

# Selección de un calibrador de temperatura industrial

## Nota de aplicación

Cientos de fabricantes de calibradores de pozo seco de todo el mundo fabrican cientos de modelos de calibradores de pozo seco distintos. ¿Cómo saber cuál funciona mejor y cuál se adapta mejor a su trabajo? A continuación le indicamos diez aspectos importantes a tener en cuenta.

### Conozca sus necesidades

Los calibradores de pozo seco pueden presentar numerosas características difíciles de comprender. Para saber qué características son las más importantes para usted debe conocer el modo en que va a utilizar su calibrador de pozo seco.

¿Lo usará en un laboratorio o para tareas de campo? ¿Qué temperaturas necesitará? ¿Qué tipo de rendimiento necesita? ¿Desea mejorar el rendimiento con una mayor velocidad o con una mayor capacidad? ¿Qué precisión presentan los termómetros que va a calibrar en su pozo seco? es decir, ¿qué precisión deberá tener su calibrador de pozo seco? ¿Confiará en la pantalla del calibrador de pozo seco como temperatura de referencia o utilizará un termómetro externo? ¿Qué longitud tienen los termómetros que va introducir en el pozo seco? ¿Va a calibrar sensores cortos o de formas extrañas que irían mejor en un baño líquido? ¿Desea automatizar sus calibraciones en pozo seco? Etcétera.



Existe una gran variedad de calibradores de pozo seco a elegir, por lo que encontrar el correcto para sus aplicaciones y uso podría convertirse en una ardua tarea. Lea este artículo para saber qué debe tener en cuenta cuando compre su próximo calibrador.

### Rango de temperatura

Lo ideal es que sus calibradores de pozo seco abarquen todas las temperaturas a las que los termómetros deban calibrarse (restando algo de margen para poder ahorrar). Si tiene demasiado margen para el ahorro, probablemente iba a gastar más de la cuenta. Tenga cuidado al evaluar las especificaciones de límites mínimos, por ejemplo: “-40 °C” no es lo mismo que “-40 °C por debajo de la temperatura ambiente.”

### Fiabilidad

Cuanto más frecuentemente lleve su calibrador de pozo seco de un extremo a otro de su rango de temperatura, más se abreviará el tiempo de vida útil del calibrador. Esto es así especialmente en pozos secos “fríos”, basados en refrigeración termoeléctrica. El tiempo de vida útil de estos dispositivos se abrevia si se someten a ciclos extremos y a un uso excesivo a la máxima temperatura del rango del calibrador de pozo seco.

Si su aplicación requiere uno de estos modos de uso, piense en adquirir una unidad adicional para altas temperaturas.

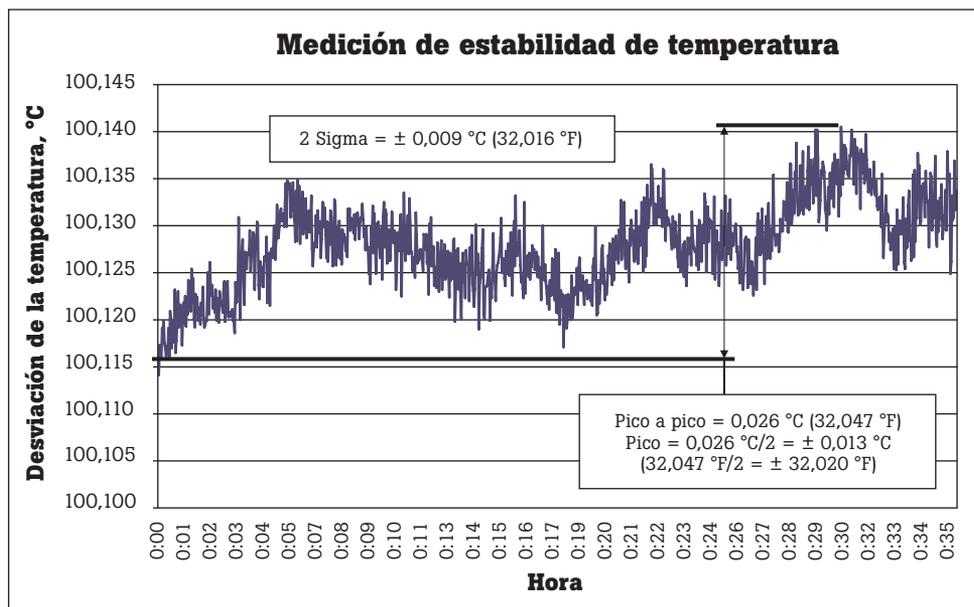
Busque bloques e insertos fabricados en material biodegradable. El cobre, por ejemplo, presenta excelentes propiedades térmicas, pero se puede oxidar rápidamente y escamarse como resultado de un historial térmico de temperaturas extremas.

