

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA INGENIERIAS INDUSTRIALES

LABORATORIO DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN DE  
PRESIÓN Y TEMPERATURA (TERMOCAL)



**“IMPLICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN Y  
METROLOGÍA DE LAS MAGNITUDES PRESIÓN Y  
TEMPERATURA EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL  
Y EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS  
LABORALES (PRL) EN LOS DIFERENTES  
SECTORES DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL”**

Autores:

Miguel A. Villamañan Olfos  
María C. Martín González  
José J. Segovia Puras  
Cesar R. Chamorro Camazón  
José María Cid Amigo  
Juan Gil Sánchez

Diciembre 2014



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	2
2.1. JUSTIFICACIÓN .....	2
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN .....	2
2.2. OBJETIVOS .....	3
2.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
2.2.2 OBJETIVOS GENERALES .....	4
3. MEDIOS UTILIZADOS .....	4
3.1 MEDIOS MATERIALES.....	4
3.2 MEDIOS HUMANOS .....	5
4. METODOLOGIA EMPLEADA.....	5
4.1 MÉTODO DE TRABAJO.....	5
4.2 RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN A PARTIR DEL HISTORICO DE TRABAJOS REALIZADOS .....	5
4.3 CORRELACIÓN ENTRE EQUIPOS CALIBRADOS Y LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES .....	6
4.4 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE PRESIÓN Y TEMPERATURA .....	6
5. RESULTADOS .....	6
5.1. CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS Y RELACIÓN DE TIPO DE EQUIPOS CALIBRADOS .....	6
5.1.1 ÁREA DE TEMPERATURA.....	6
5.1.1 ÁREA DE PRESIÓN.....	12
5.2 CORRELACIÓN ENTRE EQUIPOS CALIBRADOS Y MEJORA DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	15
5.3 EJEMPLO- MUESTRA DE CALIBRACIÓN DE UN EQUIPO DE MEDIDA DE PRESIÓN Y TEMPERATURA (MANOTERMÓGRAFO) .....	23
5.3.1 DESCRIPCIÓN Y USO DEL EQUIPO A CALIBRAR.....	23
5.3.2. CALIBRACIÓN DEL MANOTERMÓGRAFO EN PRESIÓN .....	25
5.3.3. CALIBRACIÓN DEL MANOTERMÓGRAFO EN TEMPERATURA .....	32
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	37
7. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.....	39
8 CONCLUSIONES.....	40
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

Anexo I. Acreditación Nº 92/LC10.063. Laboratorio Termocal.

Anexo II. Instrumentos de medida



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende correlacionar la calibración de equipos de medida de presión y temperatura (áreas metrológicas de acreditación de TERMOCAL) con los aspectos de mejora de la seguridad industrial y la prevención de riesgos laborales en las actividades industriales más representativas:

- Industria manufacturera en una amplia panoplia (industria de la alimentación- productos cárnicos, lácteos, panadería y pastas alimenticias, azúcar, cacao, chocolate, repostería, preparados alimenticios homogeneizados y productos dietéticos, procesado y conservación de pescados, crustáceos y moluscos, procesado y conservación de frutas y hortalizas, fabricación de productos lácteos, industria de bebidas,...)
- Industrias extractivas (piedra, arena, arcilla)
- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado
- Fabricación, reparación y venta de vehículos de motor, remolques y semirremolques
- Fabricación de material de tipo eléctrico
- Reparación e instalación de maquinaria y equipo
- Fabricación de hierro, acero y ferroaleaciones
- Fabricación de productos minerales no metálicos
- Fabricación de productos de caucho y plástico
- Fabricación de productos farmacéuticos
- Industria de la madera y del corcho
- Industrias avícolas, piscícolas y ganaderas
- Recogida, tratamiento y eliminación de residuos
- Construcción
- Actividades profesionales científicas y técnicas (I+D, ingeniería de ensayos y análisis técnicos, actividades sanitarias)
- Transporte terrestre y por tubería, almacenamiento

En todos estos casos el presente estudio se basa en casos reales con los resultados obtenidos en los archivos de actividad de TERMOCAL, relacionando el número de empresas y el tipo de dispositivos calibrados (tipos de termómetro- según sensor, estufas, hornos, autoclaves, neveras, arcones congeladores, incubadoras, cámaras climáticas, termómetros de radiación de infrarrojos, termomanómetros, manómetros neumáticos e hidráulicos con diferentes tipos de sensor de presión...). Junto a ello se indicará el posible riesgo por falta de calibración de instrumento de medida de temperatura y/o presión, clasificándolos por sector industrial, y dentro del dicho sector por tipo de dispositivo.



## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 2.1. JUSTIFICACIÓN

En este apartado se pretende justificar el valor añadido aportado a la Prevención de Riesgos Laborales de las organizaciones que deciden calibrar su instrumentación. Esta decisión viene motivada generalmente por cuestiones relacionadas con la certificación de la calidad, la mejora de la calidad, el cumplimiento de alguna norma de carácter obligatorio para su actividad, algún requisito legal, mejora de la eficacia de sus procesos productivos, etc...

Sin embargo, antes de exponer los motivos por los que se hace realiza este trabajo, se ha considerado oportuno realizar una breve descripción del Laboratorio de Metrología y Calibración de Presión y Temperatura de la Universidad de Valladolid (Termocal), con el fin de que al conocer su actividad y finalidad pueda entenderse con mayor claridad el fin de este estudio.

#### 2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

El laboratorio de Metrología y Calibración Termocal está acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) desde noviembre de 1999 en los campos de Fluidos-presión y Temperatura (acreditación 92/LC10.063), para la realización de calibraciones tanto en sus instalaciones como “in situ”. Entre sus servicios a la industria se incluyen la comprobación, verificación y ajuste de instrumentación en ambas áreas.

El laboratorio en el área de temperatura dispone como patrones primarios de termómetros de termorresistencia de platino PRT-25, así como varios puntos fijos de la escala internacional de temperaturas ITS-90. Los puntos fijos son cambios de estado bien definidos y reproducibles (puntos triples, puntos de fusión y puntos de solidificación), de elementos o sustancias muy puras, a los que se asignan valores de temperatura de acuerdo con las mejores determinaciones del momento. Su objeto es mantener la Escala Internacional de Temperatura entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $420^{\circ}\text{C}$ . Como patrones de trabajo dispone de termorresistencias de platino PRT-100 y termopares, que son utilizados en distintos baños termostáticos para distintos rangos de temperatura. Esto es así porque los líquidos conducen mucho mejor el calor que el aire o cualquier bloque metálico. Los baños termostáticos utilizan líquidos agitados para mejorar la conducción y para evitar la formación de gradientes, así como puntos fríos o calientes. En función de la temperatura se utilizan diferentes fluidos de trabajo y diseños. Los termopares son los equipos de medida de la temperatura que más se utilizan en la industria. Son simples, robustos, de bajo coste, tamaño pequeño y amplio rango de temperatura (desde  $-270^{\circ}\text{C}$  a  $3000^{\circ}\text{C}$ ).

