel    | E27    |
| HI 3618D             | platino, unión de cerámica, rellenable         | E24    |
| HI 3619D             | platino, unión de cerámica, rellenable         | E24    |
| HI 3620D             | platino, unión de cerámica, electrolito de gel | E24    |
| HI 4430B/D, HI 4410S | oro, unión de cerámica, electrolito de gel     | E27    |
| HI 4619D             | oro, unión de cerámica, electrolito de gel     | E24    |



**Sensor esférico**



**Sensor cónico**



**Sensor plano**



## **Electrodos combinados y especiales para medidas de pH y ORP**

### **Una amplia gama**

En los últimos años, la tecnología ha realizado considerables progresos en este campo, alcanzando niveles de precisión notables. Hoy en día, el electrodo es un sensor seguro, compacto y al mismo tiempo **fácil** de usar. Gracias a su constitución y a su fácil de limpieza, el cuerpo de vidrio es la solución ideal para las medidas del pH. Sin embargo, el único problema de este material es su fragilidad, lo que ha empujado a los productores a crear electrodos con un revestimiento más resistente, introduciendo, el electrodo de vidrio en un cilindro de plástico. En este modo se ha evitado el problema de la fragilidad pero se ha sacrificado el rendimiento: los electrodos de plástico son infranqueables pero al mismo tiempo no resisten a las altas temperaturas y son difíciles de limpiar.



Actualmente, HANNA instruments es el mayor productor europeo de electrodos, ofreciendo desde hace muchos años productos tecnológicamente innovadores a sus clientes. Sólo para recordar algunos ejemplos: en 1984 se introdujo el primer electrodo con sensor de temperatura incorporado y en 1988 el primer electrodo amplificado Amphel®.

Desde entonces, HANNA instruments, gracias a sus muchos años de experiencia, ha desarrollado una vasta gama de electrodos para satisfacer todas las exigencias en el campo de la medición.

En el presente catálogo se introducen las más recientes novedades en el panorama de los electrodos HANNA instruments

### **Conductividad del agua y medida del pH**

La medida del pH requiere un valor de conductividad del líquido a analizar, variante de electrodo a electrodo, que no puede ser inferior a 200  $\mu S$ . El agua desmineralizada carece de la fuerza iónica necesaria para la correcta medida del pH. Cuando se trabaja por debajo de 200  $\mu S$ , recomendamos usar sólo electrodos específicos para baja conductividad, como por ejemplo HI 1153B.

## La medida del pH

La medida del pH se realiza generalmente con electrodos que usan un vidrio sensible al pH. En los últimos años, como consecuencia de la decisión del FDA de evitar el uso del vidrio en los procesos **alimentarios**, algunas sociedades han propuesto el uso de la tecnología ISFET. La tecnología ISFET, a causa de la inestabilidad y de la continua tendencia de la fuerza motriz (F.E.M.) erogada, ha encontrado aplicaciones esporádicas, por lo que pocas empresas han decidido insistir con la oferta. Los electrodos de pH son producidos con 4 tipos de vidrio:

- 1 **Usos generales**, con un amplio rango de temperatura y pH.
  - 2 **Impedancia baja**, para usos en temperaturas inferiores a 10 °C. Tales electrodos no son **adecuados** para medidas de pH mayores a 10 y temperaturas superiores a 60°C.
  - 3 **Impedancia alta**, para usos en altas temperaturas y en valores de pH mayores a 12
  - 4 **Resistentes al flúor**, no son **adecuados** para medidas de pH superiores a 10.
- Los electrodos de vidrio pueden tener diferentes configuraciones, membrana esférica, superficie cónica o plana. Están a disposición micro-electrodos para el análisis de muestras pequeñas.

### Elaboración del vidrio sensible

HANNA instrument usa la tecnología del soplado, típica de los maestros de Murano, con baquetas de vidrio sensible fundido en lotes controlados. Sólo esta técnica, que expone el vidrio sensible a la temperatura de fusión por pocos segundos, garantiza la constancia y la calidad de la semi-cámara de pH.

Otros productores usan la técnica de la fusión continua de crisol con hornos a inducción. En este caso el vidrio sensible se expone por horas a la temperatura de fusión y esto hace que sea más difícil mantener la calidad del producto a causa de la evaporación de algunos de sus componentes.

### El cuerpo del electrodo

Hasta los años 70, era común ofrecer a la clientela las dos semi-cámaras por separado, es decir, electrodo de vidrio y electrodo de referencia. Hoy en día es muy común ofrecer las dos cámaras juntas en un único cuerpo: electrodo combinado. El electrodo de referencia se usa todavía en modo individual a fin de ser combinado con electrodos de iones específicos (ISE), que a menudo no pueden ser desarrollados en modo combinado.

La parte de vidrio sensible va soldada con un tubo común de vidrio, insensible al pH. El electrodo pH, solo o combinado, puede ser producido con un cuerpo de vidrio ideal para su uso en laboratorio; o por el contrario, puede ser protegido por un cuerpo de material plástico compatible con los ambientes químicos. HANNA instrument usa materiales como la resina Ultem®, el Kynar® (PVDF), PVC y otros materiales. Para aumentar la inmunidad contra disturbos electrostáticos o campos magnéticos, el electrodo puede tener un cuerpo de acero inoxidable o de titanio. En este caso, el tubo metálico funciona como "Matching Pin".

A continuación los modelos ofrecidos:

| Forma de la punta | Diámetro   |
|-------------------|------------|
| Esférica          | 3.0 mm     |
| Esférica          | 5.0 mm     |
| Esférica          | 7.5 mm     |
| Esférica          | 8 mm       |
| Esférica          | 9.5 mm     |
| Cónica            | 6 x 8 mm   |
| Cónica            | 12 x 12 mm |
| Plana             | 10 mm      |





## La limpieza de la semi-cámara de vidrio

HANNA instruments ha dedicado mucho tiempo y energías para la realización de sistemas de medida eficientes. Para la ejecución de la medida del pH son necesarios:

- un instrumento de medida, llamado medidor de pH,
- un sensor de medida, llamado electrodo pH,
- un termómetro o una sonda de temperatura, en el caso que el medidor de pH sea también capaz de obtener la medida de la temperatura,
- dos soluciones de calibración del pH (llamadas soluciones tampón), de las cuales una con valor pH 7 y una con valor ácido (pH 4) o alcalino (pH 10),
- un agitador magnético, para evitar la estratificación del líquido a analizar.

Todos los elementos mencionados anteriormente, pueden estar suministrados por 5 productores diferentes:

- productores de medidores de pH;
- productores de electrodos de pH;
- productores de termómetros;
- productores de soluciones tampón;
- productores de agitadores magnéticos;

o por el contrario, pueden estar suministrados por un único productor.

La mayor parte de los competidores de HANNA instruments son productores de instrumentos. Estos productores adquieren los electrodos pH de terceros especializados mientras que las soluciones tampón, de fabricantes de productos químicos. Así que, ¿no es una maravilla que nuestra empresa, que produce los 5 componentes necesarios para la medida, sea la primera en crear productos innovadores y útiles para el usuario?. Por esta razón, HANNA instruments es la primera que afronta el problema de la limpieza de los electrodos.

Los electrodos de pH, como ya explicado, están compuestos por dos semi-cámaras: una sensible a la muestra que se examina y una de referencia. La semi-cámara sensible a la muestra es una esfera de vidrio sensible a los iones de hidrógeno, dentro la cual, se encuentra un electrolito de referencia con valor pH igual o parecido a 7. Por el contrario, la parte externa de la esfera está en contacto con el líquido a medir. La diferencia de concentración de hidrógeno (pH) entre las dos superficies de la esfera, genera una diferencia de potencial eléctrico igual a 58.17 mV por cada unidad de pH (a 20°C). Dicho valor es teórico y depende de la composición de la mezcla de vidrio usada para el desarrollo del sensor pH.

Cada productor usa una composición diferente pero siempre cercana a la composición teórica formada por: 21.6% de  $\text{Na}_2\text{O}$ , 6.4% de  $\text{CaO}$ , 72% de  $\text{SiO}_2$ .

### La suciedad de la esfera

La superficie de la esfera que no está completamente limpia (por ejemplo, sucia en un 10%), aísla el contacto entre la solución interna pH 7.00 y la solución externa, por ejemplo pH 4.

Supongamos que la suciedad esté causada por grasa con un valor de pH 7.

La fuerza electromotriz (f.e.m.) disponible estará formada por:

90% de la esfera pH 7 interno - pH 4 externo =  $0.9 \times 3 \times 58.17 = 157.059$  mV (porción de esfera limpia)

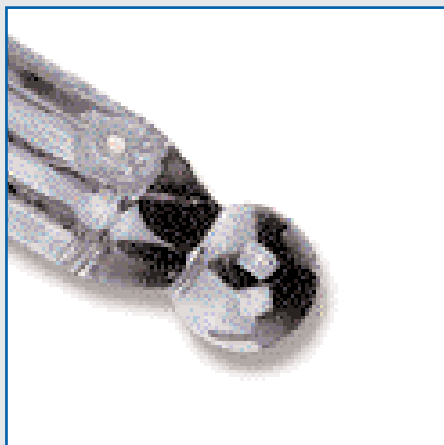
10% de la esfera pH 7 interno - pH 7 externo =  $0.1 \times 0 \times 58.17 = 0$  mV (porción de esfera sucia)

Por lo tanto, la f.e.m. disponible será 157.059 mV.

En el caso de un electrodo limpio, la f.e.m. debería ser:

100% de la esfera pH 7 interno - pH 4 externo =  $1 \times 3 \times 58.17 = 174.51$  mV

Por lo tanto, un electrodo sucio suministra menos f.e.m. que uno limpio.



### Calibración del instrumento

El medidor de pH se calibra según las características del electrodo. Primero, se sumerge el electrodo en la solución pH 4 y se calibra el punto cero del instrumento.

Después de la calibración, el instrumento puede operar con precisión por algunas horas o algunas semanas dependiendo de las características del líquido que se debe analizar.

Si el electrodo está limpio, la curva fijada en la memoria del instrumento será de 174.5 mV (ver ejemplo indicado con anterioridad), que dividido entre las 3 unidades de diferencia, dará como resultado 58.1 mV por cada unidad de pH. Si el electrodo está sucio, la curva será de  $157.1 / 3 = 52.4$  mV por cada unidad de pH. Ahora, imaginen cómo se comportará un instrumento calibrado a 52.3 mV de curva en lugar de 58.1 mV. Si la suciedad permanece en la posición original, el instrumento medirá correctamente. Si por el contrario, la suciedad se deshace mientras la esfera está en contacto con la solución a medir, el electrodo medirá nuevamente con una curva de 58.1 mV, mientras que el instrumento que estuvo calibrado con anterioridad para responder a 52.3 mV visualizará indicaciones erróneas.

En ese caso, cada lectura implica un error sistemático de 11.11%.

### ¿Cuántas posibilidades tenemos que un electrodo esté sucio?

El uso de lentes es una costumbre arraigada. Manchas en las lentes causan errores en la visión. Análogamente, en el mundo de las mediciones, hasta las más pequeñas manchas representan un error de porcentaje en la medida del pH.

HANNA instruments está introduciendo en el mercado instrumentos capaces de evidenciar errores en la calibración causados por manchas (suciedad), vea HI 9026, HI 221, HI 222, HI 223, HI 120, HI 121, HI 122, HI 123.

Adicionalmente, ha desarrollado una vasta gama de soluciones de limpieza de los electrodos de pH para facilitar dichas operaciones al usuario. Entre las soluciones de limpieza de electrodos presentes en la sección F, ustedes encontrarán la más adecuada para sus necesidades, para así obtener medidas seguras.

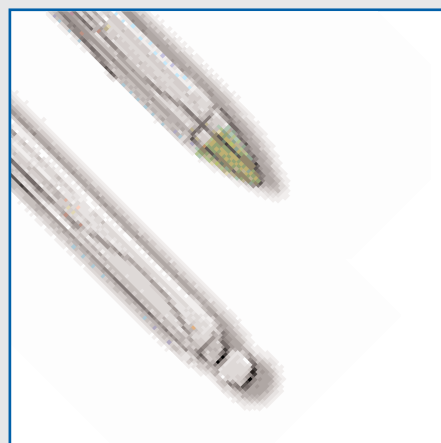
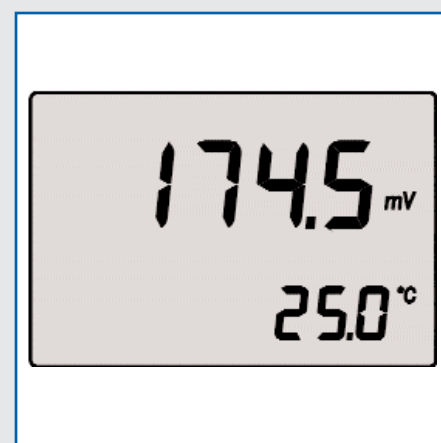
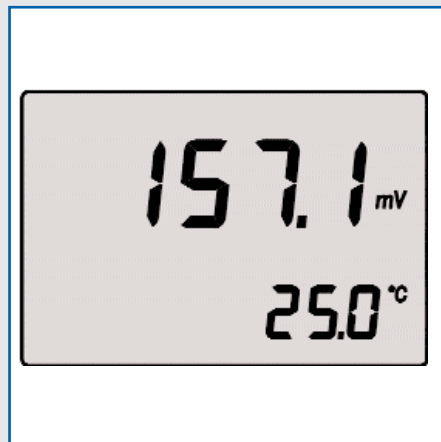
### Vidrio sensible al pH

Las características del vidrio sensible son sumamente importantes en la medida del pH, ya que determinan la idoneidad de las aplicaciones para las que está destinado. Uno de los parámetros más importantes es el valor de la impedancia del vidrio, que puede determinar las condiciones de uso óptimo de un electrodo particular. HANNA instruments utiliza para la propia producción 4 tipos diferentes de vidrio sensible, con el fin de ofrecer siempre los mejores materiales y las mejores prestaciones.

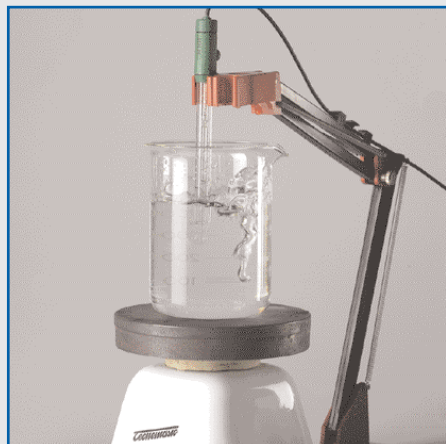
| Membrana de vidrio | Aplicaciones           |
|--------------------|------------------------|
| GP                 | Premium                |
| HT                 | Altas temperaturas     |
| LT                 | Bajas temperaturas     |
| HF                 | Muestras con fluoruros |

### Vidrio GP

El vidrio sensible "GP" representa el modelo "Premium" y ofrece las mejores respuestas en toda la escala pH; su error alcalino es mínimo. Las condiciones óptimas se obtienen con una esfera del diámetro de 9.5 mm y una impedancia del sistema igual a 100 MΩ; sin embargo, también se pueden obtener buenas lecturas con esferas de diámetro inferior. Disminuyendo el diámetro de la esfera, aumenta la impedancia del sistema; y el tiempo de respuesta pasa de los típicos 2 segundos de la esfera de 9.5 mm a los 6 segundos aproximadamente con una esfera de 3 mm.







### **Vidrio HT**

Ha sido diseñado para usos prolongados en altas temperaturas. La impedancia del vidrio sensible tiene un coeficiente de temperatura de 14.3% por grado centígrado, aproximadamente. Un electrodo con impedancia de 100 M $\Omega$  a 25°C, tendrá una impedancia de 50 M $\Omega$  a 32°C y de 200 M $\Omega$  a 18°C. Impedancias inferiores a 1 M $\Omega$  son nocivas para el sensor, que se deteriora en breve tiempo. Para aplicaciones en altas temperaturas, han sido realizados vidrios sensibles con impedancia aproximada de 400 M $\Omega$  a 25°C. Con este remedio se logra operar a 90°C por periodos prolongados y a 100°C durante algunas semanas. Obviamente dichos electrodos se deben utilizar con cautela a temperatura ambiente, donde el tiempo de respuesta aumenta de tanto.

### **Vidrio LT**

Este vidrio ha sido diseñado para su uso en bajas temperaturas. Temperaturas inferiores a -8°C comportan la destrucción mecánica del sensor. La impedancia del sistema no puede superar los 1000 M $\Omega$ , de lo contrario la lectura se hace demasiado lenta hasta por encima de los 30 segundos, adaptándose mal a las medidas industriales y de banco. Los procesos no se podrían tener bajo control con un tiempo de respuesta así de lento; por este motivo, ha sido realizada una diferente formulación del vidrio sensible, con una impedancia de 40 M $\Omega$  a 25 °C. En la temperatura de -5 °C, la impedancia no supera los 650 M $\Omega$ , asegurando un tiempo de respuesta aceptable en el campo de la regulación industrial.

### **Vidrio HF**

El vidrio sensible "HF" ha sido desarrollado para ambientes agresivos con contenido de ácido fluorhídrico. Con esta formulación, se ha logrado aumentar la vida media del electrodo en alrededor de 10 veces, pasando de 10 a al menos 100 días de trabajo (con valores pH superiores a 2 y contenido de fluoruros inferior a 2 g/L). El error alcalino de dicho vidrio sensible es elevado por lo que no se recomienda su uso en valores de pH superiores a 10.00.



### **Conectores de los electrodos pH**

Como ya mencionado anteriormente, un electrodo pH está constituido por una semi-cámara de vidrio sensible al pH y por un electrodo de referencia. De cada electrodo sale un cable de conexión. Por lo tanto, un electrodo pH necesita dos conductores.