### Precisión

Hay cuatro aspectos de la precisión del pozo seco que debe conocer. En primer lugar, el sensor de control interno de su calibrador de pozo seco (que envía información a la pantalla del aparato) es bastante económico, y no presenta las robustas características de rendimiento de un buen termistor de referencia o PRT (o termopar de metales nobles, como podría ser el caso). Si se trata de un RTD (como la mayoría) estará expuesto a cambios tras un impacto mecánico, y podría mostrar una histéresis deficiente. No obstante, podría ser perfectamente adecuado para su aplicación.

En segundo lugar, el sensor de control y el sistema de visualización probablemente se hayan calibrado con un PRT de referencia de alta calidad. Sin embargo, el PRT de referencia se introdujo en un pozo en particular, a una profundidad particular, y tiene una estructura de sensor particular. Las características térmicas y mecánicas específicas del PRT de referencia (longitud del sensor, ubicación del sensor, conductividad del cable, etc.), básicamente se han "calibrado dentro de" su pozo seco. Por ello, a menos que esté calibrando un sensor con una estructura idéntica, situado en la misma posición que el PRT de referencia utilizado para calibrar su pozo seco, la precisión de su pantalla podría no ser realmente la que dice ser.

En tercer lugar, los termómetros de referencia externos suelen ser más precisos que los sensores de control internos. Las sondas externas comparten con las sondas en proceso de comprobación un "punto de vista" más común acerca de la temperatura del bloque que el sensor de control interno. No obstante, tenga en cuenta que



No dude en solicitar información sobre estabilidad y documentación que le pueda ayudar a tomar la decisión.

usar simplemente un termómetro de referencia externo no significa necesariamente que su medición sea más precisa. También deberá saber cómo se especifica su lectura de referencia. Muchas pantallas presentan una resolución deficiente, y no aceptan las constantes de calibración de algunos tipos de termómetro específicos. Así pues, asegúrese de tener en cuenta tanto la sonda de referencia como el sistema electrónico que muestra su lectura. Probablemente, un calibrador de pozo seco con una lectura de referencia integrada solo especifique la precisión de la lectura, no la precisión combinada de la lectura y la sonda.

En cuarto lugar, existe una precisión mucho mayor que la que ofrecen el sensor interno calibrado y una referencia externa calibrada. También debe tener en cuenta (dependiendo de su uso del calibrador de pozo seco) los cinco aspectos siguientes: estabilidad, gradientes axiales, gradientes radiales, efectos de carga e histéresis.

### Estabilidad

La European Association of National Metrology Institutes (Asociación Europea de Institutos de Metrología Nacionales), en su documento EURAMET/Cg-13/V.01, define "estabilidad" como la variación de temperatura "durante un periodo de 30 minutos." No confíe demasiado en la pantalla de su calibrador de pozo seco a la hora de indicar la estabilidad. La resolución de la pantalla y las técnicas de filtración que utiliza pueden limitar su capacidad de mostrar la estabilidad. Asimismo, la relevancia de la estabilidad del sensor de control está limitada a la estabilidad en el fondo del pozo que esté utilizando.

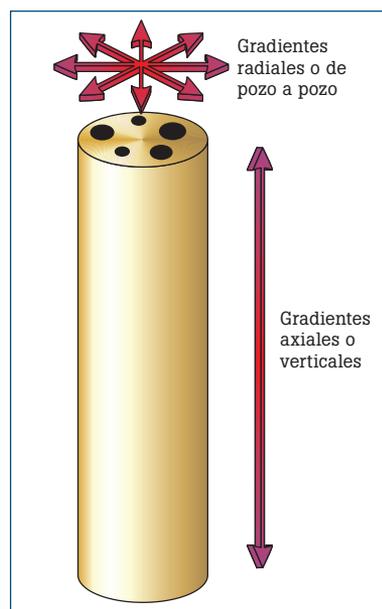
Del mismo modo, recuerde que la estabilidad a largo plazo o "desviación" del sensor de control requiere que la pantalla del pozo seco se calibre periódicamente. ¿Cuánto tiempo puede pasar entre calibraciones? Eso depende del calibrador de pozo seco y de cómo se utilice. El mejor consejo es comenzar con intervalos de calibración breves (3-6 meses) y, más adelante, ir prolongando los intervalos a medida que el pozo seco demuestre su capacidad de "mantener" su calibración.

## Gradientes axiales (o "verticales") (sweet spots)

Como el extremo superior de un pozo seco está directamente (o muy estrechamente) expuesto al entorno ambiental, la temperatura en ese extremo del pozo seco está más cercana a la temperatura ambiente y es menos estable que en el extremo inferior del pozo. No es más que física. Según las directrices de la EA, los calibradores de pozo seco deben tener una "zona con suficiente homogeneidad de temperatura, de al menos 40 mm (1,5 pulg.) de longitud."