El área de temperatura también cuenta con una sección de temperatura de radiación, con un cuerpo negro como patrón primario, y varios termómetros de radiación como patrones de transferencia que permiten calibrar termómetros



de radiación. En estos aparatos la radiación procedente de una porción de un objeto caliente es focalizada mediante el sistema óptico en el detector. Esta señal pasa por un amplificador y por un convertidor analógico y después se tiene en cuenta la posible compensación de la emisividad. Por tanto la señal que alimenta el convertidor es independiente de la emisividad de la superficie. Finalmente la salida del convertidor A/D es procesada en el microprocesador dependiendo del modo elegido de funcionamiento (continuo, pico o valle) o de cálculo (medio, máximo o mínimo).

Un cuerpo negro es aquel que absorbe toda la radiación incidente sobre él a cualquier longitud de onda. La fuente de cuerpo negro consiste en una cavidad de Inconel 600 el cual es capaz de soportar altas temperaturas. La cavidad ha sido calentada a 900 °C para conseguir así la oxidación de la superficie del metal y con ello su estabilización. La presencia de la capa de óxido aumenta considerablemente la emisividad efectiva del cuerpo negro. El cuerpo negro es calentado en un horno de tres zonas con control de temperatura para obtener condiciones isotermas. La temperatura de la cavidad es medida utilizando un termómetro de resistencia de platino para el rango de temperaturas entre 50°C y 500°C y un termopar tipo R entre 500°C y 1000°C.

La fuente de cuerpo negro del laboratorio tiene una emisividad efectiva de 0,999 y nos proporciona una fuente patrón para la calibración de termómetros entre 50 °C y 1000 °C. A la hora de seleccionar la temperatura del horno este consta de tres zonas de calentamiento. Controlando una de ellas, la central, automáticamente se controlan las otras dos. La temperatura seleccionada se alcanzará en unos treinta minutos. Sin embargo debido a la gran masa térmica, la temperatura de la termorresistencia o del termopar siempre irán por detrás de la del horno. Experimentalmente se ha comprobado que el cuerpo negro necesita como mínimo de 180 minutos para alcanzar el equilibrio térmico después de establecerse la temperatura en el horno.

El área de presión dispone de patrones para presiones hidráulicas y neumáticas, tanto absolutas, como relativas o diferenciales. Los patrones primarios en el área de presión son las balanzas de pesos muertos, con un conjunto pistón-cilindro y una serie de masas calibradas. Los patrones de trabajo o de transferencia son distintos manómetros hidráulicos y neumáticos. Las incertidumbres varían dependiendo del medio, pudiendo ser este gaseoso o líquido.

## **2.2. OBJETIVOS**

### **2.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El objetivo específico del presente trabajo ha sido el tratar de establecer una relación causa-efecto entre la calibración de algunos de los instrumentos de presión y temperatura empleados en empresas y la mejora de los



trabajadores de las mismas en lo referente a las condiciones de seguridad y salud.

## **2.2.2 OBJETIVOS GENERALES**

Como objetivo general, partiremos de esa relación causa-efecto pero de manera inversa, es decir, la premisa fundamental va a ser el obligado cumplimiento de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Esta deja claro la necesidad de proteger la seguridad y salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo. La protección del trabajador frente a los riesgos laborales exige una actuación en la empresa que va más allá del mero cumplimiento de un conjunto predeterminado de deberes y obligaciones empresariales y, más aún, de la simple corrección a posterior de situaciones de riesgo ya manifestadas. La planificación de la prevención desde el momento mismo del diseño del proyecto empresarial, la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo y su actualización periódica a medida que se alteren las circunstancias, la ordenación de un conjunto coherente y globalizador de medidas de acción preventiva adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados y el control de la efectividad de dichas medidas constituyen los elementos básicos del nuevo enfoque en la prevención de riesgos laborales que la Ley plantea. Además, no hay que olvidar, la información y la formación de los trabajadores dirigida a un mejor conocimiento de los riesgos derivados del trabajo y de la forma de prevenirlos y evitarlos.

Nuestro enfoque tendrá en cuenta ese aspecto de integración de medidas preventivas, como es el conocimiento del estado de los aparatos de medida mediante su control y calibración.

## **3. MEDIOS UTILIZADOS**

### **3.1 MEDIOS MATERIALES**

Los medios materiales utilizados han sido:

- Puesto de oficina ubicado en el Laboratorio Termocal.
- Ordenador y pantalla de visualización de datos.
- Sistema Operativo Windows.
- Herramientas de ofimática.
- Teléfono.
- Cámara fotográfica.
- Documentación facilitada por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UVA referente a la PRL.
- Documentación técnica, del sistema de calidad, bases de datos de trabajos y clientes facilitada por el Laboratorio Termocal.



### **3.2 MEDIOS HUMANOS**

Para la elaboración del trabajo se ha contado con todo el personal del Laboratorio Termocal:

- D. Miguel Ángel Villamañan Olfos, Director del Laboratorio y Director Técnico.
- Dña. María del Carmen Martín Martínez, Directora de Calidad.
- D. José Juan Segovia Puras, Director del Área de Temperatura.
- D. Cesar Chamorro Camazón, Director del Área de Presión.
- D. José María Cid Amigo, Jefe de Laboratorio.
- D. Juan Gil Sánchez, Técnico Laboratorio.

## **4. METODOLOGIA EMPLEADA**

### **4.1 MÉTODO DE TRABAJO**

En este apartado se describe la metodología empleada para establecer la posible relación entre la calibración de equipos de medida de presión y temperatura y la mejora en la Prevención de Riesgos Laborales, a partir de la relación de clientes y trabajos realizados a los mismos del Laboratorio Termocal. Una vez establecida esta relación se describirá a modo de ejemplo como se realiza una calibración y se emite su correspondiente certificado.

### **4.2 RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN A PARTIR DEL HISTÓRICO DE TRABAJOS REALIZADOS**

Lo primero que se realiza es una clasificación de las empresas objetivo de este estudio según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNA-2009) establecida según el RD 475/2007 de 13 de abril, Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE 2009).

Esta clasificación está realizada en función de la actividad económica de las empresas agrupándolas en primer lugar por su Actividad, y posteriormente en diferentes subgrupos que en orden jerárquico descendente corresponden a División, Grupo y por último en Clase.