La necesidad de transportar, y no dispersar, una señal con una impedancia elevada, (desde M $\Omega$  hasta 800 M $\Omega$ ) en modo de poder garantizar la precisión de la medida (de 0.001 pH), implica que el cable de conexión entre el electrodo y el instrumento, deba asegurar una impedancia igual a 14000 veces la del electrodo (es decir, 800 M $\Omega$  x 14000 = 11.2 x 10<sup>12</sup> $\Omega$ ). Para garantizar dichas características, sirven cables especiales y sólo pocos productores en el mundo son capaces de suministrarlos.

Cada aislamiento inferior a 10<sup>12</sup> $\Omega$  procura un error de lectura. En el caso de dispersión, se crea una corriente que es drenada por el electrodo. Un electrodo pH no es una batería y por lo tanto no es capaz de erogar corriente.

Corrientes de dispersión mayores a 2 pA (pico Amper), dañan el electrodo y crean su polarización. Un electrodo que haya tenido que suministrar algún pico-Amper aunque sea por pocos segundos, necesita horas para recuperar su capacidad de medida.

En la extremidad del cable está conectado un conector con dos polos. La versión más común y adecuada para mantener el alto aislamiento necesario, es el conector BNC con aislamiento de Teflón®.

El uso del conector BNC se está haciendo obsoleto a causa de las grandes limitaciones impuestas por el uso de sólo dos cables.

### **Conectores BNC y DIN**



Con el ampliarse de las aplicaciones de análisis, se ha hecho necesario dotar el instrumento con la compensación automática del pH, para contrastar en este modo, las variaciones de la temperatura.

### Semi-cámara de medida sensible al pH

La f.e.m. del vidrio sensible cambia según las variaciones de temperatura:

#### f.e.m. del vidrio sensible

| Temperatura °C | f.e.m. en mV por unidades de pH |
|----------------|---------------------------------|
| 05             | 55.18                           |
| 10             | 56.18                           |
| 15             | 57.18                           |
| 20             | 58.17                           |
| 25             | 59.16                           |
| 30             | 60.15                           |
| 35             | 61.14                           |

#### Variación de la f.e.m. de la semi-cámara Ag/AgCl de referencia con los cambios de temperatura

| Temperatura °C | f.e.m. (mV) |          |
|----------------|-------------|----------|
|                | 3,5 M       | Saturado |
| 05             | 218.7       | 218.7    |
| 10             | 215.2       | 213.8    |
| 15             | 211.7       | 208.9    |
| 20             | 208.2       | 204.0    |
| 25             | 204.6       | 198.9    |
| 30             | 200.9       | 193.9    |
| 35             | 197.1       | 188.7    |

La capacidad de compensar dichas variaciones en el menor tiempo posible, comporta la introducción del sensor de temperatura en el interior del electrodo en modo de poder explotar la misma masa. Un sensor de temperatura situado en la parte exterior del electrodo, tiene sin lugar a dudas, coeficientes térmicos diferentes y suministra al instrumento valores de compensación que a menudo no son reales. El resultado será que el sistema de lectura tendrá dificultades para estabilizarse y la medida continuará a desviarse hasta que el verdadero equilibrio pueda ser alcanzado.

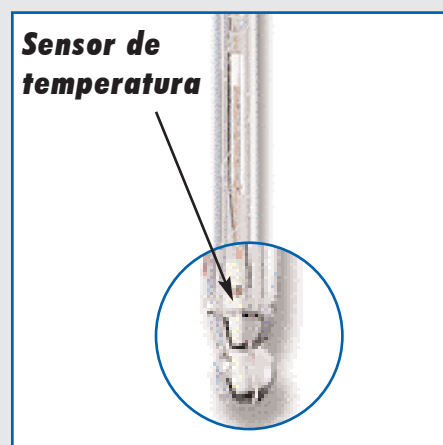
La necesidad de introducir el sensor de temperatura en el interior del electrodo comporta el uso de cables con no menos de 4 polos, (ya no sólo 2) y por lo tanto, el reemplazo del clásico BNC con otros tipos de conectores.

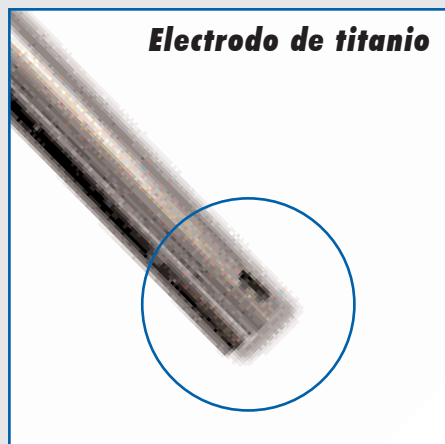
Cables **apropiados** para la medida del pH con más de dos polos no son comunes y comportan diámetros no idóneos para instrumentos de banco y/o portátiles. Estos dos problemas han empujado a HANNA instruments, desde el 1988, a desarrollar electrodos que contengan en su interior un amplificador de ingreso de la medida. Dicha selección ha permitido contener la necesidad del alto aislamiento exclusivamente en el interior del electrodo (entre el sensor y el amplificador), para así poder transportar la señal al instrumento en baja impedancia, con cables de dimensiones aceptables para las medidas de banco.

La presencia del amplificador en el interior del electrodo, comporta diferentes posibilidades de uso y otras ventajas.

En el circuito electrónico pueden ser incorporadas otras funciones; tales como, la memorización de datos de producción del electrodo (su DNA) y el reconocimiento del modelo del electrodo y su uso, a fin de inhibir la calibración en áreas donde el electrodo no funciona correctamente.

Otro uso importante, es la posibilidad de relacionar la calibración del instrumento con el electrodo.





En el caso que el usuario deba usar un electrodo para una aplicación diferente, el instrumento será capaz de reconocer el nuevo electrodo y de informar si ha sido calibrado anteriormente, dando la posibilidad de trabajar correctamente con éste último. La posibilidad de utilizar esta tecnología ha ampliado el campo de aplicación de los electrodos, pasando de su uso en medidas netamente industriales a medidas de laboratorio.

### “Matching-Pin”

La semi-cámara de referencia está en contacto directo con el líquido que se analiza.

En el caso que en la muestra estén presentes corrientes de interferencia (electrolisis) o medidas de conductividad, los campos magnéticos creados se retiran del electrodo de referencia, alterando en este modo la medida del pH.

El “Matching Pin” fija dichas corrientes/campos magnéticos y los aleja del electrodo de referencia.

HANNA instruments está introduciendo en el mercado cada vez más modelos equipados con “Matching Pin” a fin de conseguir medidas de pH seguras y precisas, por ej. HI 99131, HI 99141, familia pH 500, familia pH 502, familia HI 504, familia mV 600, serie HI 8000 y otras más.

En el presente catálogo, dichos electrodos se llaman “inteligentes” o “Amphel” y el conector de conexión es un DIN con 7 ó más polos.



### Error alcalino

A continuación señalamos como ejemplo, la indicación del error en sodio que se añade a la lectura obtenida y que es típico de algunos sensores de pH (comparación entre 4 productores y 4 modelos HANNA instruments):

#### Valores obtenidos a la temperatura de 20-25°C con 0,1 Moles de Na<sup>+</sup>

| pH   | Otros Productores                   |      |      |      | HANNA instruments                   |      |      |      |
|------|-------------------------------------|------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|
|      | Valores que se agregan en la medida |      |      |      | Valores que se agregan en la medida |      |      |      |
|      | A                                   | B    | C    | D    | GP                                  | HT   | LT   | HF   |
| 10.5 | 0.03                                |      |      |      |                                     |      |      | 0.06 |
| 11.0 | 0.05                                | 0.07 | 0.04 |      |                                     |      |      | 0.15 |
| 11.5 | 0.08                                |      | 0.06 | 0.01 |                                     |      | 0.05 | 0.22 |
| 12.0 | 0.15                                | 0.23 | 0.10 | 0.01 | 0.01                                |      | 0.18 | 0.30 |
| 12.5 | 0.25                                |      | 0.16 | 0.05 | 0.11                                | 0.05 | 0.28 |      |
| 13.0 | 0.48                                | 0.46 | 0.26 | 0.11 | 0.23                                | 0.11 | 0.35 |      |
| 13.5 |                                     |      | 0.40 | 0.16 | 0.35                                | 0.16 | 0.45 |      |
| 14.0 |                                     | 0.82 |      | 0.21 | 0.48                                | 0.20 | 0.54 |      |

#### Valores obtenidos a la temperatura de 20-25°C con 1 Mol de Na<sup>+</sup>

| pH   | Otros productores                   |   |      |      | HANNA instruments                   |      |      |      |
|------|-------------------------------------|---|------|------|-------------------------------------|------|------|------|
|      | Valores que se agregan en la medida |   |      |      | Valores que se agregan en la medida |      |      |      |
|      | A                                   | B | C    | D    | GP                                  | HT   | LT   | HF   |
| 10.0 | 0.05                                |   | 0.05 |      |                                     |      | 0.01 | 0.05 |
| 10.5 | 0.09                                |   | 0.08 |      |                                     |      | 0.14 | 0.25 |
| 11.0 | 0.15                                |   | 0.14 | 0.03 | 0.02                                |      | 0.30 | 0.48 |
| 11.5 | 0.25                                |   | 0.22 | 0.06 | 0.11                                | 0.01 | 0.46 | 0.71 |
| 12.0 | 0.48                                |   | 0.35 | 0.10 | 0.21                                | 0.06 | 0.62 |      |
| 12.5 |                                     |   | 0.50 | 0.14 | 0.32                                | 0.11 | 0.79 |      |
| 13.0 |                                     |   |      | 0.18 | 0.43                                | 0.15 |      |      |
| 13.5 |                                     |   |      | 0.23 | 0.45                                | 0.21 |      |      |
| 14.0 |                                     |   |      | 0.28 | 0.65                                | 0.27 |      |      |



## Semi-cámara/electrodos de referencia

Todas las medidas potenciométricas se realizan con dos electrodos, uno de vidrio cuyo potencial varía según la concentración de la especie que se tiene que medir, y uno de referencia, que mantiene constante su potencial. La medida del pH resulta de la diferencia de los dos valores.

### Electrodo de calomelanos

El electrodo de calomelanos está compuesto por una cavidad que contiene mercurio, cuya superficie está cubierta de cloruro de mercurio. Éste se sumerge en una solución de cloruro de potasio que entra en contacto con la muestra a medir por medio de un filtro de cerámica. La concentración del cloruro de potasio va desde el saturado hasta el 0.1 molar. El electrodo de calomelanos reacciona lentamente a las variaciones de temperatura, es decir, puede emplear horas para restablecer su equilibrio térmico. No puede ser usado en temperaturas superiores a 70°C.

A continuación presentamos el potencial de la semi-cámara, suministrado por el electrodo de calomelanos, expresado en mV.

| Temperatura<br>°C | Concentración KCl |       |       |       |          |
|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
|                   | 0,1 M             | 3,0 M | 3,5 M | 4,0 M | Saturado |
| 10                | 336.2             | 260.2 | 255.6 |       | 254.3    |
| 15                | 336.2             | 258.5 | 253.8 |       | 251.1    |
| 20                | 335.9             | 256.9 | 252.0 |       | 247.9    |
| 25                | 335.6             | 254.9 | 250.1 | 245.9 | 244.4    |
| 30                | 335.1             | 253.0 | 248.1 | 243.8 | 241.1    |
| 35                | 334.4             | 250.8 | 246.0 | 241.6 | 237.6    |
| 40                | 333.6             | 248.7 | 243.9 | 239.3 | 234.0    |

### Semi-cámara de plata/cloruro de plata

El electrodo de plata/cloruro de plata está conformado por un hilo de plata pura cubierto electrolíticamente por una capa de cloruro de plata. Éste se sumerge en una solución de cloruro de potasio que entra en contacto con la muestra a medir por medio de un filtro de cerámica. Dado que el cloruro de potasio concentrado disuelve el cloruro de plata, el ambiente se satura con éste último en modo preventivo.

La semi-cámara Ag/AgCl responde a las variaciones de temperatura en modo más rápido que el electrodo de calomelanos y puede ser usado en temperaturas mayores a 70°C por un largo período. Las ventajas que derivan de la elevada velocidad y de la amplia temperatura de trabajo, ha vuelto mucho más popular el uso de las semi-cámaras de referencia Ag/AgCl.

A continuación presentamos el potencial suministrado por la semi-cámara, expresado en mV:

| Temperatura<br>°C | Concentración KCl |          |
|-------------------|-------------------|----------|
|                   | 3.5 M             | Saturado |
| 10                | 215.2             | 213.8    |
| 15                | 211.7             | 208.9    |
| 20                | 208.2             | 204.0    |
| 25                | 204.6             | 198.9    |
| 30                | 200.9             | 193.9    |
| 35                | 197.1             | 188.7    |
| 40                | 193.3             | 183.5    |







**Tabique de  
cerámica**



**Tabique de  
gasa**



### **Unión de la semi-cámara de referencia**

La semi-cámara de referencia debe ser construida en modo de consentir el contacto entre el líquido interno de la semi-cámara y el líquido examinado, asegurando lo siguiente:

- No se puede introducir en la muestra a medir ninguna sustancia que interfiera con la solución a medir;
- La solución a medir no puede interferir (contaminar) la solución de la semi-cámara de referencia;
- La solución a medir no puede reaccionar químicamente con la solución de la semi-cámara de referencia.

La unión (parte en contacto con los dos líquidos) se realiza con materiales que no pueden interferir o ser químicamente atacados por las soluciones.

Los materiales más comunes son:

- **Filtros de cerámica con diferentes porosidades.** Muy usados en los electrodos con cuerpo de vidrio, ya que la cerámica puede ser adherida a dicho material.
- **Filtros de Teflón® poroso.** Éstos también con diferentes porosidades. A causa de sus ventajas químicas, el Teflón® es usado constantemente en aplicaciones industriales
- **Filtros con gasa micro-porosa.** Su aplicación está aumentando ya que desengajando la gasa de su posición, la unión se renueva con una superficie no contaminada.

Existen otros tipos de unión:

- **Unión abierta.** La semi-cámara de referencia se rellena con un gel particular que entra en contacto directo con la solución a medir. Su ventaja principal es la baja resistencia al contacto.
- **Unión capilar.** Se puede realizar con vidrio lijado, usando la micro-porosidad del esmerilado como parte de contacto. La ventaja principal es el hecho que el contacto puede ser fácilmente removido y limpiado, usando las respectivas soluciones de limpieza.

### **Condicionamiento y conservación de los electrodos de pH**

El electrodo de vidrio no se puede conservar seco. La esfera debe estar húmeda en todo momento; de lo contrario, la capa activa se degrada siendo necesarias algunas horas para restablecer el equilibrio. El electrodo se puede conservar sumergido en la solución **HI 70300** o sino en una solución tampón pH 4 o pH 7. Es mejor evitar la conservación del electrodo en soluciones tampón alcalinas con valores superiores a pH 9.18. Los electrodos de referencia se conservan en ambientes acuosos, por ningún motivo deben ser ambientes secos. También en este caso la solución ideal es el **HI 70300**. En el caso que el electrodo de referencia se conserve en un lugar seco, se formará una solución salina cristalina, de fácil remoción, en la parte exterior del tabique poroso. Sin embargo, el peligro está representado por el aire que entra en la porosidad y que por lo tanto aísla la parte líquida interna del líquido de medida. En este caso, se producirá la inestabilidad en la medida hasta que el aire presente sea completamente eliminado. Dicho equilibrio se obtiene sumergiéndolo en el **HI 70300** por algunas horas junto con tabiques de cerámica. En el caso que se use el Teflón® podría ser necesaria la inmersión por 24 horas.

Para la conservación de los electrodos de vidrio y referencia es mejor evitar usar agua desionizada. El agua desionizada activa una osmosis entre ésta y la solución salina interna de referencia. Los electrodos de referencia pueden tener el electrolito líquido o en forma de gel. En el caso que el electrolito sea líquido (común en los electrodos de laboratorio), el compartimiento debe tener una tapa. Dicha tapa se desentornilla durante la medida y se cierra una vez terminada. Si la tapa no se desentornilla, la unión líquida presentará dificultades para estabilizarse; mientras que con la apertura de la tapa, se creará un flujo de electrolito desde el interno del compartimiento hacia el externo.

Esto facilita la creación de una buena unión líquida. Es necesario que el nivel del electrolito esté siempre presente en el interior del compartimiento de referencia al menos en el 50% de la longitud del electrodo. Para restablecer el nivel, es suficiente destornillar la tapa y llenar el compartimiento con el electrolito adecuado, con la ayuda de una jeringa.

#### **Electrolitos**

HI 7071 contiene KCl 3.5 MOL saturado con AgCl

HI 7082 contiene KCl 3.5 MOL sin AgCl

HI 7072 contiene KNO<sub>3</sub> 1 MOL

HI 8093 contiene KCl 1 MOL + AgCl

#### **Referencia con unión simple**

Es el modelo más común, donde el electrodo de Ag/AgCl se sumerge en una solución de KCl 3.5 MOL + AgCl. Como se ha ya explicado en la sección "electrodos de referencia", el electrolito debe ser saturado con AgCl a modo de evitar que el KCl disuelva la capa de cloruración del mismo electrodo. Existe la posibilidad que trazas de AgCl entren en contacto con la solución a examinar.

#### **Referencia con doble unión**

El electrodo Ag/Cl se introduce en el interior de un tubo de vidrio que contiene KCl 3.5 MOL y AgCl. El tubo cerrado en una extremidad está en contacto con la cámara principal del electrodo de referencia a través de un tabique poroso. La cámara principal contiene sólo KCl 3.5 y ya no AgCl. La cámara principal puede contener otros tipos de electrolito, compatibles con la muestra a medir, por ejemplo KNO<sub>3</sub> 1 MOL. La ventaja de la doble unión consiste en la ausencia de AgCl en el compartimiento que está en contacto con la solución a medir. La desventaja se da en la mayor inercia térmica del sistema, que puede ser un problema en las medidas de laboratorio. Por el contrario, la referencia de doble unión encuentra vastas aplicaciones en los electrodos de proceso, especialmente en medidas hechas en tuberías con presiones de trabajo hasta de 8 atmósferas.