La gradiente de temperatura axial del calibrador de pozo seco puede dar lugar a errores de medición significativos al comparar dos sondas entre ellas introduciéndolas a diferentes profundidades (¡debe evitarse!). También puede suceder al comparar dos sondas a la misma profundidad, pero con una estructura de sensor claramente distinta (p. ej. con diferentes longitudes de sensor).

Los errores de medición fruto de una gradiente de temperatura axial del pozo seco también pueden ser significativos si la sonda que se está comprobando se introduce a una profundidad distinta, o es claramente diferente en cuanto a estructura de la sonda de referencia utilizada para calibrar el pozo seco, especialmente si es la pantalla del calibrador de pozo seco la que se va a utilizar para la temperatura de referencia.



Las gradientes axiales y radiales son datos importantes a tener en cuenta en su proceso de calibración.

Las gradientes axiales pueden reducirse mediante técnicas de diseño, como incrementar la profundidad y masa de bloque, aislamiento, control de zona múltiple y uso de calefacción perfilada o heterogénea. Las gradientes axiales también pueden medirse, aunque es difícil separar una medición de gradientes axiales de los efectos tubo inherentes a la sonda que realiza la comprobación.

## Gradientes radiales (o "de pozo a pozo")

Para asegurarnos de que entendemos los términos del mismo modo, "bloque" se refiere a la masa de metal fija que suele contener o estar rodeada por los elementos calefactores; "inserto" hace referencia a una masa de metal que se puede extraer del bloque fijo, y "pozo" u "orificio" es el agujero taladrado en el inserto o el pozo en el que se introducen los termómetros.

Las gradientes radiales limitan la utilidad de comparar una sonda en un pozo con otra sonda en otro pozo. Mientras el sensor de control del pozo seco mide la temperatura en una ubicación fija, las temperaturas pueden variar dentro de los distintos pozos de medición, debido a variaciones en las distancias entre los pozos y los calefactores y variaciones en los patrones de los orificios y el modo en que el calor fluye hacia y alrededor de estos orificios. En algunos casos, la temperatura de un pozo específico puede incluso variar dependiendo del modo en que los insertos se hayan girando dentro del bloque.

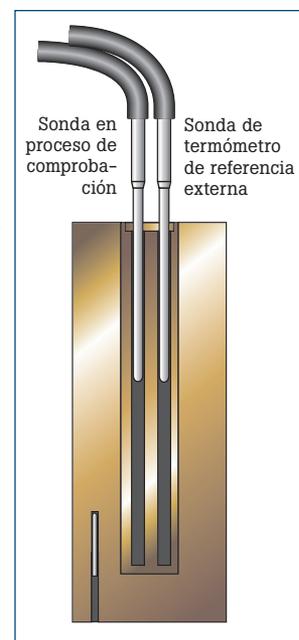
Para complicarlo todavía más, es difícil comparar una sonda de un diámetro en un pozo con otra sonda de otro diámetro en otro pozo. Las sondas con más conductividad térmica transmiten mayor influencia del entorno ambiental al bloque. Solo por ese motivo, las sondas de grandes diámetros (10 mm [3/8 pulg.] de diámetro) no suelen ser las más adecuadas para la calibración en pozos secos.

## Efectos de carga

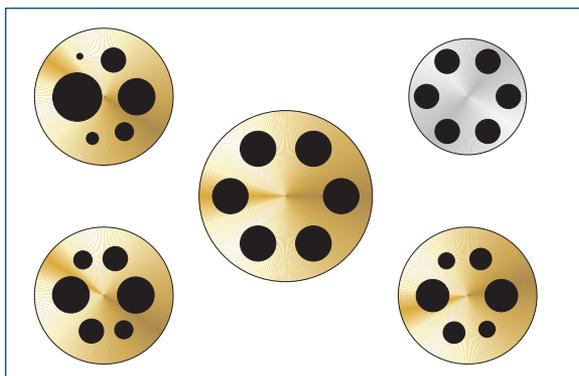
Por cuanto a extracción de calor se refiere, cuantas más sondas se introduzcan en un pozo seco, más calor se extraerá o se transmitirá al pozo, dependiendo de su temperatura en relación con la temperatura ambiente. La pantalla de un pozo seco suele calibrarse cargada con una sola sonda de referencia. Si se añaden más sondas se puede crear una diferencia de temperatura entre el sensor de control y cualquiera de las sondas del interior del bloque. Dichos efectos se pueden medir fácilmente añadiendo sondas y anotando el cambio de temperatura desde la lectura de la primera sonda. Las características de diseño de los pozos secos (masa del bloque, profundidad del pozo, aislamiento y control de temperatura de múltiples zonas) pueden reducir los efectos de carga, al igual que puede reducirlos el uso de sondas de pequeño diámetro. Cuanto más profunda quede la sonda en el pozo seco, mejor.