Con el fin de poder interpretar de manera suficiente los datos obtenidos y no crear listados engorrosos y carentes de utilidad en este estudio, no se creará una clasificación de empresas desarrollada en todas sus categorías. En principio se llegará a Actividad/División/Grupo y en algunos casos concretos a Clase debido a su interés.



Por otro lado por motivos de confidencialidad del Laboratorio Termocal hacia sus clientes y suya propia, el nombre de las empresas objeto del estudio permanecerá en el anonimato, así como los resultados de las calibraciones realizadas.

En la tabla se indicara el nº de empresas para cada Grupo ó Clase.

Una vez establecida la clasificación de empresas y su número se describirán los equipos calibrados según la clasificación de equipos de medida contemplada en el Anexo Técnico Rev.2 de fecha 13/12/2013 correspondiente a la Acreditación N° 92/LC10.063 otorgada al Laboratorio Termocal por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) con fecha 19/11/99.

### **4.3 CORRELACIÓN ENTRE EQUIPOS CALIBRADOS Y LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES**

En función de los equipos calibrados y la actividad de las empresas se estudiará la posible mejora referente a la PRL.

### **4.4 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE PRESIÓN Y TEMPERATURA**

Por último y a modo de ejemplo se describirá cual es el proceso de calibración de algún instrumento de las magnitudes presión y temperatura.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS Y RELACIÓN DE TIPO DE EQUIPOS CALIBRADOS**

#### **5.1.1 ÁREA DE TEMPERATURA**

Los resultados obtenidos según el método descrito se presentan en las siguientes tablas:

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERIA, SILVICULTURA Y PESCA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>PRODUCCIÓN GANADERA</b>
<b>CLASE:</b>	<b>AVICULTURA</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>8</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	
Estufas/hornos	
Autoclaves	
Neveras/arcones/congeladores	
Incubadoras	
Cámaras climáticas	





<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERIA, SILVICULTURA Y PESCA</b> <b>PESCA Y ACUICULTURA</b> <b>ACUICULTURA</b> <b>ACUICULTURA EN AGUA DULCE</b> <b>1</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b> <b>OTRAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b> <b>EXTRACCIÓN DE PIEDRA, ARENA Y ARCILLA</b> <b>TODAS</b> <b>2</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Estufas/hornos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>PROCESADO Y CONSERVACIÓN DE CARNE Y ELABORACIÓN PROD. CÁRNICOS</b> <b>TODAS</b> <b>24</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de lectura directa con otros sensores (termómetros de dilatación) Estufas/hornos Autoclaves Neveras/arcones/congeladores Incubadoras Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>PROCESADO Y CONSERVACIÓN DE PESCADOS, CRUSTACEOS Y MOLUSCOS</b> <b>TODAS</b> <b>3</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de lectura directa con otros sensores (termómetros de dilatación) Estufas/hornos Autoclaves Neveras/arcones/congeladores Incubadoras Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>PROCESADO Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS</b> <b>TODAS</b> <b>5</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS</b> <b>TODAS</b> <b>16</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	



**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Cámaras climáticas**

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE PANADERÍA Y PASTAS ALIMENTICEAS</b>
<b>CLASE:</b>	<b>TODAS</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>5</b>

**INSTRUMENTOS CALIBRADOS**

**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Estufas/hornos  
Incubadoras  
Cámaras climáticas**

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS</b>
<b>CLASE:</b>	<b>FABRICACIÓN DE AZUCAR</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>2</b>

**INSTRUMENTOS CALIBRADOS**

**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Estufas/hornos  
Incubadoras  
Cámaras climáticas**

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS</b>
<b>CLASE:</b>	<b>FABRICACIÓN DE CACAO, CHOCOLATE Y PRODUCTOS CONFITERIA</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>3</b>

**INSTRUMENTOS CALIBRADOS**

**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Estufas/hornos  
Cámaras climáticas**

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS</b>
<b>CLASE:</b>	<b>FABRICACIÓN DE PREPARADOS ALIMENTICIOS HOMOGENEIZADAS Y PRODUCTOS DIETÉTICOS</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>6</b>

**INSTRUMENTOS CALIBRADOS**

**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Estufas/hornos  
Incubadoras  
Autoclaves  
Cámaras climáticas**

<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b>
<b>DIVISIÓN:</b>	<b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b>
<b>GRUPO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL</b>
<b>CLASE:</b>	<b>TODAS</b>
<b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>12</b>

**INSTRUMENTOS CALIBRADOS**

**Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar  
Estufas/hornos  
Incubadoras  
Autoclaves  
Cámaras climáticas**



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE BEBIDAS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>22</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Autoclaves Incubadoras Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE LA MADERA Y DEL CORCHO, EXCEPTO FABR. MUEBLES</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>41</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>5</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Incubadoras Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>8</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>9</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Cámaras climáticas Termómetros de radiación de infrarrojos	



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE HIERRO, ACERO Y FERROALEACIONES</b> TODAS TODAS 15
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Cámaras climáticas Termómetros de radiación de infrarrojos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE MATERIAL Y EQUIPO ELÉCTRICO</b> TODAS TODAS 3
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Neveras/arcones/congeladores Cámaras climáticas Termómetros de radiación de infrarrojos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR, REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES</b> TODAS TODAS 16
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Neveras/arcones/congeladores Cámaras climáticas Termómetros de radiación de infrarrojos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE</b> TODAS TODAS 3
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>REPARACIÓN E INSTALACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b> TODAS TODAS 8
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de radiación de infrarrojos	



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>SUMINISTRO DE E. ELÉCTRICA, GAS, VAPOR Y AIRE ACONDICIONADO</b> TODAS TODAS TODAS 2
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de radiación de infrarrojos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>SUMINISTRO DE AGUA, ACT. SANEAMIENTO, GEST. RESIDUOS Y DESCONTAMIN. CAPTACIÓN, DEPURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN AGUA</b> TODAS TODAS TODAS 5
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Estufas/hornos Incubadoras Autoclaves Cámaras climáticas	
<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>SUMINISTRO DE AGUA, ACT. SANEAMIENTO, GEST. RESIDUOS Y DESCONTAMIN. RECOGIDA, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN RESIDUOS</b> TODAS TODAS TODAS 15
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b> TODAS TODAS TODAS 39
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de lectura directa con otros sensores (termómetros de dilatación)	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</b> <b>ALMACENAMIENTO Y ACTIVIDADES ANEXAS AL TRANSPORTE</b> TODAS TODAS TODAS 11
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Cámaras climáticas	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>HOSTELERIA</b> <b>SERVICIOS DE COMIDA Y BEBIDAS</b> TODAS TODAS TODAS 5
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS</b> <b>SERVICIOS TÉC DE ARQUITECTURA E INGENIERIA. ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉC.</b> TODAS TODAS 6
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Termómetros de radiación de infrarrojos	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS</b> <b>INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b> TODAS TODAS 7
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar Incubadoras	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES SANITARIAS Y SERVICIOS SOCIALES</b> <b>ACTIVIDADES SANITARIAS</b> TODAS TODAS 6
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica / termopar	