#### **Lectura en pH 7.00 - "Fail Safe Technology" (F.S.T.)**

Gran parte de las medidas gravitan alrededor del pH 7. Para un electrodo pH, 7.00 pH significa f.e.m. igual a cero. Sin embargo, una lectura igual a cero se puede obtener en diferentes modos:

electrodo mide una solución en pH 7.00

- el electrodo no está conectado
- el cable sufre un corto circuito
- el cable está en dispersión
- la esfera sensible está rota
- el estadio de alta impedancia del medidor de pH ha sufrido daños
- el conector BNC ha sufrido un corto circuito.

HANNA instruments está introduciendo en el mercado algunos electrodos e instrumentos que evitan dichos inconvenientes. F.S.T. ("Fail Safe Technology").

Se trata de obtener un sistema activo, es decir, f.e.m. realmente disponible en el momento de medir el pH 7, en lugar del actual sistema pasivo (mV 0). El electrolito en el interior de la esfera sensible tiene un valor de pH 7.00. El electrodo, como ya explicado anteriormente, es sensible a la diferencia de pH entre las dos superficies de la esfera.

Entonces:

$$\text{interno pH 7} - \text{externo pH 4} = 3 \times 58.17 \text{ mV} = 174.51 \text{ mV}$$

Si por el contrario, en el exterior hay una solución en pH 7:

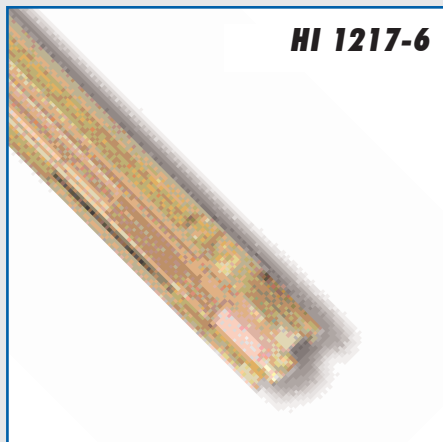
$$\text{interno pH 7} - \text{externo pH 7} = 0 \times 58.17 \text{ mV} = 0 \text{ mV}$$

#### **Electrodo amplificado**



#### **HI 1230B Electrodo con doble unión de cerámica**





**HI 1217-6**

HANNA instruments está produciendo electrodos que en el interno tienen un electrolito en pH 4:

$$\text{interno pH 4} - \text{externo pH 4} = 0 \times 58.17 \text{ mV} = 0 \text{ mV}$$

$$\text{interno pH 4} - \text{externo pH 7} = -3 \times 58.17 \text{ mV} = -174.51 \text{ mV}$$

Entonces, en pH 7 el electrodo suministra -174.51 mV y ya no 0 mV.

En este modo se evitan lecturas en pH 7 todas aquellas veces que el sistema no funciona. Dicha solución está presente en los medidores de pH HI 83140 y HI 9813-6 y en los electrodos HI 12700 y HI 1285-6.

### La longitud de los cables en la medida del pH

Como ya explicado anteriormente, un electrodo pH tiene una impedancia básica de 100 MΩ y según la temperatura, puede alcanzar hasta 800 MΩ.

El cable de conexión debe ser coaxial, con la parte interior aislada (Teflón®). El cable es por lo tanto, un condensador. Significa que mientras mayor es la impedancia del sistema, mayor es el tiempo de carga del condensador. El tiempo de carga del condensador, corresponde también al tiempo necesario para obtener una lectura correcta. A causa de las limitaciones ya indicadas, no se recomiendan cables de longitud superior a 5 metros. En las instalaciones industriales se hace difícil limitar la distancia entre el electrodo y el instrumento de medida, en sólo 5 metros. Los instrumentos de lectura se instalan frecuentemente en locales alejados del área donde el pH se mide. Para obviar dicha limitación, se puede usar un amplificador de pH de campo.

Por lo general, los amplificadores se suministran en estuches impermeables adaptos a las peores condiciones. El amplificador de pH necesita alimentación y debe garantizar el aislamiento galvánico entre ésta y el circuito de amplificación. A veces es difícil poder disponer de alimentación cercana al electrodo de medida. En ese caso, los amplificadores con 2 cables y salida 4-20 mA pueden resolver el problema (vea HI 8614 y HI 8614L, producidos por HANNA instruments).

Para ser usados, dichos amplificadores necesitan de instrumentos con entrada 4-20 mA en lugar de o paralelamente al conector BNC (algunos instrumentos están desprovistos de esta opción). Para obviar la limitación derivada de los instrumentos de medida, HANNA instruments, en 1988, desarrolló el electrodo "Amphel" ("Amplified pH Electrode"). El electrodo Amphel contiene en su interior tanto un amplificador de pH de alta impedancia, como las pilas necesarias para su funcionamiento. La duración de la vida de un electrodo Amphel es de alrededor de 3 años contados desde el día de su construcción.

Considerando que la vida media de un electrodo pH es de 1 año, los 3 años desde la fecha de producción no constituyen una limitación. La salida es con dos cables como el clásico cable coaxial, pero es de baja impedancia y ya no de alta impedancia. Esto permite conexiones largas incluso de cientos de metros, sin entorpecer interrupciones en la medida.

### Dispersión de los cables

Un cable coaxial de alta impedancia, si es instalado a más de 5 metros del electrodo, comporta también la posibilidad de dispersión. A menudo, los instaladores lo colocan en canales enterrados, como a cualquier cable eléctrico. Durante el tendido del cable es fácil que el revestimiento se raye por los roces con tuberías y puntas.

Debajo del aislamiento se coloca una protección que se conecta al electrodo de referencia. En el caso que el cable se encuentre en un conducto subterráneo, se podrá observar, sobretudo en ciertos periodos del año como las temporadas húmedas, que el electrodo de referencia (la protección) entra en contacto con la humedad del ambiente y por lo tanto, con el circuito de toma de tierra de las instalaciones eléctricas. En estas condiciones, el electrodo pH no puede efectuar la medición y suministra indicaciones erróneas hasta por muchas unidades de pH, las que no tienen ninguna relación con la medida. Este es otro buen motivo para evitar cables con longitud superior a 5 metros.



**HI 8614L**



### Conexión cable-electrodo

Algunos constructores alemanes, han desarrollado electrodos pH con un conector coaxial ensamblado directamente en un extremo del electrodo y por lo tanto, sin cable. La finalidad era la de poder sustituir el electrodo sin tener que sustituir el cable de conexión que permanece estable. Con el tiempo se ha demostrado que dicha solución es peligrosa. En efecto, el electrodo se introduce frecuentemente en el interior de un soporte que lo protege del líquido de medida (medidas en cubas). En el interior del soporte, se crea agua de condensación debido a las variaciones de temperatura entre el día y la noche. El agua de condensación reduce el aislamiento del conector y el electrodo pierde la señal. Cuando el electrodo está en dispersión, disminuye la f.e.m generada y la medida se aproxima al 7. Por lo tanto, en lugar de leer pH 3, por ejemplo, se puede leer pH 3.5 o sino 4. Esta lectura inferior puede activar dosificaciones perjudiciales para el sistema.

### Electrodos ORP

Cuando sustancias oxidantes o reductoras se disuelven en el agua, dan origen a una f.e.m. que puede ser tomada de un electrodo que no reaccione con la solución. La f.e.m. captada por el electrodo se compara con una f.e.m. de referencia. La diferencia entre los dos valores se llama "Potencial Redox" o "Potencial ORP" y se expresa en mV.

El rango de medida puede ser positivo (presencia de sustancias oxidantes) o sino negativo (presencia de sustancias reductoras). Hay que considerar que cero mV es un valor oxidante ya que se paragona a un electrodo de referencia que tiene un potencial de +200 mV (Ag/AgCl) aproximadamente.

Es necesario que la sustancia oxidante o reductora no oxide químicamente el electrodo que capta la señal. Un hilo de platino puro puede ayudar a tal medida. A veces se opta por un hilo de oro puro.

Se prefiere el sensor de platino, ya que mecánicamente es más simple y seguro de realizar. El platino se **sueda** en el vidrio y tiene el mismo coeficiente térmico.

Un sensor de oro no puede **ser soldado** en el vidrio y por lo general se introduce en soportes plásticos unidos al tubo de vidrio o de plástico, a través de gomas elásticas. El sensor de platino/oro se conecta a un cable que junto con el de referencia forman el cable de medida, que posteriormente se conecta a un conector BNC.

La densidad de corriente erogada por un sistema ORP no es elevada y por esta razón se usa la misma electrónica usada para la medida del pH, en alta impedancia, con la diferencia que la lectura se expresa en mV y no en unidades de pH.

Hay que destacar, que la medida del ORP es sensible a la presencia de iones H<sup>+</sup> y que por lo tanto es capaz de medir el pH. El motivo por el cual generalmente no se usa como sensor de pH es que no selecciona solamente los iones H<sup>+</sup>, como por ejemplo la esfera de vidrio sensible usada para las medidas de pH.

Debido a la estrecha correlación entre pH y mV ORP, existe un rango que considera la relación mV ORP/pH = rango rH.

El rango rH va desde 0 a 42 y sus puntos extremos son representados de una parte, por el efecto reductor de una atmósfera de hidrógeno puro (rH=0) y de la otra parte, por el efecto oxidante de una atmósfera de oxígeno puro (rH=42).

A continuación, mostramos la fórmula para obtener la medida del rH:

$$rH = \frac{mV}{0,0992 (273,14 + T)} + 2 \text{ pH}$$

donde T es la temperatura (°C) de la muestra, mV es la lectura mV ORP, y el pH de la muestra, expresado en unidad de pH.

El rango rH no encuentra equivalencia en los instrumentos en comercio, optándose por la medida directa de mV suministrada por el electrodo, con un campo de lectura de -2000 a +2000 sin compensación/correlación con el valor de pH/temperatura.

**Aguja de platino**



**Anillo de platino**



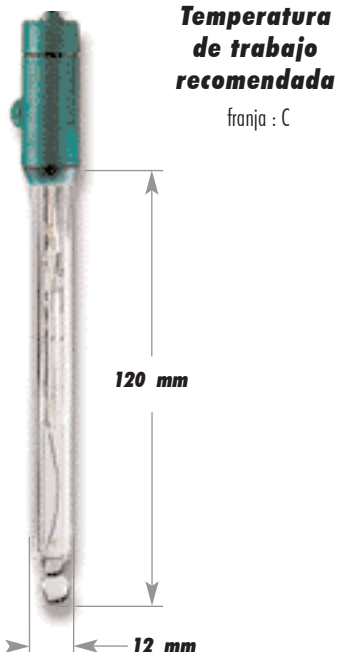
### Leyenda

| Franja | temperatura de trabajo recomendada |
|--------|------------------------------------|
| A      | de -5 a 30°C (de 23 a 86°F)        |
| B      | de 20 a 40°C (de 66 a 104°F)       |
| C      | de 30 a 85°C (de 104 a 185°F)      |



## HI 104X Tipo de conector

- HI 1043 **B** BNC
- HI 1043 **D** DIN alemán
- HI 1040 **S** de rosca
- HI 1043 **P** BNC + AGUJA\*



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 14 T de 0 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

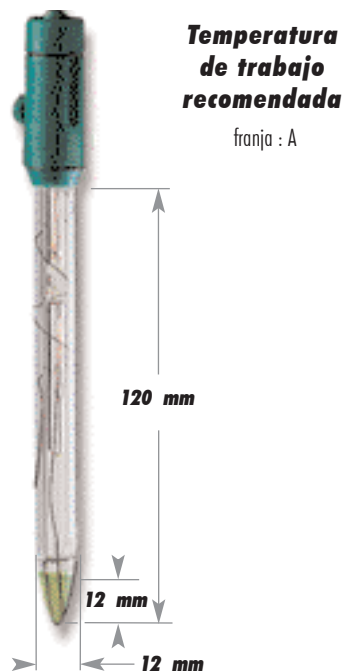
coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

análisis en hidrocarburos, barnices, solventes, agua marina, otros valores de alcalinidad y acidez, alta conductividad, tampón tris

## HI 105X Tipo de conector

- HI 1053 **B** BNC
- HI 1053 **D** DIN alemán
- HI 1050 **S** de rosca
- HI 1053 **P** BNC + AGUJA\*



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

triple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 100 °C

### Punta

cónica (12 x 12 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

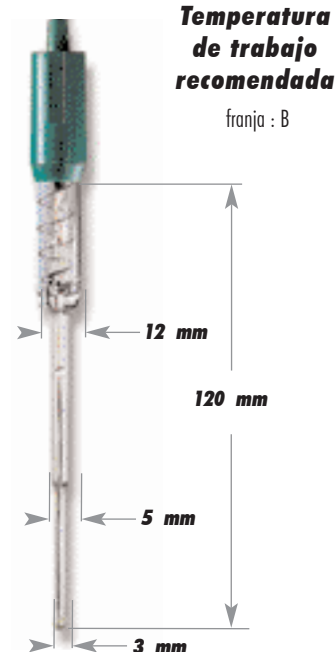
coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

cremas y grasas, muestras de terreno, agua potable, productos semi-sólidos, soluciones con baja conductividad, emulsiones

## HI 1083 Tipo de conector

- HI 1083 **B** BNC
- HI 1083 **D** DIN alemán
- HI 1083 **P** BNC + AGUJA\*



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 50 °C

### Punta

esférica (∅ 3 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

bio-tecnologías, micro-muestras, con volumen inferior a 100 µl

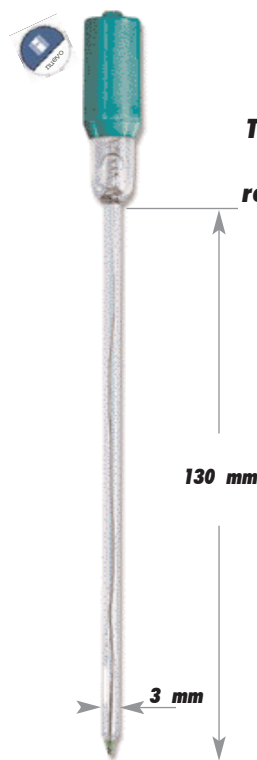
\*Utilizar con los medidores de pH con sistema CAL CHECK (consulte sección D)  
\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

\*Utilizar con los medidores de pH con sistema CAL CHECK (consulte sección D)  
\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

\*Utilizar con los medidores de pH con sistema CAL CHECK (consulte sección D)

## HI 1093 Tipo de conector

HI 1093  BNC



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de -5 a 50 °C

### Punta

esférica (∅ 3 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

tubos NMR

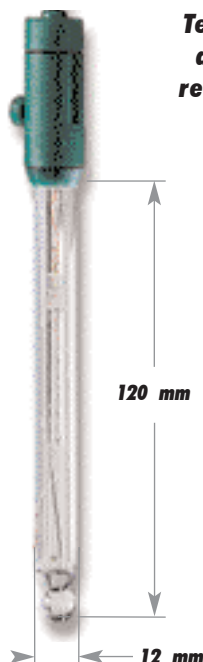
## HI 11X1 Tipo de conector

HI 1131  BNC

HI 1131  DIN alemán

HI 1111  de rosca

HI 1131  BNC + AGUJA\*



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de -5 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales de laboratorio, cerveza

## HI 1135 Tipo de conector

HI 1135  BNC



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : C

### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

doble de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

3 bar con contrapresión

### Rango

pH de 0 a 14      T de -5 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

medidas continuas con relleno a distancia

\*Utilizar con los medidores de pH con sistema CAL CHECK (consulte sección D)

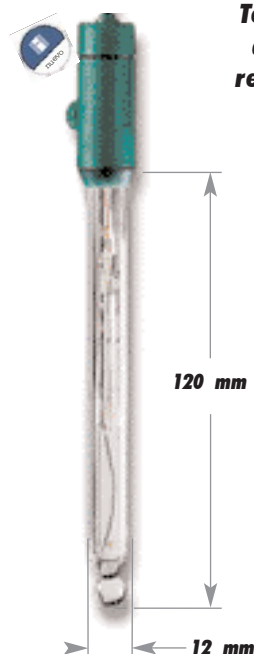
\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

## LABORATORIO • Electrodo de pH y ORP para usos generales o específicos

### HI 1143 Tipo de conector

HI 1143  BNC

HI 1143  DIN alemán



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A

#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 10 T de -5 a 60 °C

#### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

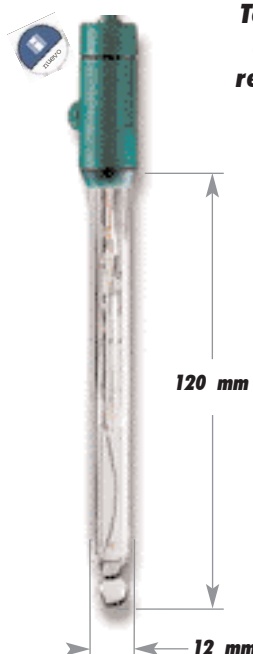
#### Aplicaciones aconsejadas

muestras que contienen fluoruros (máx. 2 g/L a pH 2 debajo de los 60°C)