## Histéresis

La histéresis es la desviación en la temperatura real de un pozo seco que resulta de la dirección desde la que se enfoque la temperatura. Es el mayor valor en el punto intermedio del rango de un pozo seco. Por ejemplo, el punto intermedio aproximado de un pozo seco con un rango de temperatura entre 35 °C y 600 °C es de unos 300 °C. La temperatura real en el punto intermedio, en relación con un termómetro de referencia, variará en cierta medida cuando se enfoque desde una temperatura más alta que si se enfoca desde una más baja. Esta desviación, o histéresis, depende de las características del sensor de control. El impacto de la histéresis se ve significativamente reducido al comparar una sonda de comprobación con una sonda de referencia externa. Los efectos de la histéresis deben conocerse al comparar con la pantalla calibrada del pozo seco.



En sondas cortas, la máxima precisión puede obtenerse comparando con una sonda similar a la misma profundidad de pozo.



La disponibilidad de varios bloques o insertos pueden mejorar la flexibilidad de su calibrador y permitir varias calibraciones simultáneas.

**Flexibilidad**

Los pozos secos más flexibles incluyen insertos extraíbles con múltiples orificios. Los insertos de múltiples orificios pueden albergar sondas múltiples más grandes de distintos tamaños. Al pensar en el número de sondas a utilizar en un solo inserto, recuerde tener en cuenta el diámetro del cubo de la sonda (a veces denominado el "asidero" de la sonda). Los orificios de los insertos deben presentar una separación adecuada entre ellos para evitar que los cubos de las sondas interfieran unos con otros.

**Profundidad de inmersión**

Los errores de inmersión de la sonda (o errores de "conducción del tubo") pueden ser enormes. No solo varían con el pozo seco, sino con la sonda que se coloca en el pozo seco. Las distintas sondas utilizan diferentes diseños y técnicas de fabricación, incluyendo el tamaño y la ubicación del sensor dentro del conjunto de la sonda y el tipo y tamaño de los cables que se usan en ella. Por ello, las diferentes sondas presentan distintas características de inmersión. Estas características pueden comprobarse anotando los cambios en las lecturas de una misma sonda a diferentes profundidades a la misma temperatura. En general, los pozos más profundos eliminan mejor el "efecto tubo" debido a una inmersión inadecuada. La aplicación de un "control de zona" del calefactor superior en un pozo seco también ayuda a reducir este efecto. Si utiliza sondas demasiado cortas para alcanzar adecuadamente la zona de medición homogénea del pozo seco (normalmente en el fondo del pozo), piense en utilizar un baño en su lugar. Como mínimo, asegúrese de compararla con otra sonda insertada a la misma profundidad en otro pozo. (Véase la imagen de la página anterior)

**Conclusión**

El tamaño, el peso, la velocidad y la capacidad, todos ellos implican importantes compromisos: entre ellos y frente a muchas de las características de rendimiento recién descritas. Por ejemplo, una masa térmica grande y profunda puede proporcionar la mayor capacidad, menos gradientes y una mejor estabilidad, pero probablemente no será demasiado compacta, ligera ni rápida. En general, los pozos secos más rápidos y ligeros proporcionan un menor rendimiento. La alta velocidad y alta estabilidad también son difíciles de obtener en el mismo diseño de bloque. Por ello es importante comprender cómo se utilizará su pozo seco, y las características de las sondas que se calibrarán en ellos. Al fin y al cabo, son estas sondas que va a calibrar las que deberán tomar por usted la decisión de si utilizar un baño, un pozo metrológico o un pozo seco de campo.

**Fluke Calibration.**  
*Precisión, rendimiento, confianza.™*

- Electrical
- RF
- ▶ Temperature
- Pressure
- Flow
- Software

**Fluke Calibration**  
PO Box 9090, Everett, WA 98206 EE.UU.

**Fluke Europe B.V.**  
PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, Países Bajos

**Para obtener más información:**  
En los EE.UU. (877) 355-3225 o  
fax (425) 446-5116  
En Europa/Oriente Medio/África  
+31 (0) 40 2675 200 o  
fax +31 (0) 40 2675 222  
En Canadá (800)-36-FLUKE o  
fax (905) 890-6866  
En otros países +1 (425) 446-5500 o  
fax +1 (425) 446-5116  
Página web: <http://www.flukecal.com>

©2011 Fluke Corporation.  
Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.  
Impreso en los Estados Unidos. 10/2011 4115686A A-ES

**No está permitida la modificación del presente documento sin una autorización escrita de Fluke Corporation.**

Pub-ID 11881-spa