### 5.1.1 ÁREA DE PRESIÓN

Los resultados obtenidos según el método descrito se presentan en las siguientes tablas:

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS</b> TODAS 5
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN</b> <b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS</b> <b>FABRICACIÓN DE AZUCAR</b> 2
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>  Manómetros	



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>INDUSTRIA DE BEBIDAS</b> TODAS TODAS 19
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS</b> TODAS TODAS 4
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS</b> TODAS TODAS 1
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR, REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES</b> TODAS TODAS 9
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> <b>REPARACIÓN E INSTALACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b> TODAS TODAS 6
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>SUMINISTRO DE E. ELÉCTRICA, GAS, VAPOR Y AIRE ACONDICIONADO</b> TODAS TODAS TODAS 18
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>SUMINISTRO DE AGUA, ACT. SANEAMIENTO, GEST. RESIDUOS Y DESCONTAMIN.</b> <b>RECOGIDA, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN RESIDUOS</b> TODAS TODAS 12
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
Manómetros	



<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>17</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR Y MOTOCICLETAS</b> <b>VENTA Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR Y MOTOCICLETAS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>126</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</b> <b>TRANSPORTE TERRESTRE Y POR TUBERIA</b> <b>TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR CARRETERA Y SERVICIOS DE MUDANZA</b> <b>TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR CARRETERA</b> <b>12</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS</b> <b>SERVICIOS TÉCNICOS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA. ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS.</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>2</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS</b> <b>INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>4</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	

<b>ACTIVIDAD:</b> <b>DIVISIÓN:</b> <b>GRUPO:</b> <b>CLASE:</b> <b>Nº DE EMPRESAS</b>	<b>ACTIVIDADES SANITARIAS Y SERVICIOS SOCIALES</b> <b>ACTIVIDADES SANITARIAS</b> <b>TODAS</b> <b>TODAS</b> <b>6</b>
<b>INSTRUMENTOS CALIBRADOS</b>	
<b>Manómetros</b>	





## 5.2 CORRELACIÓN ENTRE EQUIPOS CALIBRADOS Y MEJORA DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

A continuación se detallará en tablas para diferentes sectores de actividad, la correlación existente entre la falta de calibración de un instrumento de medida y los posibles riesgos que esto genera.

Por consiguiente la calibración del equipo actúa de manera preventiva en la eliminación o disminución del posible riesgo que su falta genera, de tal forma que obviamente se produce una mejora en la PRL.

### PRODUCCIÓN GANADERA / AVICULTURA

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	<p><b>Disconfort térmico:</b> por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc...., por muerte de animales en lugares de trabajo</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas	<p><b>Disconfort térmico:</b> por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles.</p> <p><b>Caídas al mismo nivel/distinta altura:</b> por congelación superficies.</p>
Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/ó proceso productivo	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p><b>Explosión:</b> por sobrepresión de vapor</p>
Manómetros	<p><b>Explosión:</b> rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p><b>Atrapamiento:</b> por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p><b>Cortes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Golpes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p>



## EXTRACCIÓN DE PIEDRA ARENA ARCILLA/ INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

### Instrumento Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Estufas y Hornos, en laboratorio	<p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
----------------------------------	---

## INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN/ INDUSTRIA MANUFACTURERA

### Instrumento Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles.</p> <p>Caidas al mismo nivel/distinta altura: por congelación superficies.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/ó proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Explosión: por sobrepresión de vapor</p>
Manómetros	<p>Explosión: rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Atrapamiento: por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p>Cortes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Golpes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p>



## INDUSTRIA DE BEBIDAS/ INDUSTRIA MANUFACTURERA

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/ó proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Explosión: por sobrepresión de vapor</p>
Manómetros	<p>Explosión: rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Atrapamiento: por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p>Cortes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Golpes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p>

## INDUSTRIA DE LA MADERA/ INDUSTRIA MANUFACTURERA

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos calientes.</p> <p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>



## FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS/ INDUSTRIA MANUFACTURERA

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles.</p> <p>Caídas al mismo nivel/distinta altura: por congelación superficies.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/ó proceso productivo	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Explosión: por sobrepresión de vapor</p>
Manómetros	<p>Explosión: rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Atrapamiento: por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p>Cortes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Golpes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Caídas al mismo nivel/distinta altura: por vertido de líquidos en suelos.</p> <p>Biológicos: por deficiencia de depresión en salas blancas.</p> <p>Químicos y biológicos: por deficiencia en la ventilación de salas y en particular en cabinas de flujo laminar.</p>



## INDUSTRIA MANUFACTURERA (EL RESTO)

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Termómetros de radiación de infrarrojo.	<p>Explosión: rotura por calentamiento y la consecuente sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Caídas al mismo nivel/distinta altura: por rotura de conducciones y derrame de líquidos en superficies.</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por escapas de vapor caliente.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Manómetros	<p>Explosión: rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Atrapamiento: por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p>Cortes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Golpes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p>Caídas al mismo nivel/distinta altura: por vertido de líquidos en suelos.</p> <p>Químicos: por deficiencia en la ventilación de salas.</p>

## SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉC., GAS, VAPOR Y AIRE ACONDICIONADO

Instrumento	Posible riesgo por falta de calibración de equipo
Termómetros de radiación de infrarrojo.	<p>Explosión: rotura por calentamiento y la consecuente sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p>Caídas al mismo nivel/distinta altura: por rotura de conducciones y derrame de líquidos en superficies.</p> <p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por escapas de vapor caliente.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p>Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p>Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p>Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>



Manómetros	<p><b>Explosión:</b> rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p><b>Cortes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Golpes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Caídas al mismo nivel/distinta altura:</b> por vertido de líquidos en suelos.</p> <p><b>Químicos:</b> por deficiencia en la ventilación de salas.</p>
------------	--

## SUMINISTRO DE AGUA, ACT. SANEAMIENTO, GEST. RESIDUOS Y DESCONTAMINACIÓN

### Instrumento Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p><b>Disconfort térmico:</b> por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/o proceso productivo	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p><b>Explosión:</b> por sobrepresión de vapor</p>
Manómetros	<p><b>Explosión:</b> rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p><b>Atrapamiento:</b> por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p><b>Cortes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Golpes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Caídas al mismo nivel/distinta altura:</b> por vertido de líquidos en suelos.</p>