### HI 1144 Tipo de conector

HI 1144  BNC

HI 1144  DIN alemán



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

#### Sistema de referencia

simple Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

#### Unión

cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 14 T de 0 a 60 °C

#### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

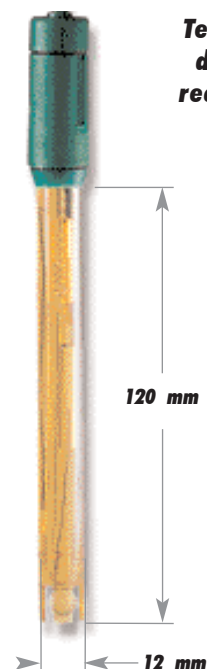
tampón TRIS

### HI 12X0 Tipo de conector

HI 1230  BNC

HI 1230  DIN alemán

HI 1210  de rosca



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

unión de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

2 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 de T 0 a 80 °C

#### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

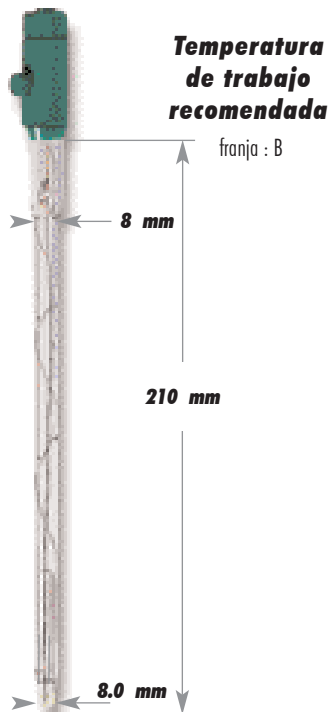
medidas de campo

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

# LABORATORIO • Electrodos de pH y ORP para usos generales o específicos

## HI 13X1 Tipo de conector

- HI 1331 **B** BNC
- HI 1331 **D** DIN alemán
- HI 1311 **S** de rosca



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de -5 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

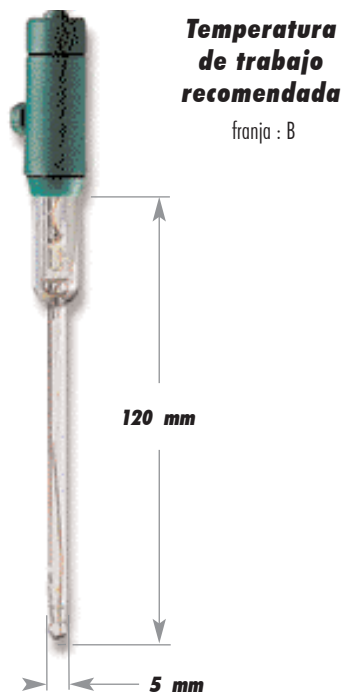
### Aplicaciones aconsejadas

específico para el análisis de probetas y matraces

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

## HI 13X0 Tipo de conector

- HI 1330 **B** BNC
- HI 1330 **D** DIN alemán
- HI 1310 **S** de rosca
- HI 1330 **P** BNC + AGUJA



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de -5 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

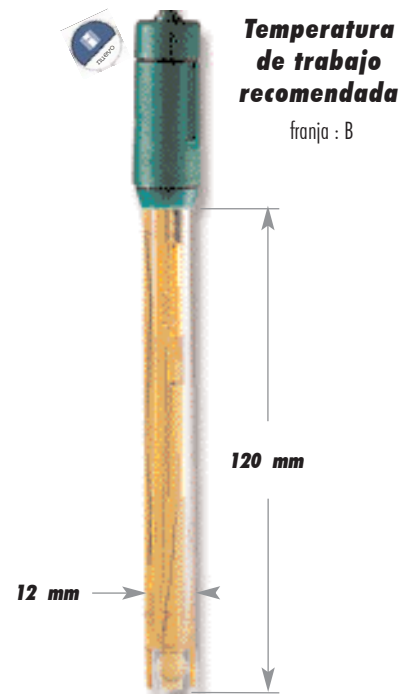
### Aplicaciones aconsejadas

específico para el análisis de viales y probetas

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

## HI 1343 Tipo de conector

- HI 1343 **B** BNC
- HI 1343 **D** DIN alemán



### Sistema de referencia

simple Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 14 T de -5 a 60 °C

### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

específico para el tampón TRIS

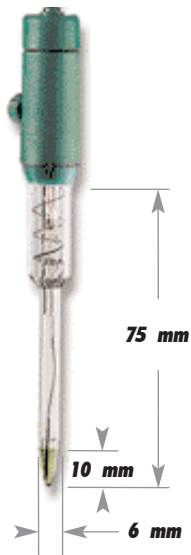


# LABORATORIO • Electrodos de pH y ORP para usos generales o específicos

## HI 20XX Tipo de conector

- HI 2031 **B** BNC
- HI 2031 **D** DIN alemán
- HI 2020 **S** de rosca

**Temperatura de trabajo recomendada**  
franja : A



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 100 °C

### Punta

cónica (6 x 10 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

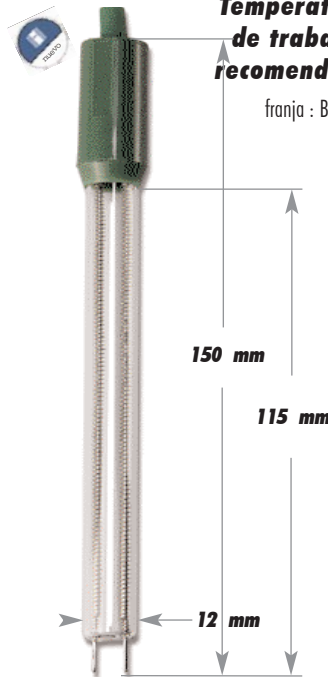
### Aplicaciones aconsejadas

productos caseosos, semi-sólidos

## HI 3118 Tipo de conector

- HI 3118 **B** BNC

**Temperatura de trabajo recomendada**  
franja : B



### Cámara amperimétrica

platino-platino

### Rango

T de -5 a 100 °C

### Punta

2 clavijas de platino

### Sensor de temperatura

—

### Amplificador

—

### Cuerpo

vidrio

### Cable

bipolar

### Aplicaciones aconsejadas

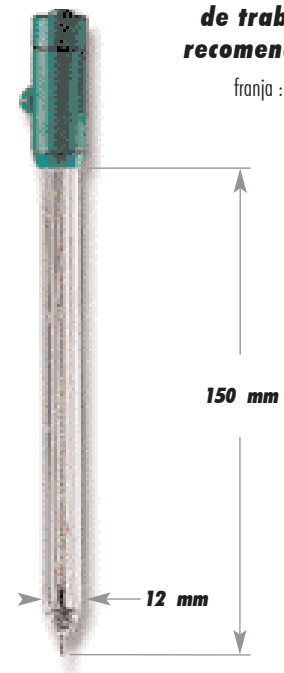
para titración cloro

## HI 31X1 Tipo de conector

- HI 3131 **B** BNC
- HI 3131 **D** DIN alemán
- HI 3111 **S** de rosca
- HI 3131 **P** BNC + AGUJA



**Temperatura de trabajo recomendada**  
franja : B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

ORP T de -5 a 100 °C

### Punta

clavija de platino

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

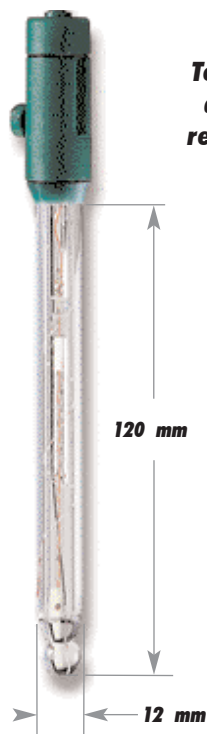
usos generales de laboratorio, titulaciones ORP

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

**HI 1615** Tipo de conector

HI 1615 **D** DIN 7 polos



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

KCl 3,5M + AgCl

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

pH de 0 a 13 T de -5 a 100 °C

**Punta**

esférica (∅ 9.5 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

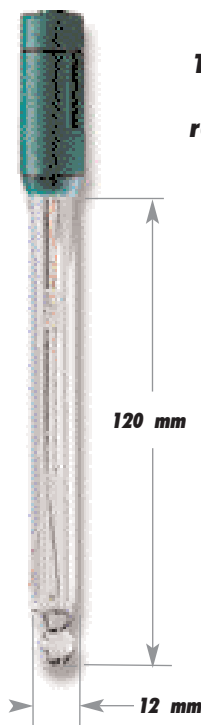
7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

Usos generales de laboratorio

**HI 1616** Tipo de conector

HI 1616 **D** DIN 7 polos



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

gel

**Presión máx.**

hasta 2 bar

**Rango**

pH de 0 de a 14 T de 0 a 100 °C

**Punta**

esférica (∅ 9.5 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

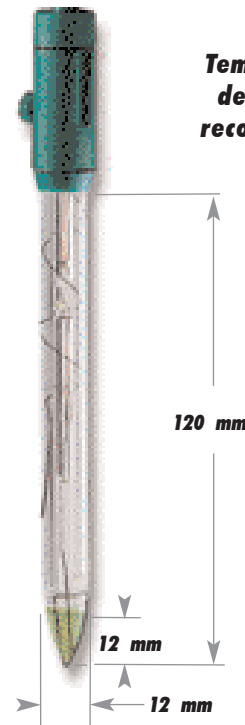
7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

medidas continuas

**HI 1617** Tipo de conector

HI 1617 **D** DIN 7 polos



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A

**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

triple de cerámica

**Electrolito**

KCl 3,5 + AgCl

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

pH de 0 a 12 T de -5 a 100 °C

**Punta**

cónica (12 x 12 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

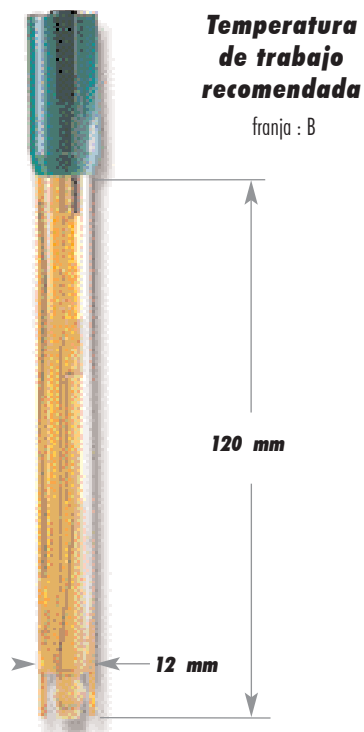
cremas y grasas, muestras de terreno, productos semi-sólidos, soluciones de baja conductividad, emulsiones.

\*Nota: Los electrodos "inteligentes" pH y ORP deben ser utilizados con HI 98140, HI 98150, HI 98230 y HI 98240. Para mayor información, consulte la sección D

# LABORATORIO • Electrodos de pH y ORP "inteligentes"\*

**HI 1618** Tipo de conector

**HI 1618** **D** DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

fibra

**Electrolito**

gel

**Presión máx.**

3 bar

**Rango**

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

**Punta**

esférica (∅ 5 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

Ultem®

**Cable**

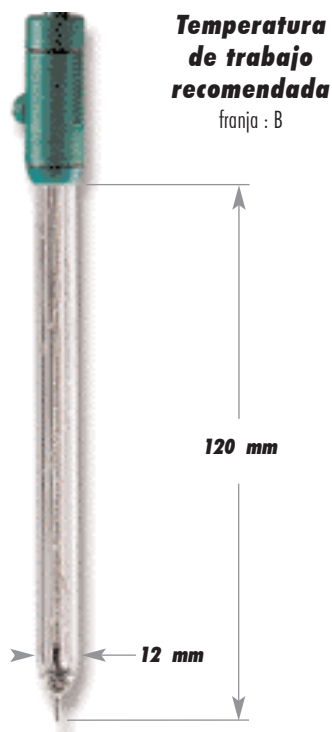
7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

medidas de campo

**HI 3619** Tipo de conector

**HI 3619** **D** DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

KCl 3,5 + AgCl

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

ORP      T de -5 a 80 °C

**Punta**

clavija de platino

**Sensor de temperatura**

no

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

usos generales de laboratorio, desinfección

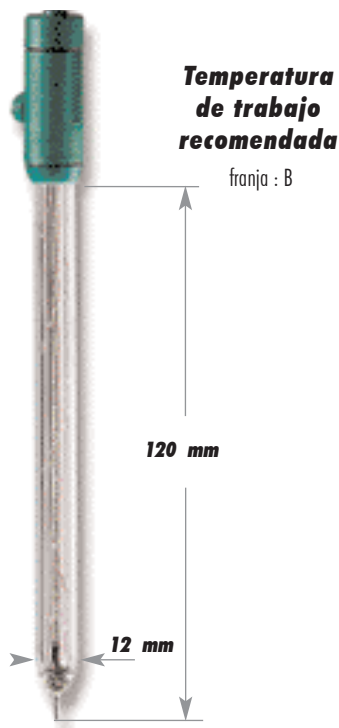


**Ejemplo de control de un electrodo ORP**

\*Nota: Los electrodos "inteligentes" pH y ORP deben ser utilizados con HI 98140, HI 98150, HI 98230 y HI 98240. Para mayor información, consulte la sección D

**HI 3618** Tipo de conector

HI 3618 **D** DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

KCl 3,5M + AgCl

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

ORP T de -5 a 100 °C

**Punta**

clavija de platino

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

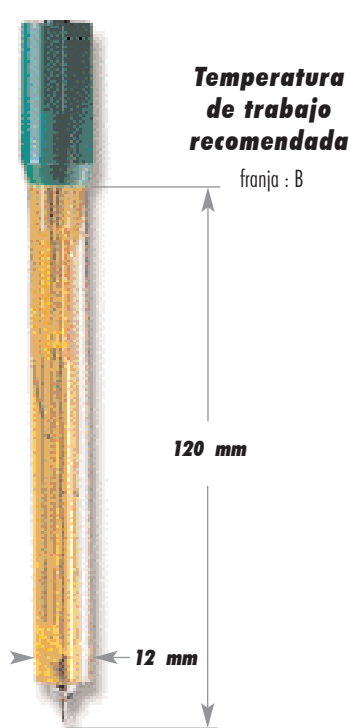
5 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

ORP en laboratorio

**HI 3620** Tipo de conector

HI 3620 **D** DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

gel

**Presión máx.**

2 bar

**Rango**

ORP T de 0 a 80

**Punta**

clavija de platino

**Sensor de temperatura**

no

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

Utem®

**Cable\*\***

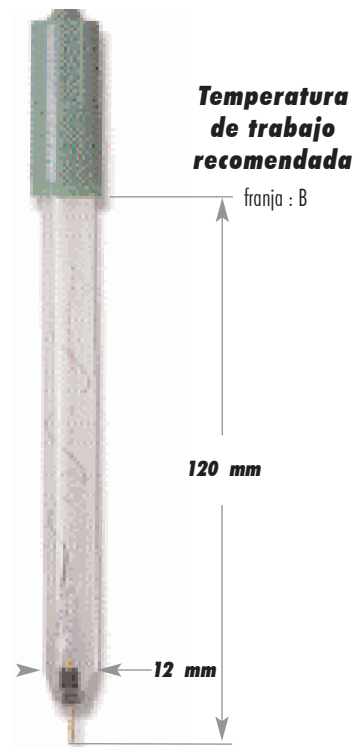
7 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

usos generales de campo, piscinas

**HI 4619** Tipo de conector

HI 4619 **D** DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

simple de cerámica

**Electrolito**

gel

**Presión máx.**

2 bar

**Rango**

ORP T de -5 a 100 °C

**Punta**

clavija de oro

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

5 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

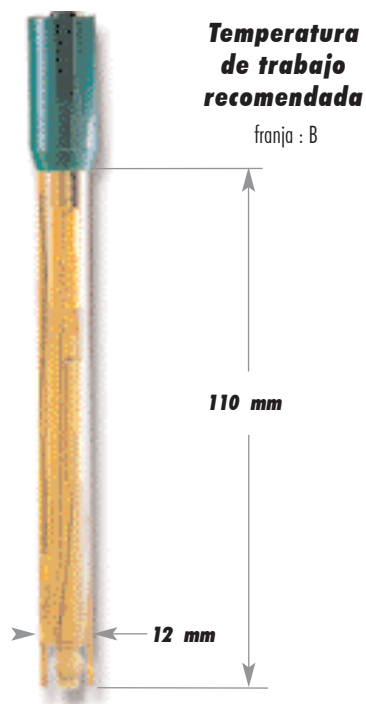
medidas en muestras fuertemente oxidantes.  
desinfección con ozono.