## CONSTRUCCIÓN

### Instrumento Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos como calientes (en plantas de fabricación de aglomerado asfáltico).</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes (en plantas de fabricación de aglomerado asfáltico).</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes (en plantas de fabricación de aglomerado asfáltico).</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles (en plantas de fabricación de aglomerado asfáltico).</p> <p><b>Explosión:</b> por modificación de la presión en conductos con líquidos sometidos a presión.</p>
--	---



Manómetros	<p><b>Explosión:</b> rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.</p> <p><b>Atrapamiento:</b> por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.</p> <p><b>Cortes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Golpes:</b> por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica</p> <p><b>Caídas al mismo nivel/distinta altura:</b> por vertido de líquidos en suelos.</p>
------------	--

## VENTA Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR Y MOTOCICLETAS

Instrumento                      Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Manómetros	Explosión: rotura por sobrepresión de gases en el inflado de neumáticos.
------------	--

## TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR CARRETERA

Instrumento                      Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Manómetros	Accidente vial: por mala regulación de la presión de los neumáticos.
------------	--

## ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

Instrumento                      Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Termómetros de lectura directa en laboratorio	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo	Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.
Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas	<p><b>Disconfort térmico:</b> por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p> <p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles.</p> <p><b>Caídas al mismo nivel/distinta altura:</b> por congelación superficies.</p>
Termómetros de lectura directa en proceso productivo	<p><b>Biológicos:</b> proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....</p> <p><b>Quemaduras por contacto térmico:</b> provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.</p> <p><b>Incendio:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Explosión:</b> por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.</p> <p><b>Intoxicación:</b> por inhalación de productos tóxicos volátiles</p> <p><b>Disconfort térmico:</b> por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>



<p>Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/o proceso productivo</p>	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....                  Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.                  Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles                  Explosión: por sobrepresión de vapor</p>
<p>Manómetros</p>	<p>Explosión: rotura por sobrepresión de gases, vapores o líquidos en depósitos, tuberías o en general en sistemas presurizados a alta presión.                  Atrapamiento: por arranque intempestivo de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica. Fundamentalmente en labores de mantenimiento.                  Cortes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica                  Golpes: por impacto de materiales procedentes de la rotura de sistemas regulados por actuación neumática/hidráulica                  Caídas al mismo nivel/distinta altura: por vertido de líquidos en suelos.                  Biológicos: por deficiencia de depresión en salas blancas.                  Químicos y biológicos: por deficiencia en la ventilación de salas y en particular en cabinas de flujo laminar.</p>

## ACTIVIDADES SANITARIAS

### Instrumento                      Posible riesgo por falta de calibración de equipo

<p>Termómetros de lectura directa en laboratorio</p>	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....                  Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.                  Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles</p>
<p>Termómetros registradores de condiciones ambientales en lugares de trabajo</p>	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.</p>
<p>Termómetros registradores de condiciones ambientales en almacenes de producto final, intermedio ó materias primas</p>	<p>Disconfort térmico: por condiciones de temperatura de trabajo no adecuada.                  Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....                  Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles.                  Caídas al mismo nivel/distinta altura: por congelación superficies.</p>
<p>Incubadoras, Estufas, Hornos, Neveras, Arcones, Congeladores, autoclaves y Cámaras climáticas en laboratorio y/o proceso productivo</p>	<p>Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc....                  Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes.                  Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.                  Intoxicación: por inhalación de productos tóxicos volátiles                  Explosión: por sobrepresión de vapor</p>





## ACTIVIDADES HOSTELERIA

### Instrumento Posible riesgo por falta de calibración de equipo

Termómetros de lectura directa en laboratorio	Biológicos: proliferación de microorganismos, bacterias, hongos, parásitos, etc.... Quemaduras por contacto térmico: provocadas por contacto con superficies y productos tanto fríos como calientes. Incendio: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes. Explosión: por evaporación de líquidos inflamables, contacto de líquidos inflamables con superficies calientes.
---	--

## 5.3 EJEMPLO- MUESTRA DE CALIBRACIÓN DE UN EQUIPO DE MEDIDA DE PRESIÓN Y TEMPERATURA (MANOTERMÓGRAFO)

### 5.3.1 DESCRIPCIÓN Y USO DEL EQUIPO A CALIBRAR

Como ejemplo de la calibración de un instrumento de medida, se ha elegido un manotermógrafo ó registrador gráfico de temperatura y presión.

Este instrumento agrupa un sensor de presión y un sensor de temperatura en su interior, además de un reloj que controla el avance del papel de registro, donde queda registrada la temperatura y la presión de manera continua durante el tiempo que duran las medidas.

El sensor de temperatura es del tipo de dilatación ó bulbo, y el sensor de presión es de tipo Bourdon.

Este equipo se utiliza industrialmente para la realización de pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad sobre conducciones de gases al realizar su instalación. Para la realización de estas pruebas se utiliza como medio transmisor de la presión agua.

Estas pruebas están reguladas por Orden de 26 de octubre de 1983 por la que se modifica la Orden del Ministerio de Industria de 18 de noviembre de 1974, que aprueba el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos. En particular se describe el proceso que se ha de seguir para realizar la prueba de Canalizaciones de transporte y distribución de gas en alta presión A según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIG 5.2.

Antes de la realización de las pruebas, se deberán de calcular las presiones de prueba, la máxima y la mínima del tramo a ensayar, así como disponer de los certificados de calibración de los equipos de medida a utilizar, y también se realizara una limpieza de la conducción.

Una vez hecho esto se realizara la prueba de resistencia mecánica y la prueba de estanqueidad.



### Prueba de resistencia mecánica

La prueba de presión se realizara sobre toda la tubería puesta en zanja y enterrada. La presión de prueba será al menos de 1.5 veces la presión máxima de servicio de la red a probar. En la extremidad del tubo donde se realiza la supervisión de la prueba se instalará un manotermógrafo controlándose los valores indicados por el mismo durante todo el tiempo que dure la prueba. Para conducciones de longitud de hasta de 5 km se instalará otro manotermógrafo en el punto final y para longitudes mayores uno cada 5 km en puntos intermedios.

Una vez realizado esto, se procederá al llenado de conducto con agua y se controlará la temperatura en la conducción hasta se produzca el equilibrio térmico entre la tubería llena y el ambiente. Se registrarán presiones y temperaturas desde el inicio del llenado e ininterrumpidamente desde el comienzo de las pruebas hasta su finalización. Se procederá a la purga del circuito vigilando que la tubería no tenga aire. La presión a alcanzar durante el llenado será del 20% de la presión final de prueba.

Concluida la fase de llenado, se procederá a la presurización del circuito, elevando la presión de forma escalonada hasta la presión de prueba de resistencia.

Una vez alcanzada la presión de prueba, se procederá a la estabilización, tanto de temperatura como de presión. Esta fase de estabilización tendrá una duración no inferior a 24 horas. Durante las 2 horas últimas de esta fase serán controladas presión y temperatura, y se anotarán los valores cada cuarto de hora, plasmándose en un diagrama. Esta fase de reposo deberá iniciarse al anochecer. La duración de la fase de prueba de resistencia será de 6 horas desde el fin de la fase de reposo. La prueba se considera aceptable si los descensos de presión que se producen siguel la evolución de la temperatura de la canalización. Se exigirá asimismo que la presión se haya mantenido siempre dentro de los rangos de presiones reglamentarias.

### Prueba de estanqueidad

La prueba de estanquidad deberá realizarse con agua a la misma presión que la prueba de resistencia. Tendrá una duración de 24 horas como mínimo, y se comprobarán sus valores y la evolución cada 6 horas.

La prueba de estanqueidad será considerada favorable si la presión se mantiene constante o las variaciones son originadas por influencia de la temperatura de la canalización y esta varía conforme a la temperatura ambiente. Se exigirá asimismo que la presión se haya mantenido siempre dentro de los rangos de presiones reglamentarias.



Una vez concluida esta prueba, se procederá al vaciado y limpieza de la instalación dando por concluido.

Como puede deducirse de la descripción de las pruebas es necesario la calibración del equipo de medida, que tiene que recalibrarse anualmente según establece la ITC (Instrucción Técnica Complementaria).

A continuación se describirá como se realiza la calibración del manotermógrafo en las magnitudes presión y temperatura en el laboratorio de calibración

### **5.3.2. CALIBRACIÓN DEL MANOTERMÓGRAFO EN PRESIÓN**

Para la calibración del manotermógrafo en presión se ha utilizado el procedimiento de calibración del Laboratorio Termocal “PP/TERMOCAL/03 Procedimiento para la calibración de manómetros industriales”.

A continuación se hará una descripción del procedimiento de calibración y su aplicación a la calibración del manotermógrafo.

#### Objeto

Este procedimiento tiene por objeto definir la sistemática utilizada para la calibración de manómetros, de lectura directa de presiones relativas con relación a la presión atmosférica, cuya clase sea igual o peor a 0,02%.

#### Alcance

Este procedimiento sirve para la calibración de manómetros, de funcionamiento en medio líquido o en medio gas, mediante el método de comparación con otro manómetro utilizado como patrón.

El rango de aplicación va desde 3,5 kPa hasta 50 MPa cuando el fluido utilizado es un gas (presión relativa neumática), y desde 100 kPa hasta 100 MPa cuando el fluido manométrico es un líquido (presión relativa hidráulica).

#### Conceptos metrológicos

Son de aplicación las definiciones generales de la referencia que se indican a continuación, además de otras específicas para el presente procedimiento.

Unidad derivada (de medida): Unidad de medida de una magnitud derivada en un sistema de magnitudes dado. En nuestro caso para la magnitud presión Pascal (Pa)



**Presión relativa:** Presión medida cuando la referencia es la presión atmosférica.

**Ajuste (de un instrumento de medida):** Operación destinada a llevar un instrumento de medida a un estado de funcionamiento conveniente para su utilización. En nuestro caso el ajuste es manual.

**División de escala:** Parte de una escala comprendida entre dos trazos consecutivos cualesquiera.

**Resolución:** La menor diferencia de indicación de un dispositivo visualizador que puede percibirse de forma significativa. Este concepto se aplica también a un dispositivo registrador como en nuestro caso.

**Repetibilidad (de los resultados de las mediciones):** Grado de concordancia entre resultados de sucesivas mediciones del mismo mensurando, mediciones efectuadas con aplicación de la totalidad de las mismas condiciones de medida.

**Histéresis:** Propiedad de un instrumento de medida cuya respuesta a una señal de entrada determinada, depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes.

**Corrección:** Valor sumado algebraicamente al resultado sin corregir de una medición para compensar un error sistemático.

**Calibración:** Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones. El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones los valores correspondientes del mensurando o bien determinar las correcciones a aplicar en las condiciones. Los resultados de una calibración pueden consignarse en un documento denominado certificado de calibración.

**Desviación estándar experimental:** Para una serie de n mediciones de un mismo mensurando, la magnitud s que caracteriza la dispersión de los resultados, dada por la expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{Ec. 5.1}$$

siendo  $x_i$  el resultado de la  $i$ -ésima medición y  $\bar{x}$  la media aritmética de los n resultados considerados. Considerando la serie de n valores como muestra de una distribución,  $\bar{x}$  es un estimador insesgado de la media  $\mu$ , y  $s^2$  es un estimador insesgado de la varianza  $\sigma^2$  de dicha distribución. La expresión s es una estimación de la desviación estándar de la distribución de x y se



denomina desviación estándar experimental de la media. La desviación estándar experimental de la media en ocasiones se denomina, incorrectamente, error de la media.

Error (de indicación) de un instrumento de medida: Indicación de un instrumento de medida menos un valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente. Dado que un valor verdadero no puede determinarse, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero. Este concepto se aplica principalmente cuando se compara el instrumento con un patrón de referencia. Para una medida materializada, la indicación es el valor que le ha sido asignado.

Incertidumbre de medida: Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando. El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo de ésta) o la semiapertura de un intervalo con un nivel de confianza determinado. La incertidumbre de medida comprende, en general, varios componentes. Algunos pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden caracterizarse por sus desviaciones estándar experimentales. Los otros componentes, que también pueden ser caracterizados por desviaciones estándar, se evalúan asumiendo distribuciones de probabilidad, basadas en la experiencia adquirida o en otras informaciones. Se entiende que el resultado de la medición es la mejor estimación del valor del mensurando, y que todos los componentes de la incertidumbre, comprendidos los que provienen de efectos sistemáticos, tales como los componentes asociados a las correcciones y a los patrones de referencia, contribuyen a la dispersión.

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón tal que pueda relacionarse con referencias determinadas, generalmente a patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas. A menudo, este concepto se expresa por el adjetivo trazable. La cadena ininterrumpida de comparación se denomina cadena de trazabilidad.

Clase de precisión: Clase de un manómetro que satisface a ciertas exigencias metrológicas destinadas a conservar los errores dentro de los límites especificados.