# LABORATORIO • Electrodo con sensor de temperatura para usos generales y específicos

## HI 1217 Tipo de conector

HI 1217  DIN 7 polos\*

HI 1217  de rosca\*\*



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

gel

### Presión máx.

2 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

### Punta

esférica (∅ 5.0 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

5 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

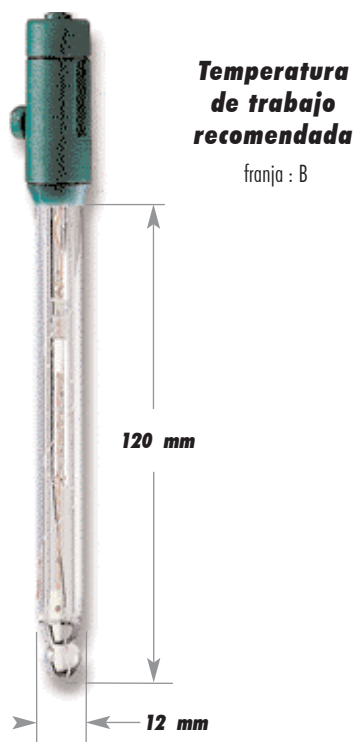
usos generales

\*Utilizar con HI 9210N (consulte la sección D)

\*\*Utilizar con HI9214 (consulte la sección D)

## HI 1610 Tipo de conector

HI 1610  DIN 7 polos



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de -5 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

vidrio

### Cable

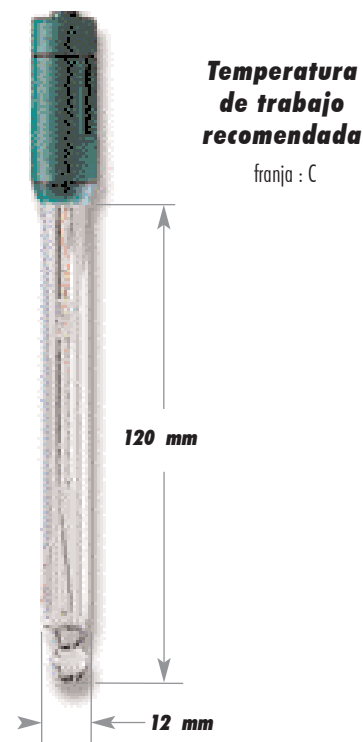
5 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales de laboratorio

## HI 1611 Tipo de conector

HI 1611  DIN 7 polos



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

gel

### Presión máx.

2 bar

### Rango

pH de 0 a 14      T de 0 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

vidrio

### Cable

5 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

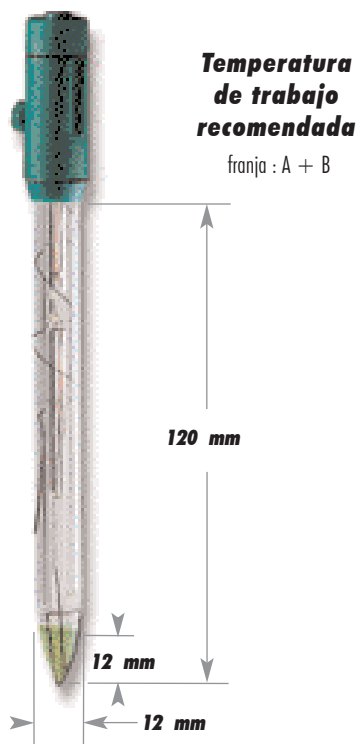
medidas continuas



# LABORATORIO • Electrodos con sensor de temperatura para usos generales y específicos

**HI 1612** Tipo de conector

**HI 1612** D DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

triple de cerámica

**Electrolito**

KCl 3,5M + AgCl

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

pH de 0 a 12      T de -5 a 100 °C

**Punta**

cónica (12 x 12 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

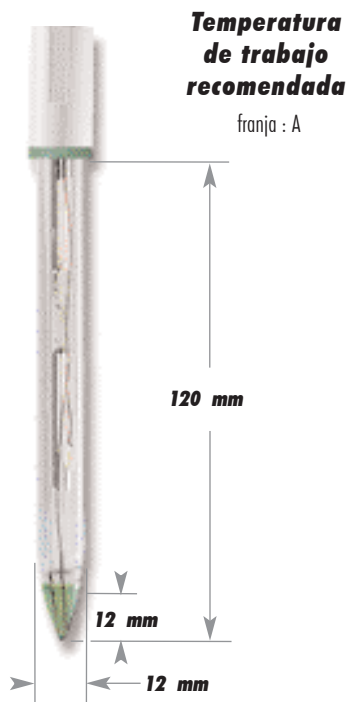
5 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

emulsiones, semi-sólidos

**FC 211** Tipo de conector

**FC 211** D DIN 7 polos



**Sistema de referencia**

simple Ag/AgCl

**Unión**

abierta

**Electrolito**

viscoleno

**Presión máx.**

0,1 bar

**Rango**

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

**Punta**

cónica (12 x 12 mm)

**Sensor de temperatura**

sí

**Amplificador**

sí

**Cuerpo**

vidrio

**Cable**

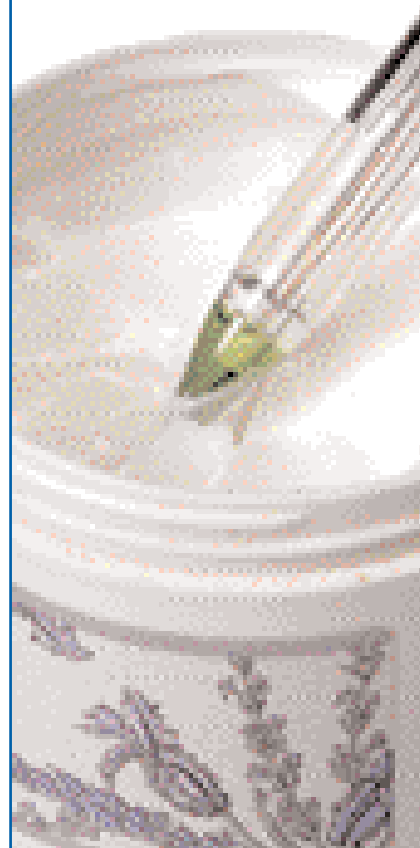
5 polos; 1 metro de longitud

**Aplicaciones aconsejadas**

leche, cremas, yogur



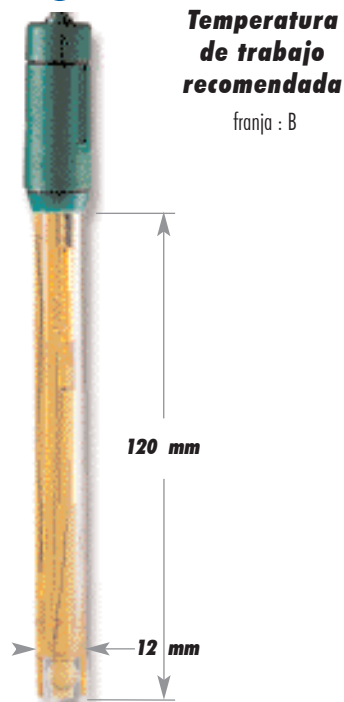
**Medida del pH en la industria cosmética.**



## ESTÁNDAR • ElectrodoS pH Y ORP robustos para usos generales

### HI 13X2 Tipo de conector

- HI 1332 **B** BNC
- HI 1332 **D** DIN alemán
- HI 1312 **S** de rosca
- HI 1332 **P** BNC + AGUJA



#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 80 °C

#### Punta

esférica (Ø 7.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable\*\*

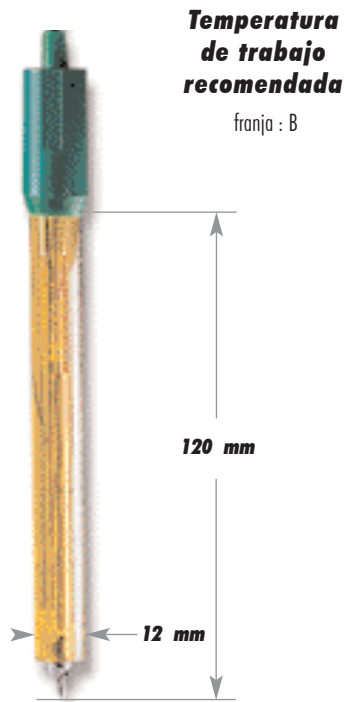
coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

productos químicos, medidas de campo, control de calidad

### HI 32X0 Tipo de conector

- HI 3230 **B** BNC
- HI 3230 **D** DIN alemán
- HI 3210 **S** de rosca



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

2 bar

#### Rango

ORP T de 0 a 80 °C

#### Punta

clavija de platino

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable\*\*

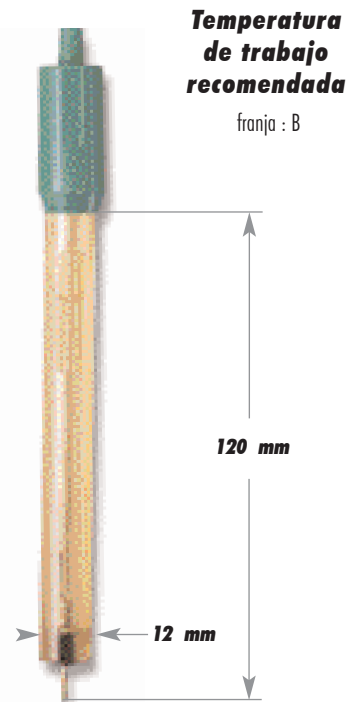
coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

acueductos, control de calidad

### HI 44X0 Tipo de conector

- HI 4430 **B** BNC
- HI 4430 **D** DIN alemán
- HI 4410 **S** de rosca



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

2 bar

#### Rango

ORP T de 0 a 80 °C

#### Punta

clavija de oro

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

#### aplicaciones aconsejadas

medidas ORP oxidantes, ozono

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

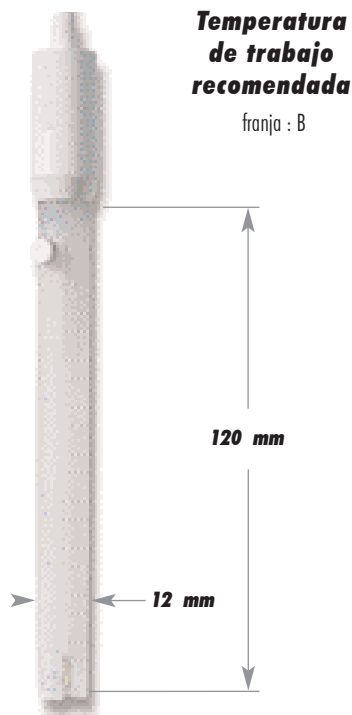
\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

# INDUSTRIA ALIMENTICIA • Electrodo de pH específicos para el análisis de los alimentos

## FC 100 Tipo de conector

FC 100  BNC

FC 100  DIN alemán



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

PVDF

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

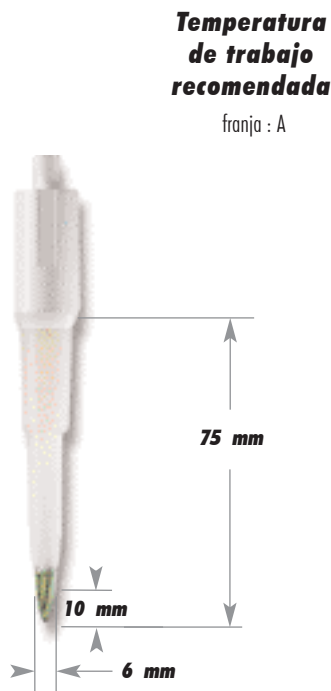
fábricas de quesos

## FC 20X Tipo de conector

FC 200  BNC

FC 200  DIN alemán

FC 200  de rosca



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (6 x 10 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

PVDF

### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

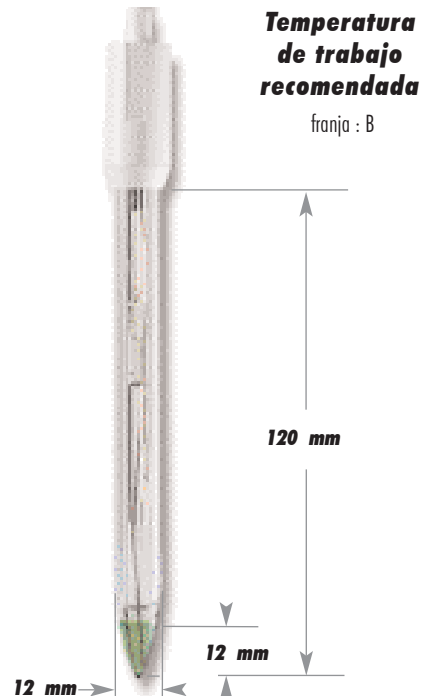
### Aplicaciones aconsejadas

leche, yogur, productos caseosos, productos alimentarios semi-sólidos

## FC 210 Tipo de conector

FC 210  BNC

FC 210  DIN alemán



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (12 x 12 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

leche, yogur, cremas

\*\*El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

# INDUSTRIA ALIMENTICIA • Electrodo específico para el análisis de los alimentos

## FC 220 Tipo de conector

FC 220  BNC

FC 220  DIN alemán

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A + B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

triple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12 T de 0 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

cremas, zumos de fruta, salsas, jugos

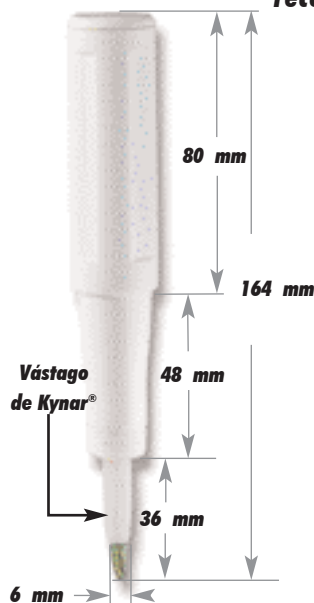
## FC 230 Tipo de conector

FC 230  BNC

FC 230  DIN alemán

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A



Las cuchillas FC 098 y FC 099, de acero inox, facilitan la penetración



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12 T de a 50 °C

### Punta

cónica (6 x 10 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

PVDF

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

carnes, muestras particularmente duras

## FC 240 Tipo de conector

FC 240  BNC

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (3 x 5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

AISI 316

### Cable

coaxial

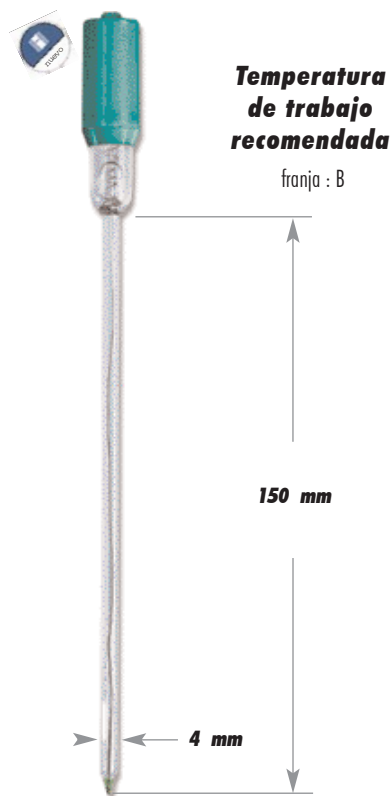
### Aplicaciones aconsejadas

productos caseosos, control de calidad quesos

# INDUSTRIA ALIMENTICIA • Electrodos de pH específicos para el análisis de los alimentos

## FC 250 Tipo de conector

FC 250  BNC



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (3 x 5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial

### aplicaciones aconsejadas

productos caseosos, quesos frescos en fase de maduración

## FC 300 Tipo de conector

FC 300  BNC

FC 300  DIN alemán



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 1M + AgCl

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

g/L de  $\text{Na}^+ 10^{-4} \div 3 \times 10^{-2}$  T de 0 a 100 °C

### Punta

esférica ( $\varnothing$  9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

productos alimentarios y en laboratorio

## FC 301 Tipo de conector

FC 301 



### Sistema de referencia

—

### Unión

—

### Electrolito

—

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

fluoruros de  $10^{-6}$  a saturación M/ppm T de -5 a 35 °C

### Punta

plana

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

aguas residuales, depuradores municipales, industria de los metales, del vidrio y de la electrónica



# INDUSTRIA ALIMENTICIA • Electrodos de pH para el análisis de los alimentos

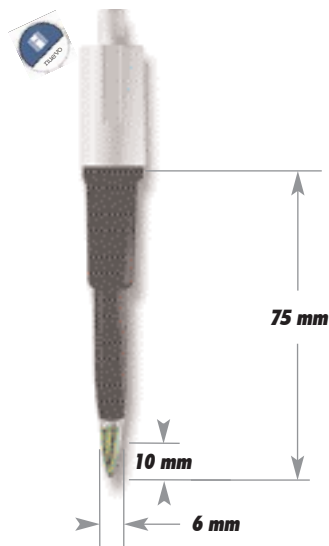
## FC 400 Tipo de conector

FC 400  BNC

FC 400  DIN alemán

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A + B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12 T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (3 x 5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

PVDF

### Cable

coaxial para BNC. 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

carnes

## HI 1048 Tipo de conector

HI 1048  BNC

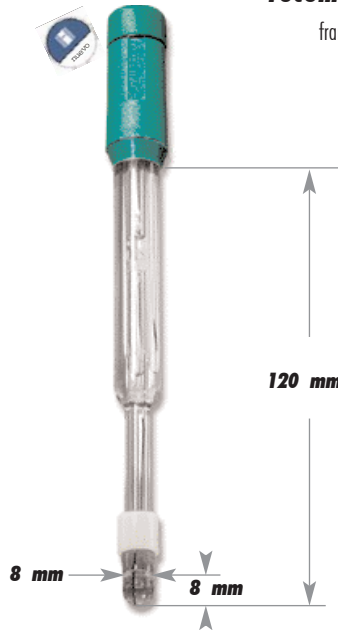
HI 1048  DIN alemán

HI 1048  BNC + AGUJA\*



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

abierta CPS™

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de -5 a 80 °C

### Punta

esférica (∅ 8 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

vinos, mostos

## HI 1153 Tipo de conector

HI 1153  BNC

HI 1153  DIN alemán

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

triple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 100 °C

### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

vidrio

### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

aguas minerales

\*Utilizar con el medidor de pH HI 222, dotado de sistema CAL CHECK (consulte la sección D)

# INDUSTRIA ALIMENTICIA • Electrodo de pH inteligentes para el análisis de los alimentos

## FC 201 Tipo de conector

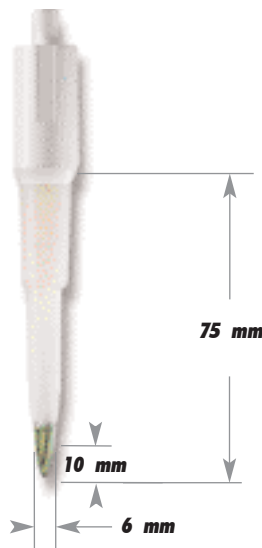
**FC 201**  DIN 7 polos

**FC 202\***  DIN 7 polos

**FC 203**  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A + B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (6 x 10 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