### Generalidades

Los manómetros, constan de un elemento sensible a la presión, un dispositivo de transmisión de la indicación y un indicador del valor de la presión. De los instrumentos de medida de presión por esfuerzo de un medio elástico el más utilizado es el tipo bourdon. El manómetro de ese tipo data del año 1849 cuando el técnico francés del mismo nombre lo diseñó. Es el



elemento más utilizado en la industria por su simplicidad de uso, pequeño mantenimiento, gran rango de aplicación y bajo costo. Consiste básicamente en un tubo de sección elíptica, curvada en forma de arco y tapado por un extremo, el otro extremo es fijo y por él se aplica la presión a medir. Al aplicar la presión al tubo éste tiende a enderezarse ligeramente, y el movimiento resultante del extremo cerrado del tubo se transmite a una aguja indicadora mediante un sistema mecánico siendo en nuestro caso un conjunto de varillas ajustables. La aguja indicadora se mueve sobre una escala graduada en unidades de presión. En nuestro caso la aguja es una plumilla que pinta sobre un papel de registro que avanza con una velocidad determinada.

Se recomienda para su calibración utilizar otro manómetro como patrón cuya incertidumbre sea al menos 1/4 de la exactitud del manómetro a calibrar. La calibración consistirá en la comparación directa entre el Patrón a utilizar y el manómetro a calibra, a un nivel de referencia previamente definido y que se elegirá de tal manera, que las correcciones a realizar sean nulas o, mínimas.

La unidad de Presión en el SI es el pascal, unidad derivada cuyo símbolo es Pa.

#### Patrón de calibración

Como tal se utilizará un manómetro de precisión con una incertidumbre de medida al menos cuatro veces mejor que la incertidumbre máxima que se espera del manómetro a calibrar. (La clase siempre es indicativa aunque no siempre refleje la realidad del manómetro a calibrar). Deberá tener vigente su certificado de calibración, trazable a una Entidad Acreditada o a un Laboratorio Nacional y cubrir todo el rango del manómetro a calibrar.

#### Controlador y generador de presión

Se dispone de un medio para generar las presiones a medir, con regulador grueso y fino capaz de estabilizar el sistema perfectamente y que es capaz de regular con valores mejores que la resolución del manómetro a calibrar.

#### Medidor de condiciones ambientales (T y H.R.)

Para este tipo de instrumentos en general las correcciones a aplicar por variación en las condiciones ambientales suelen ser muy pequeñas y tener poca influencia en el valor final de la incertidumbre asignada. Aun así en el laboratorio se controla la temperatura (T) y la humedad relativa (H.R.) al principio y al final de la calibración.



### Racores, Llaves de Aislamiento y Tuberías

Se disponen de tuberías adecuadas al fluido y la presión utilizadas, así como de los racores, llaves y purgas que cumplen con las normas vigentes de seguridad.

### Otros

Se dispone de una regla metálica y un nivel para medir la diferencia de alturas entre los niveles de referencia.

### Operaciones previas

Antes de realizar la calibración se realizarán una serie de comprobaciones preliminares procediéndose a una inspección visual general.

- Se comprobará que el manómetro esté identificado con su marca, modelo y número de serie correspondiente, o con un código interno del propietario.
- Se comprobará el estado de las varillas mecánicas y el de la aguja indicadora/registradora.
- Cualquier anomalía detectada se hará saber al cliente antes de realizar ninguna medida.
- Se comprobarán fugas en los sistemas y se desperezará el manómetro subiendo y bajando presión tres veces hasta fondo de escala.
- Manotermógrafo y Patrón se colocarán al mismo nivel de referencia, siempre que sea posible, para minimizar las variaciones de presión por diferencia de alturas.
- El Patrón se programará en las mismas unidades que el manómetro a calibrar.
- Una vez que se ha comprobado el estado de todos los equipos y medios auxiliares y que estos han alcanzado la estabilidad térmica y eléctrica, se procederá a la calibración del manotermógrafo.

### Proceso de calibración

El proceso de calibración seguirá las secuencias descritas a continuación:

- 1) Comprobación inicial en tres puntos 1/3, 2/3 y 3/3 del manotermógrafo.

Previamente a la calibración deberán chequearse tres valores en la parte baja, media y alta del manómetro. Estos datos iniciales nos indicarán como se encuentra el instrumento desde su última calibración (si es que disponemos de ella) y si es necesario su ajuste.



## 2) Ajustes si fuesen necesarios.

Esta secuencia deberá realizarse, siempre previa consulta al usuario, cuando los valores indicados por el instrumento sean mayores a los permitidos según sea su tolerancia o clase, o cuando los errores encontrados sean superiores a unos límites establecido.

## 3) Calibración.

Es la calibración propiamente dicha y se debe ejecutar siempre después del ajuste, si este ha sido necesario.

### Definición de los puntos de medida

La calibración cubrirá todo el rango del instrumento, se realizarán al menos 8 puntos que estarán regularmente espaciados, desde el 10 % al 100% de su rango, además del cero. Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que el titular del instrumento elija los puntos de calibración, en este caso el procedimiento se realizará de la misma forma pero en los valores definidos por el usuario.

### Calibración

Una vez despresado el manómetro y definidos los puntos de calibración, se procederá a calibrar el instrumento.

Con el generador/controlador se irá generando presión hasta alcanzar un valor cercano al primer punto definido de presión, a continuación con el volumen variable se ajustará la presión hasta que la lectura del patrón o instrumento sea la deseada. Se fijará la indicación de la aguja del manotermógrafo al valor de presión definido. La lectura se realizará después de haberle hecho vibrar ligeramente para evitar errores producidos por fricciones mecánicas.

La medida será válida siempre que el sistema sea estable y no se observen saltos o variaciones en las indicaciones del Patrón e Instrumento. Se repetirá este paso con los siguientes puntos de calibración, siempre aumentando la presión hasta llegar al valor máximo definido.

El mismo proceso se realizará, pero ahora en sentido de presiones decrecientes hasta llegar al cero del manómetro. Se realizará la lectura del cero y se volverá a iniciar el ciclo. Se realizarán dos series de medidas. Las series se realizarán siguiendo los ciclos definidos anteriormente: creciente y decreciente, con lo cual obtendremos cuatro valores por punto de calibración.

Una vez finalizada la calibración y antes de quitar el montaje conviene analizar los datos obtenidos por si fuese necesario repetir algún punto de valor dudoso.