PVDF

### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

leche, yogur, productos caseosos, carnes, productos alimentarios semi-sólidos

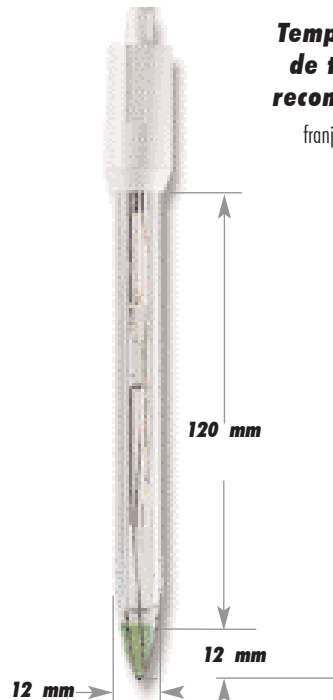
\* Electrodo para HI 99161

## FC 212 Tipo de conector

**FC 212**  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A + B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (12 x 12 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

vidrio

### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

leche, yogur, cremas

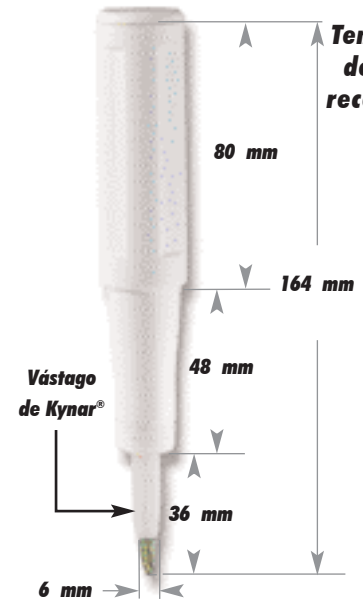
## FC 231 Tipo de conector

**FC 231**  DIN 7 polos

**FC 232\***  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A



Las cuchillas FC 098 y FC 099, de acero inox, facilitan la penetración



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

abierta

### Electrolito

viscoleno

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 12      T de 0 a 50 °C

### Punta

cónica (6 x 10 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

PVDF

### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

carnes

\* Electrodo para HI 99163

## APLICACIONES ESPECIALES • Electrodo específico para análisis específicos

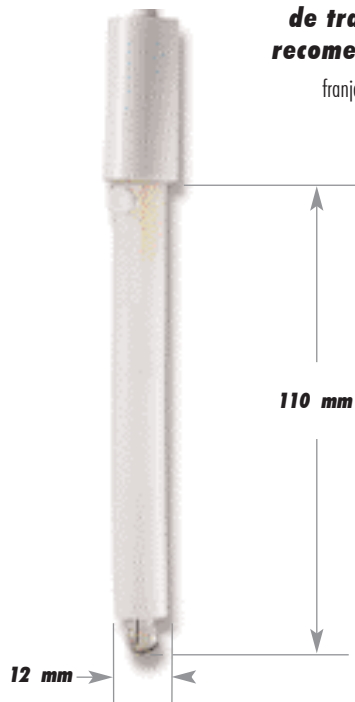
### FC 911 Tipo de conector

FC 911  BNC

FC 911  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

#### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

PVDF

#### Cable

bipolar; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

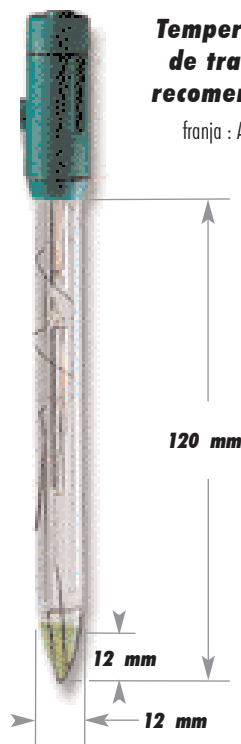
cremas, zumos de fruta, salsas, jugos

### HI 1292 Tipo de conector

HI 1292\*  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : A + B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

triple de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M + AgCl

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 12      T de -5 a 100 °C

#### Punta

cónica (12 x 12 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

medidas de pH directas del terreno, soluciones de suelo

\*electrodo para HI 99121 (consulte la sección D)

### HI 1296 Tipo de conector

HI 1296\*  DIN 7 polos

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

3 bar

#### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

#### Punta

esférica (∅ 5 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

titanio

#### Cable

5 polos para DIN; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

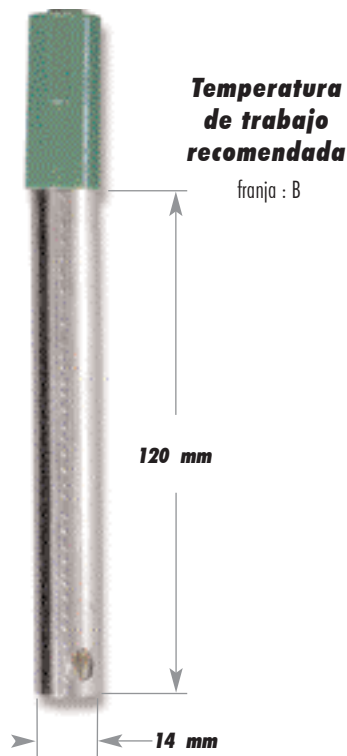
aguas residuales

\*electrodo para HI 991001, HI 991002 y HI 991003 (vedere sezione D)

## APLICACIONES ESPECIALES • Electrodo específico para análisis específicos

### HI 1297 Tipo de conector

HI 1297\*  DIN 7 polos



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

3 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 - ORP- T de 0 a 80 °C

#### Punta

pH: cónica (3 mm) ORP: sensor de platino

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

titanio

#### Cable

7 polos para DIN; 1 metro de longitud

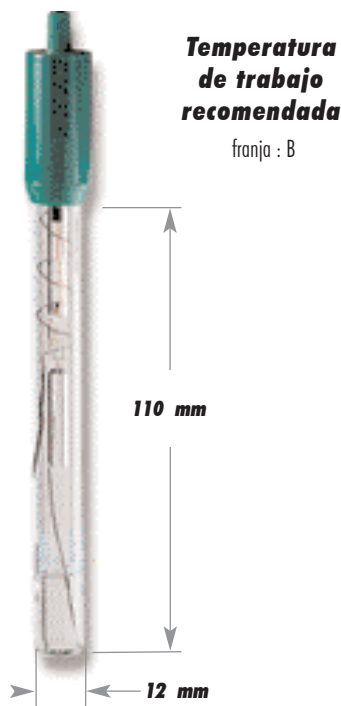
#### Aplicaciones aconsejadas

aguas residuales, acueductos, tratamiento de aguas, piscinas

\*electrodo para HI 991002 y HI 991003 (consulte la sección D)

### HI 1413 Tipo de conector

HI 1413  BNC



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

abierta

#### Electrolito

viscoleno

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 50 °C

#### Punta

plana

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

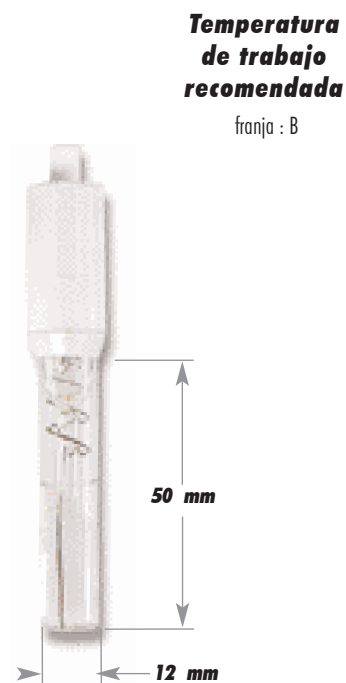
superficies, epidermis, cuero y piel, papel, emulsiones

### HI 1413 Tipo de conector /50

HI 1413  BNC\*

HI 1413  de rosca\*

Como pedir: HI 1413B/50



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

abierta

#### Electrolito

viscoleno

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 50 °C

#### Punta

plana

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable\*\*

coaxial; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

cutis, cuero cabelludo

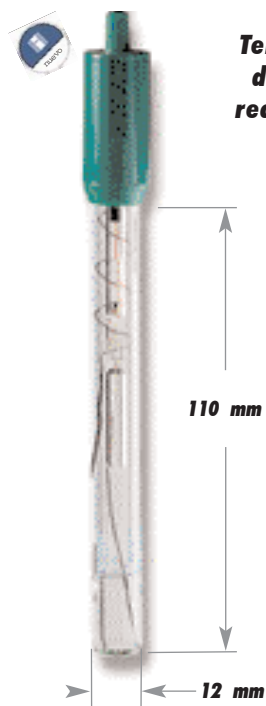
\* De usarse con la serie Skincheck™ (consulte la sección B)

\*\* El cable no está incluido en la versión con conector de rosca

## APLICACIONES ESPECIALES • Electrodo específico para análisis específicos

### HI 1414 Tipo de conector

HI 1414  DIN\* 7 polos

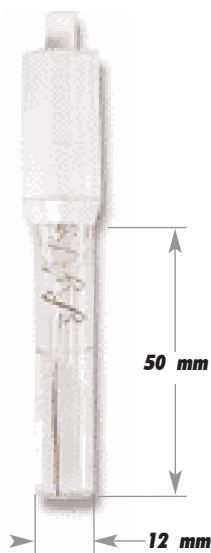


**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

### HI 1414 Tipo de conector /50

HI 1414  DIN\* 7 polos

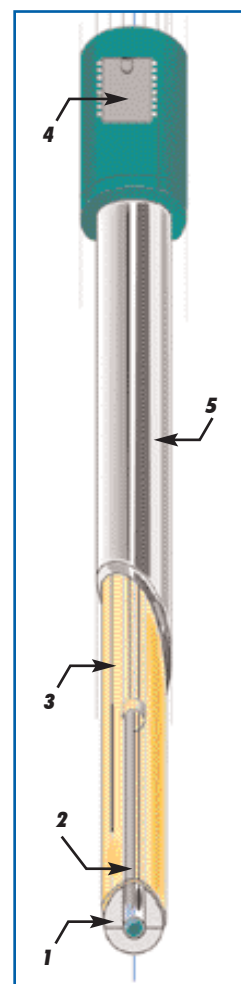


**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

Los electrodos HI 62911 y HI 72911, con protección de titanio, ofrecen prestaciones avanzadas, gracias a las siguientes características:

1. Unión anular de Teflón®: previene las obturaciones
2. Doble unión y electrolito de polímero: aumentan la resistencia a la contaminación de la solución de referencia
3. El sensor de temperatura incorporado permite la compensación automática, para la máxima precisión de las lecturas
4. El amplificador incorporado en el electrodo reduce el efecto de los **interferencias** electromagnéticas, presentes en los ambientes industriales.
5. Matching-Pin



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

abierta

#### Electrolito

viscoleno

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 50 °C

#### Punta

plana

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

superficies, epidermis, cuero y piel, papel, emulsiones

#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

abierta

#### Electrolito

viscoleno

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 12 T de -5 a 50 °C

#### Punta

plana

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

piel, cuero cabelludo

\* Electrodo amplificado para HI 99171 (consulte la sección D)

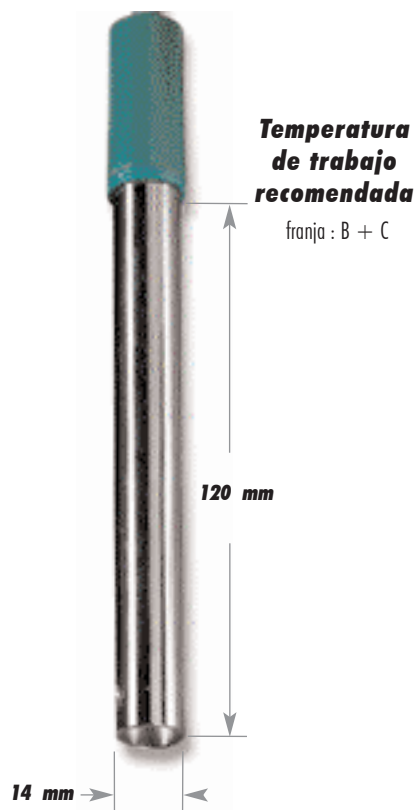
\* Electrodo amplificado para HI 99181



## APLICACIONES ESPECIALES • Electrodo específico para análisis específicos

**HI 62911**  Tipo de conector

**HI 62911**  DIN 7 polos\*



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

teflón®

### Electrolito

polímero

### Presión máx.

3 bar

### Rango

pH de 0 a 13°C      T de 0 a 80 °C

### Punta

plana

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

titanio con Matching-Pin

### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

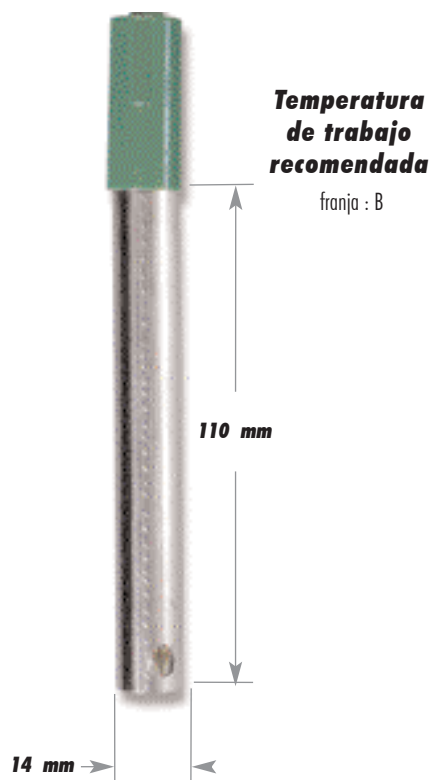
### Aplicaciones aconsejadas

baños galvanicos

\*electrodo para HI 99131 (consulte la sección D)

**HI 62920**  Tipo de conector

**HI 62920**  DIN 7 polos\*



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

teflón®

### Electrolito

polímero

### Presión máx.

3 bar

### Rango

pH de 0 a 13°C      T de 0 a 80 °C

### Punta

plana

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

titanio con Matching-Pin

### Cable

7 polos; 2 metros de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

aplicaciones industriales

\*electrodo para calibrador HI 504920

**HI 72911**  Tipo de conector

**HI 72911**  DIN 7 polos\*



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

teflón®

### Electrolito

polímero

### Presión máx.

3 bar

### Rango

pH de 0 a 13°C      T de 0 a 80 °C

### Punta

plana

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

AISI 316 con Matching-Pin

### Cable

7 polos; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

instalaciones de refrigeración, calderas, torres de evaporación

\*electrodo para HI 99141 (consulte la sección D)

## TECNOLOGÍA "FAIL SAFE"

### Tecnología "Fail Safe"

El desarrollo de las nuevas tecnologías y la difusión de los controles ambientales ha determinado la imperiosa necesidad de medir el pH. En consecuencia, el uso de los medidores de pH se está haciendo cada vez más común, generando en este modo exigencias siempre más específicas y particulares.

Por esta razón, HANNA instruments  $\square$  propone la nueva tecnología F.S.T.

De hecho, en todas las soluciones con pH cercanos a 7, los electrodos desarrollados hasta este momento tienen un punto débil, ya que vuelven casi imposible la distinción entre lectura correcta y el mal funcionamiento.

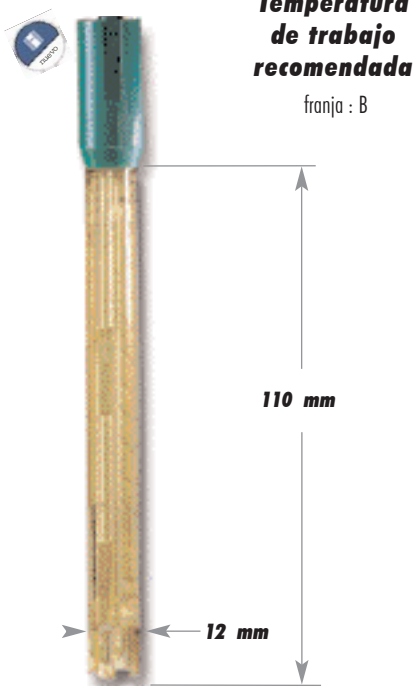
La tecnología F.S.T. evita este inconveniente, modificando el procedimiento constructivo de los electrodos y el sistema de lectura de los instrumentos combinados con ellos.

Con este nuevo sistema se facilita la **individualidad** de cualquier anomalía de lectura en una solución con valor próximo a pH 7 debido a que en la pantalla del medidor de pH se visualizará un valor cercano al pH 4. El problema de los electrodos de pH normales, está en el hecho que se asocian al valor de pH 7 y a una f.e.m. igual a 0.

Sin embargo, la f.e.m. puede ser igual a 0 en diferentes circunstancias, como por ejemplo: si el cable de conexión sufre un corto circuito o si un conector entra en dispersión. En estos casos, el medidor de pH indicará siempre pH 7 aunque el electrodo se sumerja en una solución muy ácida o básica.

En cambio, la tecnología F.S.T. asocia un valor de 0 mV a un valor de pH 4. Por lo tanto, en todas aquellas aplicaciones con pH igual a 7: si el electrodo entra en dispersión, si el cable sufre un corto circuito, si hay líquido en los conectores; el instrumento señalará un valor igual a pH 4 en la pantalla, alertando de inmediato al usuario.

### HI 1217-6 Tipo de conector HI 1217-6 DIN 8 polos\*



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

110 mm

12 mm

#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

2 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 80 °C

#### Punta

esférica ( $\varnothing$  5.0 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

Ulitem®

#### Cable

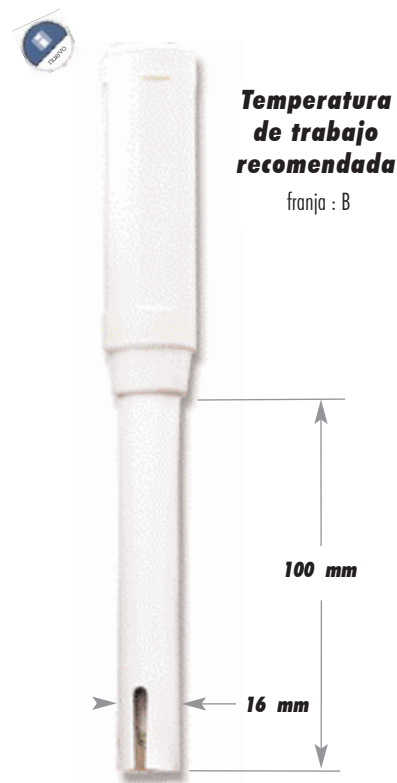
5 polos; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

medidas de campo, controles medio-ambientales

\*Utilizar con HI 83140 (consulte la sección D)

### HI 1285 multi-agujas (serie HI 9813) HI 1285 -6 con sensor de temperatura y "Cal-Check"



**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B

100 mm

16 mm

#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 ed EC T de 0 a 60 °C

#### Punta

esférica ( $\varnothing$  8.0 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

polipropileno

#### Cable

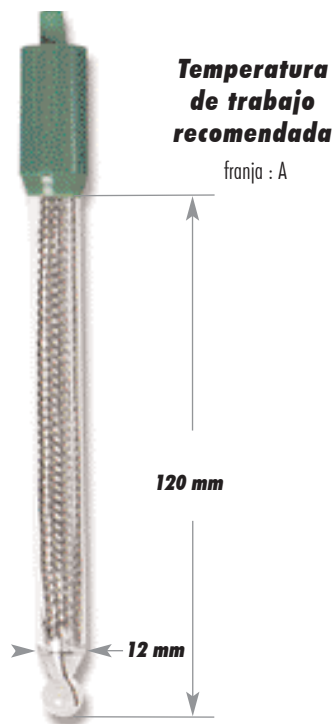
7 polos; 2 m de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

invernaderos, hidroponía, tratamiento aguas, condiciones ambientales, calderas, torres de evaporación

## HI 2110 Tipo de conector

HI 2110  BNC



### Semi-cámara de pH

#### Rango

pH de 0 a 12      T de -5 a 80 °C

#### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

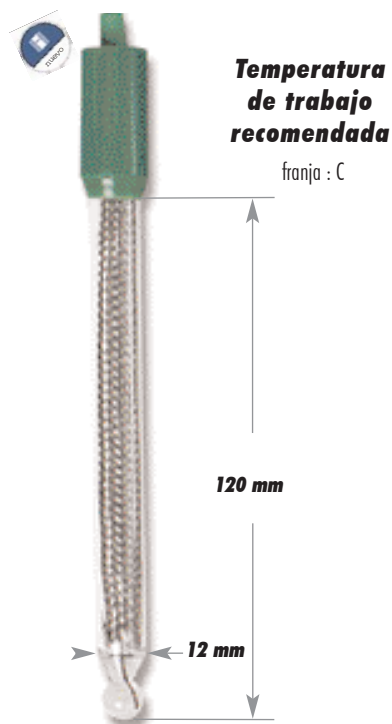
coaxial

#### Aplicaciones aconsejadas

titraciones

## HI 2111 Tipo de conector

HI 2111  BNC



### Semi-cámara de pH

#### Rango

pH de 0 a 14      T de 0 a 100 °C

#### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

#### Cuerpo

vidrio

#### Cable

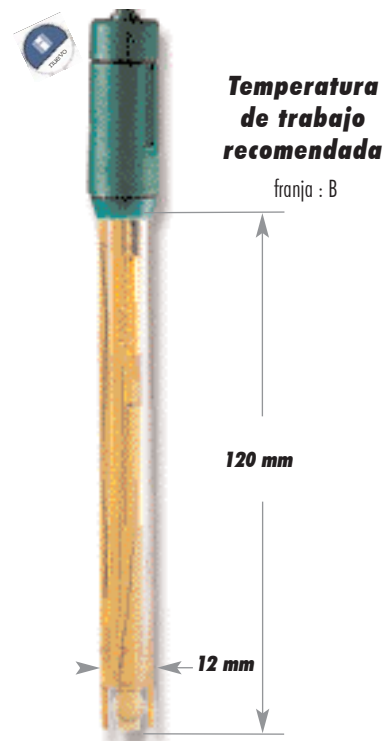
coaxial

#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, valores pH alcalinos

## HI 2112 Tipo de conector

HI 2112  BNC



### Semi-cámara de pH

#### Rango

pH de 0 a 13      T de -5 a 80 °C

#### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable

coaxial

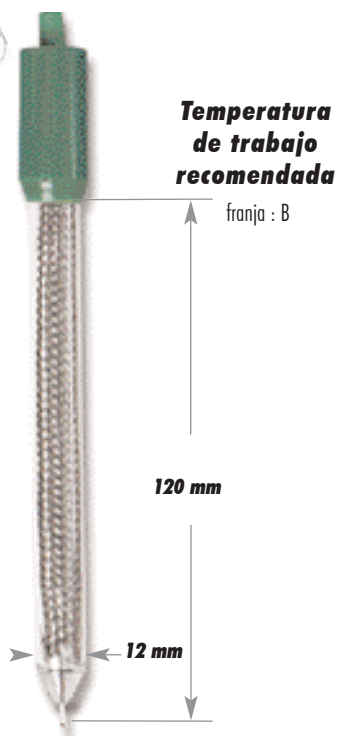
#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales

## Electrodos ORP simples

**HI 3133** Tipo de conector

HI 3133 B BNC



### Semi-cámara de ORP

ORP de platino

### Rango

mV T de -5 a 80 °C

### Punta

clavija de platino

### Cuerpo

vidrio

### Cable

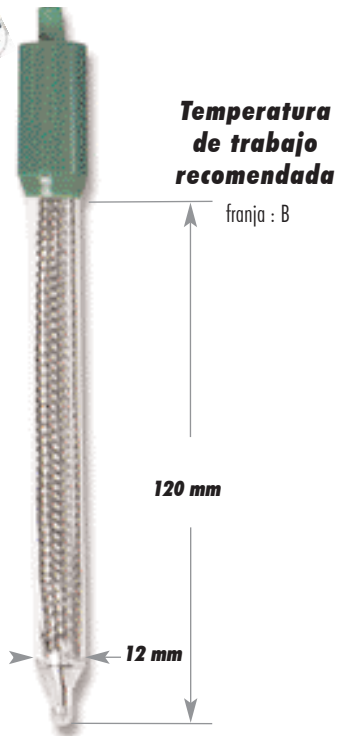
coaxial

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, titulaciones potenciométricas

**HI 5110** Tipo de conector

HI 5110 B BNC



### Semi-cámara de ORP

Ag

### Rango

mV T de -5 a 80 °C

### Punta

cilíndrica (Ø 3 mm)

### Cuerpo

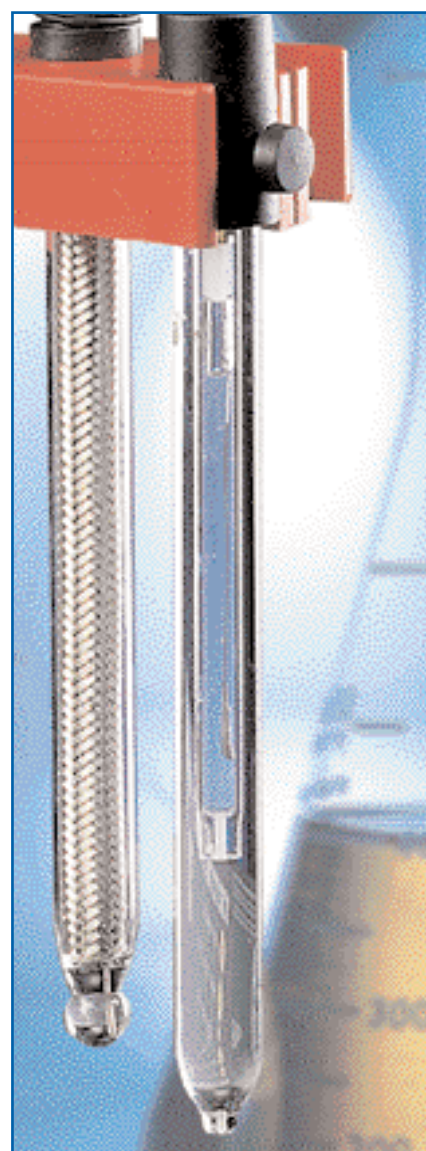
vidrio

### Cable

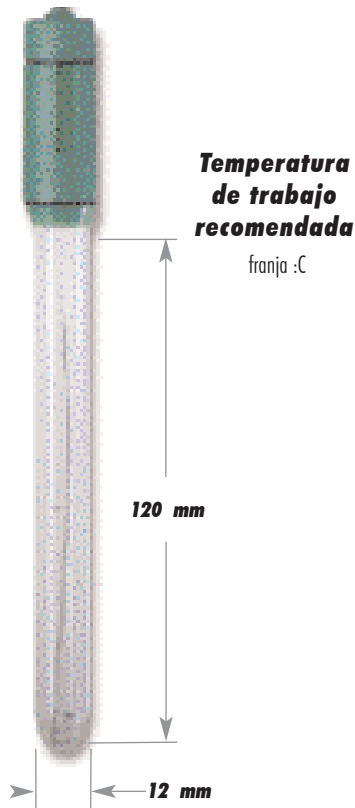
coaxial

### Aplicaciones aconsejadas

titulación plata



## HI 5311 conector banana de 4 mm



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

T de -5 a 100 °C

### Cuerpo

vidrio

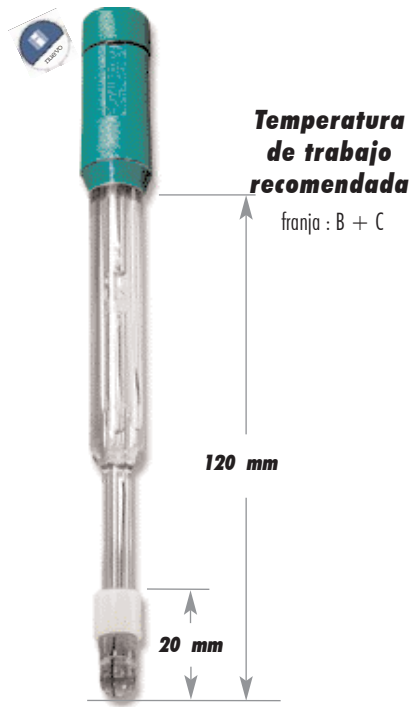
### Cable

simple; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales (con rango amplio de temperatura),  
ISE, titulaciones

## HI 5312 conector banana de 4 mm



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

teflón con manga

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

T de -5 a 80 °C

### Cuerpo

vidrio

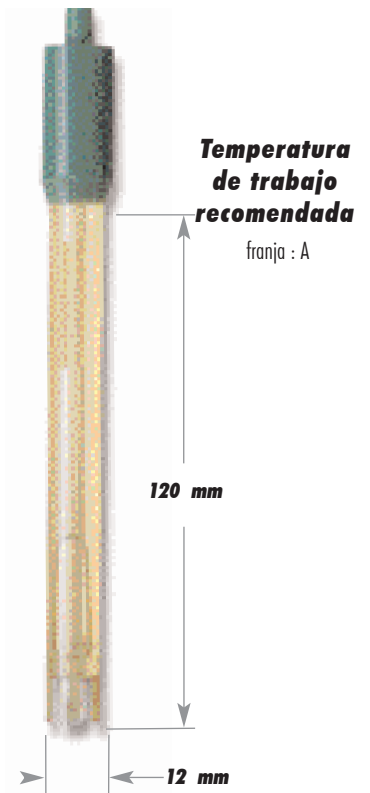
### Cable

simple; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

titraciones, muestras con suspensiones

## HI 5313 conector banana de 4 mm



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

cerámica

### Electrolito

gel (KCl 1M + AgCl)

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

T de -5 a 35 °C

### Cuerpo

Uitem®

### Cable

simple; 1 metro de longitud

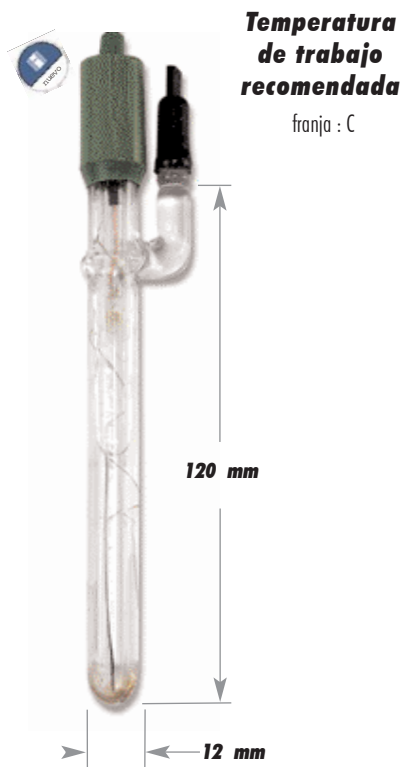
### Aplicaciones aconsejadas

sólo para FC 301B y HI 98401



## ELECTRODOS DE REFERENCIA

### HI 5314 conector banana de 4 mm



#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

doble de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

3 bar con contrapresión

#### Rango

T de -5 a 100 °C

#### Cuerpo

vidrio

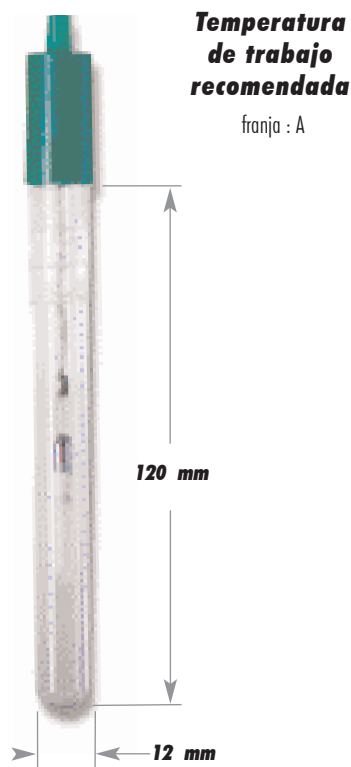
#### Cable

simple; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

medidas con relleno a distancia

### HI 5412 conector banana de 4 mm



#### Sistema de referencia

simple Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

T de -5 a 60 °C

#### Cuerpo

vidrio

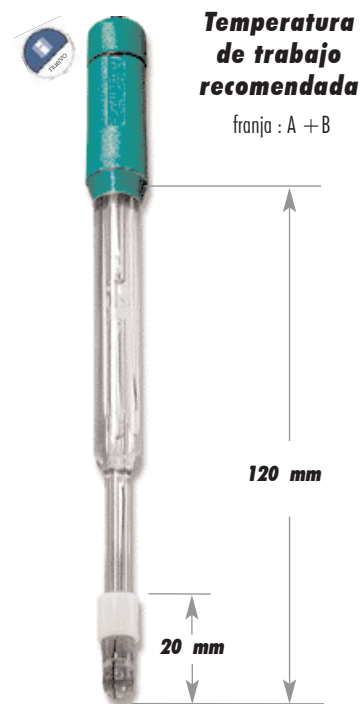
#### Cable

simple; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, ISE, titulaciones

### HI 5413 conector banana de 4 mm



#### Sistema de referencia

simple Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

#### Unión

Teflón con manga

#### Electrolito

KCl 3,5M

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

T de -5 a 60 °C

#### Cuerpo

vidrio

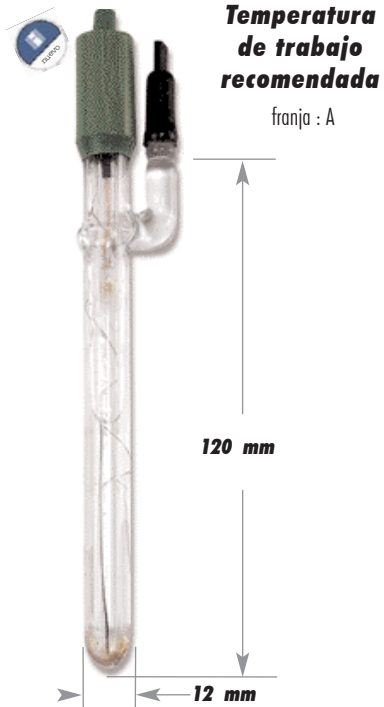
#### Cable

simple; 1 metro de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

muestras con suspensiones, ISE

## HI 5414 conector banana de 4 mm



### Sistema de referencia

simple Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

### Unión

doble de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

3 bar con contrapresión

### Rango

T de -5 a 60 °C

### Cuerpo

vidrio

### Cable

simple; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

medidas con relleno a distancia

**Electrodos para aplicaciones con presiones altas o en ambientes con altas concentraciones de sustancias contaminantes.**

Gracias al sistema especial de relleno del electrodo, es posible conectar un tanque externo para aumentar la cantidad del electrolito de la semi-cámara de referencia y la presión interna del electrodo.

En este modo, la unión es capaz de trabajar en ambientes con presiones altas, sin que se presente el riesgo de implosión.

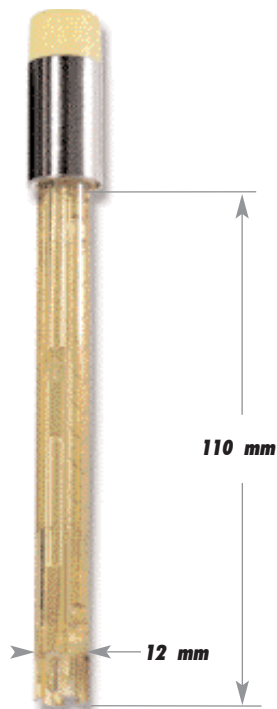


## ELECTRODOS DE REPUESTO

### HI 12170 Conector de rosca 3 polos (para HI 9214N)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

2 bar

#### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

#### Punta

esférica (Ø 5.0 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable

no

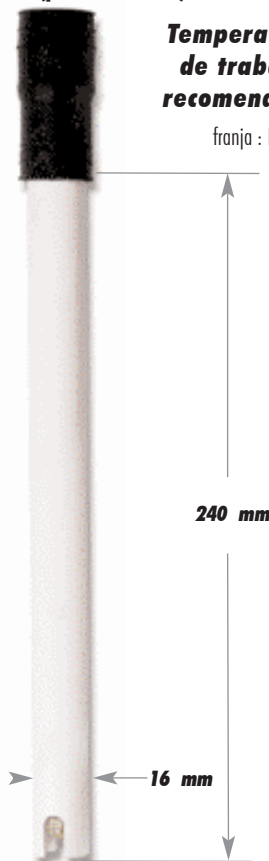
#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales

### HI 1219 Conector de rosca (para HI 981408)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

3 bar

#### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 60 °C

#### Punta

esférica (Ø 5.0 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

polipropileno

#### Cable

no

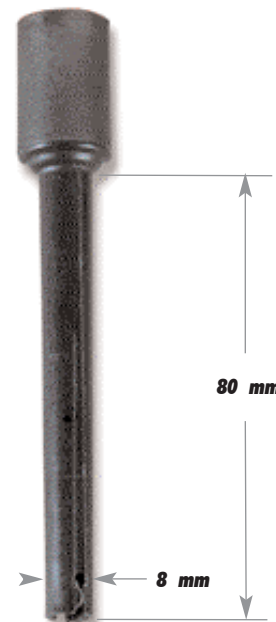
#### Aplicaciones aconsejadas

medidas de campo, soluciones de regadío

### HI 1270 Conector de rosca (para HI 98103 y HI 99104)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

0.1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 50 °C

#### Punta

esférica (Ø 3.0 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

polipropileno

#### Cable

no

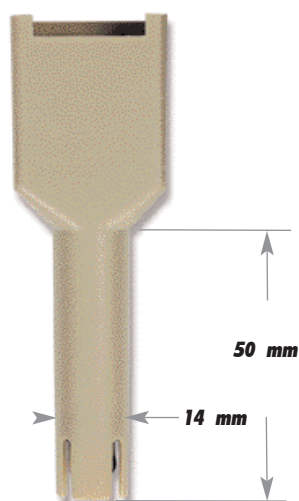
#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, medidas de campo

## HI 1280 multi-agujas (para HI 98111)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

gel

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 70 °C

### Punta

esférica (∅ 5.0 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

polipropileno

### Cable

no

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, medidas de campo

## HI 1285 multi-agujas

HI 1285

-0

(series HI 9811, HI 9812 y HI 9813)

unión de fibra, electrolito de gel

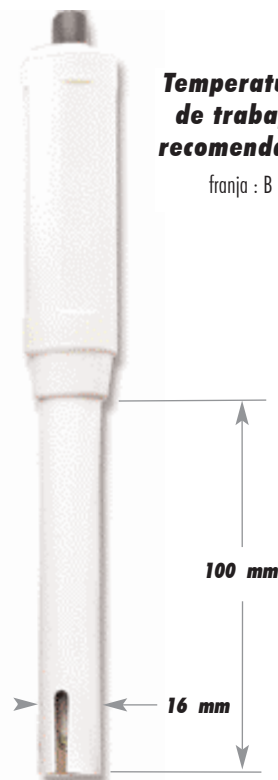
HI 1285

-5

con sensor de temperatura

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

fibra

### Electrolito

gel

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13 ed EC T de 0 a 60 °C

### Punta

esférica (∅ 8.0 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

polipropileno

### Cable

7 polos; 2 m de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

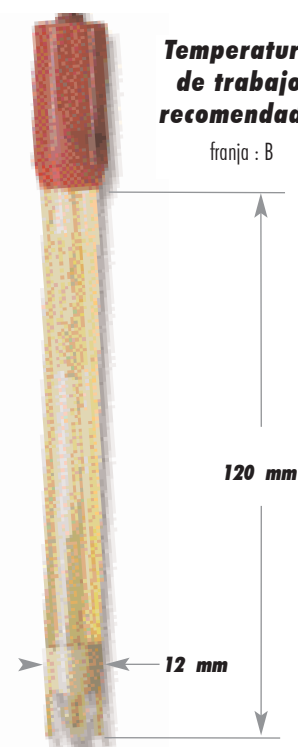
invernaderos, hidroponía, tratamiento aguas, condiciones ambientales, calderas, torres de evaporación

## HI 1286 conector BNC

(para 981401N y HI 981402)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

Teflón®

### Electrolito

polímero

### Presión máx.

3 bar

### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 80 °C

### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

coaxial; 2 m de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, tratamiento aguas, aplicaciones agrícolas

## ELECTRODOS DE REPUESTO

### HI 1288

conector DIN 7 polos  
(para HI 991300 y HI 991301)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 ed EC T de 0 a 60 °C

#### Punta

esférica (∅ 8.5 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

PVC

#### Cable

7 polos; 2 m de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, tratamiento aguas, aplicaciones agrícolas, tratamiento aguas, calderas, torres de evaporación

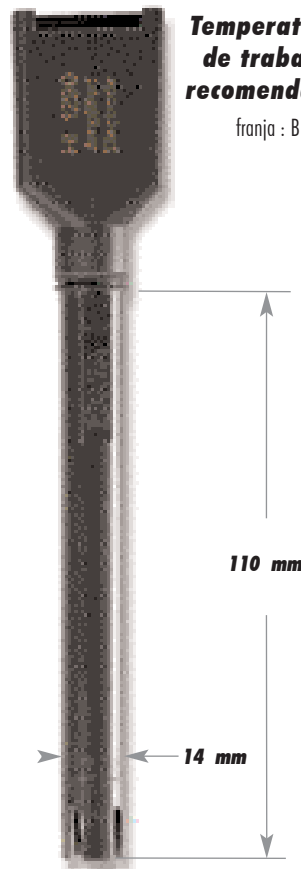


### HI 1290

multi-agujas (para HI 98112)

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

0,2 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 70 °C

#### Punta

esférica (∅ 5.0 mm)

#### Sensor de temperatura

sí

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

polipropileno

#### Cable

no

#### Aplicaciones aconsejadas

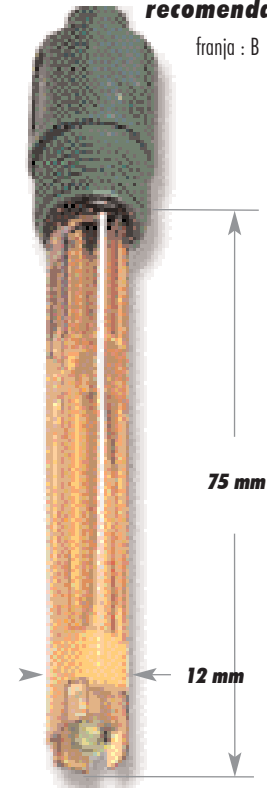
usos generales, medidas de campo

### HI 1293

conector BNC

**Temperatura de trabajo recomendada**

franja : B



#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

Teflón®

#### Electrolito

polímero

#### Presión máx.

3 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 T de 0 a 70 °C

#### Punta

esférica (∅ 7.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

sí

#### Cuerpo

Ultem®

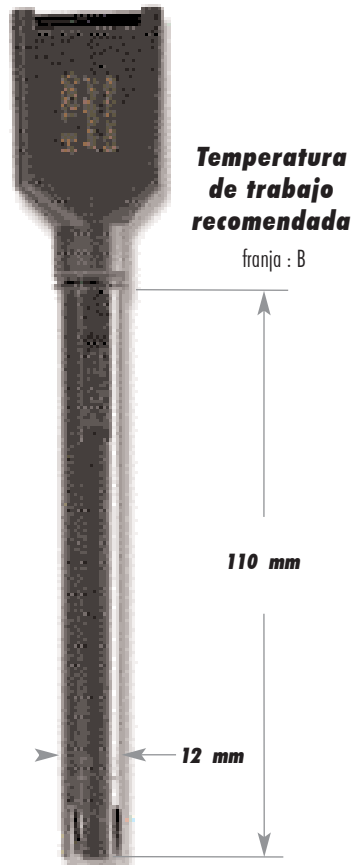
#### Cable

5 polos; 2 m de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

hidroponía, invernaderos

## HI 1295 *multi-agujas (para HI 98113)*



### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

gel

### Presión máx.

2 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 70 °C

### Punta

esférica (Ø 5.0 mm)

### Sensor de temperatura

sí

### Amplificador

sí

### Cuerpo

polipropileno

### Cable

no

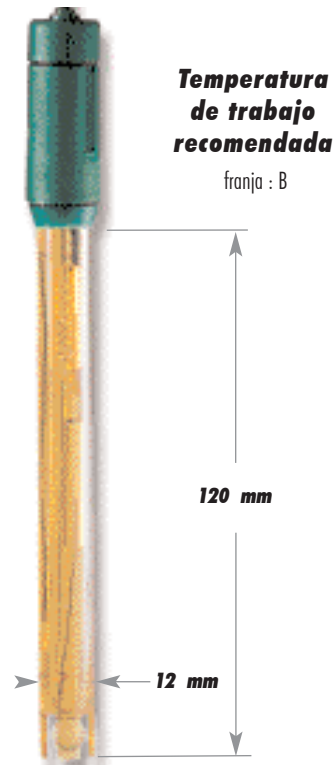
### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, medidas de campo

## HI 1333 *Tipo de conector*

(para HI 9815)

HI 1333 **B** unión de fibra, electrolito de gel



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

simple de cerámica

### Electrolito

KCl 3,5M

### Presión máx.

0,1 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

### Punta

esférica (Ø 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

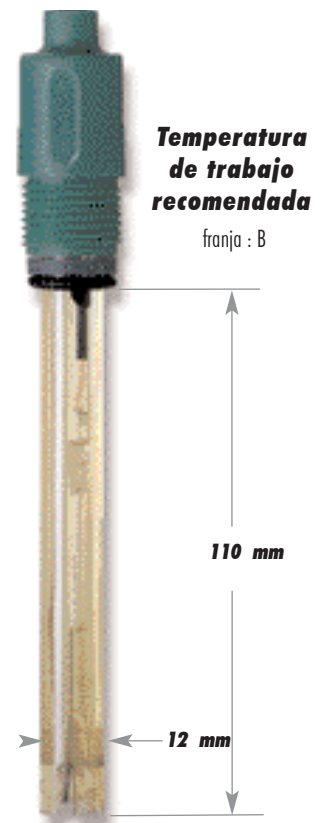
coaxial; 1 metro de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

medidas de campo

## HI 2114P *Tipo de conector*

(para 981406)



### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

### Unión

fibra

### Electrolito

gel

### Presión máx.

3 bar

### Rango

pH de 0 a 13      T de 0 a 80 °C

### Punta

esférica (Ø 7.5 mm)

### Sensor de temperatura

no

### Amplificador

no

### Cuerpo

Ultem®

### Cable

coaxial; 2 metri de longitud

### Aplicaciones aconsejadas

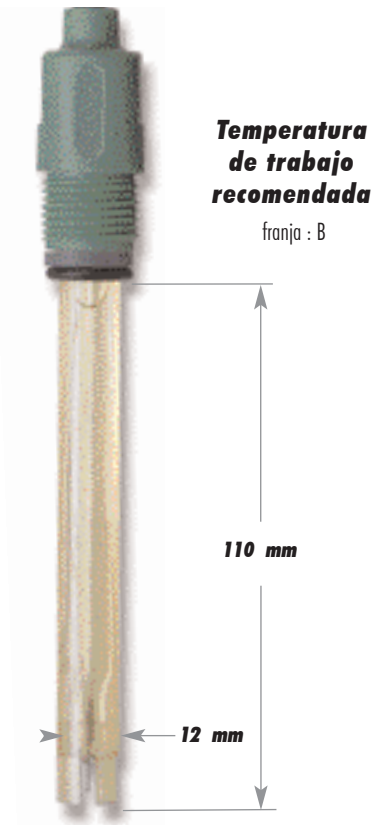
usos generales, medidas en agricultura



## ELECTRODOS DE REPUESTO

### HI 3214P

Tipo de conector  
(para HI 981406 y HI 982401)



#### Sistema de referencia

doble Ag/AgCl

#### Unión

fibra

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

3 bar

#### Rango

ORP T de 0 a 80 °C

#### Punta

clavija de platino

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

Ultem®

#### Cable

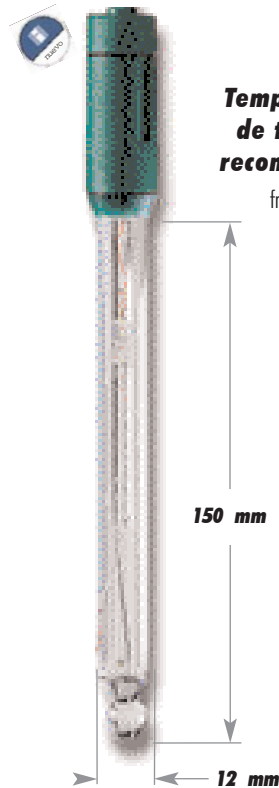
coaxial; 2 metros de longitud

#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales, medidas en agricultura, desinfección

### HI 1110B

Tipo de conector  
(para pH 20 e pH 21)



#### Sistema de referencia

simple Ag/AgCl

#### Unión

simple de cerámica

#### Electrolito

gel

#### Presión máx.

0,1 bar

#### Rango

pH de 0 a 13 T de -5 a 100 °C

#### Punta

esférica (∅ 9.5 mm)

#### Sensor de temperatura

no

#### Amplificador

no

#### Cuerpo

vidrio

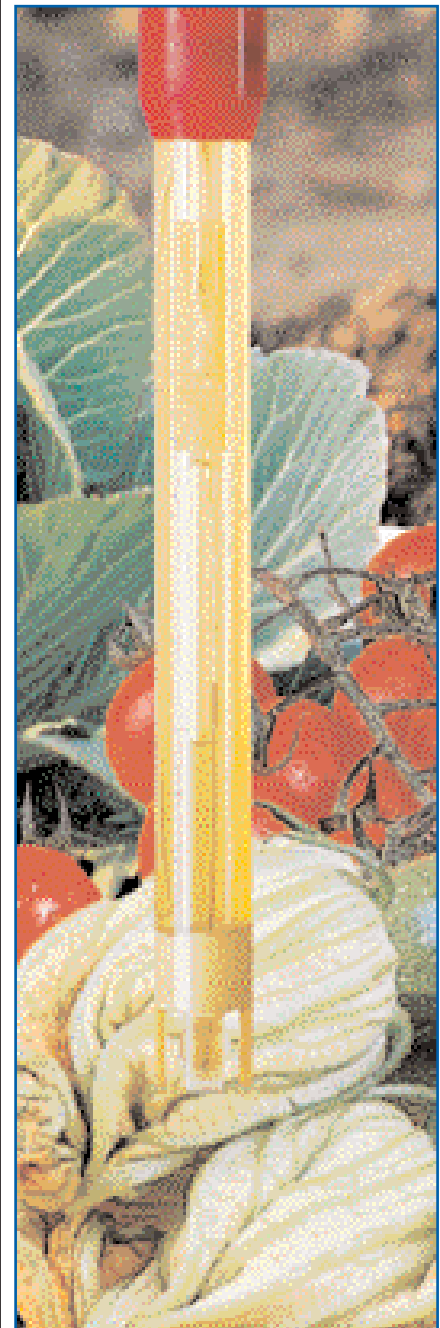
#### Cable

coaxial; 1 metro de longitud

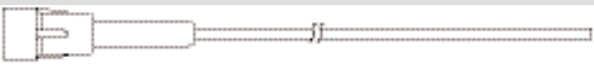
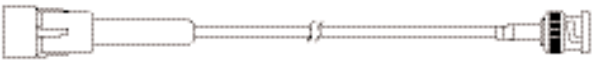





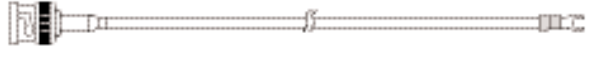
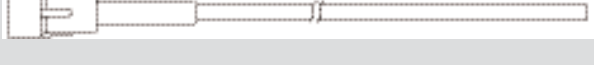
#### Aplicaciones aconsejadas

usos generales de laboratorio

### HI 1286: Medidas de pH en las aplicaciones agrícolas



## Cables para electrodos

| Código  | Longitud cable  | Cables y conectores  | Descripción   |
|---|---|--|---|
| HI 7854/1<br>HI 7854/10<br>HI 7854/15<br>HI 7854/3<br>HI 7854/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |    | cable diámetro 3.0 mm con conector de rosca                 |
| HI 7855/1<br>HI 7855/10<br>HI 7855/15<br>HI 7855/3<br>HI 7855/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |    | cable diámetro 3.0 mm con conectores de rosca y BNC         |
| HI 7856/1<br>HI 7856/10<br>HI 7856/15<br>HI 7856/3<br>HI 7856/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |    | cable diámetro 3.0 mm con conectores de rosca y Estándar US |
| HI 7857/1<br>HI 7857/10<br>HI 7857/15<br>HI 7857/3<br>HI 7857/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |    | cable diámetro 3.0 mm con conectores de rosca y DIN         |
| HI 7858/1<br>HI 7858/10<br>HI 7858/15<br>HI 7858/3<br>HI 7858/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |  | cable diámetro 3.0 mm con conectores BNC                    |
| HI 7859/1<br>HI 7859/10<br>HI 7859/15<br>HI 7859/3<br>HI 7859/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |  | cable diámetro 3.0 mm con conectores BNC y DIN              |
| HI 7860/1<br>HI 7860/10<br>HI 7860/15<br>HI 7860/3<br>HI 7860/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |  | cable diámetro 3.0 mm con conectores BNC y Estándar US      |
| HI 7861/1<br>HI 7861/10<br>HI 7861/15<br>HI 7861/3<br>HI 7861/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |  | cable diámetro 3.0 mm con conectores BNC a foma de bayoneta |
| HI 778P/1<br>HI 778P/10<br>HI 778P/15<br>HI 778P/3<br>HI 778P/5 | 1 metro<br>10 metros<br>15 metros<br>3 metros<br>5 metros |  | cable diámetro 5.0 mm con conectores de rosca               |