### Toma y tratamiento de datos

Todas las anotaciones y observaciones que se realicen durante la calibración deberán quedar reflejadas en la correspondiente de toma de datos. Las anotaciones y datos no deberán realizarse con lapicero.

y no se realizarán tachaduras, si se quiere eliminar una anotación debido a una confusión en la toma de datos, se cruzará con dos rayas y al lado se anotará el valor corregido y firmado por el operario.

Los datos que deben figurar en la correspondiente hoja serán los siguientes:

- Identificación inequívoca de la calibración.
- Identificación del patrón y del instrumento.
- Estado inicial del equipo si ha habido ajuste.
- Lecturas del patrón e instrumento indicando el sentido en que se ha generado la presión.
- Resolución del manotermógrafo.
- Anomalías detectadas antes o durante la calibración como pueden ser atascos de la aguja indicadora, saltos bruscos, etc.
- Fluido utilizado durante la calibración.
- Condiciones ambientales durante la calibración.
- Posición del instrumento durante la calibración.
- Fechas de realización.
- Identificación del personal que realizó la calibración.

#### 4) Resultados.

### Cálculo de incertidumbre

La asignación y expresión de incertidumbres se realizará siguiendo los criterios de la guía CEA-ENAC-LC/02. En primer lugar, se determinará la expresión de la magnitud de salida en función de las distintas magnitudes de entrada, modelando una ecuación para las correcciones de calibración. Realizaremos el cálculo en un punto genérico  $i$ , para el resto de los puntos se realiza de la misma forma.

### Componentes de la de incertidumbre

- Debida al patrón.
- Debida a la deriva del patrón.
- Debida a las condiciones ambientales.
- Debida a la resolución del manómetro a calibrar.
- Debida a la histéresis.
- Debida a la repetibilidad de las medidas.
- Debida a la diferencia de alturas entre niveles de referencia.



## 5) Emisión del certificado de calibración.

En el certificado de calibración se incluirá al menos los siguientes resultados:

- Presión de referencia.
- Valor medio de la indicación del instrumento.
- Correcciones o errores de calibración en cada punto.
- La incertidumbre para un factor de cobertura  $k=2$ . También se puede dar una incertidumbre máxima para todo el intervalo de calibración en lugar de dar una para cada punto.
- Se deberá dar la incertidumbre expandida y especificarse el valor de cobertura  $k$  utilizado.
- Excepto cuando la unidad utilizada sea el pascal, se expresara la relación que existe entre la unidad de presión utilizada y el Pascal que es la unidad de presión en el Sistema Internacional.

### 5.3.3. CALIBRACIÓN DEL MANOTERMÓGRAFO EN TEMPERATURA

Para la calibración del manotermógrafo en presión se ha utilizado el procedimiento de calibración del Laboratorio Termocal “PT/TERMOCAL/03 Procedimiento para la calibración de termómetros industriales de lectura directa por comparación en baños termostáticos”.

A continuación se hará una descripción del procedimiento de calibración y su aplicación a la calibración del manotermógrafo.

#### Objeto

Este procedimiento tiene por objeto definir la sistemática utilizada para la calibración calibraciones de termómetros por comparación en medios isoterms de temperatura controlada.

#### Alcance

Este procedimiento afecta a todos los termómetros digitales/analógicos compuestos de equipo de lectura en unidades de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ , K, etc.) y con sensores de resistencia, termistores, termopares, de bulbo, bimetálicos, etc. y que se calibran en medios isoterms de temperatura controlada, como son baños de alcohol, agua destilada, aceites o sales y hornos, lo que cubre un rango de temperaturas de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $1085\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La calibración de los termómetros se realizará con referencia a termómetros patrón calibrados con referencia a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, EIT-90.



### Conceptos metroológicos

Son de aplicación las definiciones generales indicadas para el procedimiento “PP/TERMOCAL/03 Procedimiento para la calibración de manómetros industriales”, además de otras específicas para el presente procedimiento que se expresan a continuación.

Termómetro digital/analógico: Dispositivo destinado a utilizarse para hacer mediciones de temperatura que muestra una indicación digital en unidades de temperatura: K, grados Celsius, etc. Normalmente está constituido por uno o varios sensores y un equipo de lectura.

Uniformidad (u homogeneidad del medio isoterma): Es la diferencia máxima de la medida de dos patrones, durante el proceso de calibración ubicados cerca del centro de la zona de calibración.

Estabilidad (del medio isoterma): Es la variación temporal de la temperatura medida en la zona de calibración en un periodo suficiente para realizar el proceso de comparación teniendo en cuenta la constante de tiempo de los patrones e instrumentos. Se cuantifica mediante la obtención de la desviación típica de las lecturas de los patrones.

### Generalidades

Los manotermógrafos, constan de un elemento sensible a la temperatura (sensor de bulbo), un dispositivo de transmisión de la indicación y un indicador/registrador del valor de la temperatura en grados Celsius.

La calibración por comparación se realiza en un medio isoterma, es decir, un medio donde se crea una zona de temperatura estable y uniforme en el que se localizan los termómetros (termómetros patrones y el sensor del instrumento a calibrar). Los medios isotermos en nuestro caso son baños de líquido debido al rango en el que se calibran los manotermógrafos, normalmente entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ . En los baños de líquido se usan diversos líquidos (agua destilada, alcohol, aceites, sales, etc., dependiendo de la temperatura) que se hacen circular y se agitan para crear una zona de temperatura uniforme. Los termómetros se pueden introducir directamente en dicha zona o en agujeros cilíndricos hechos en bloques metálicos (bloques igualadores) mantenidos en el baño, para conseguir mejores estabilidades y uniformidades. Para temperaturas superiores a  $350^{\circ}\text{C}$  se suelen utilizar hornos que utilizan resistencias de calentamiento a base de aleaciones de distintos materiales para calentar un recinto tubular con un bloque en el que se introducen los termómetros.

La calibración por comparación de un manotermógrafo consiste en calcular la corrección del termómetro del mismo,  $C$ , es decir, la diferencia entre la temperatura del baño que indican los patrones,  $t_{ref}$ , y la indicada por el termómetro,  $t_x$ , con sus correcciones, en cada punto de calibración.



La temperatura indicada por los patrones, tref, es la lectura media de los dos patrones utilizados, t1 y t2, ya corregidas según los resultados del certificado y con una serie de correcciones posibles debidas a la estabilidad y uniformidad del baño y las debidas a la incertidumbre de calibración, deriva, resolución, magnitudes de influencia e interpolación en los resultados del certificado, de los patrones (pueden existir otras según cada caso particular: repetibilidad, histéresis y/o uniformidad del patrón si no están incluidas en la de calibración, correcciones del certificado de calibración no realizadas, etc.).

Si es posible realizar un ajuste en el equipo, se hará antes de la calibración (previa consulta al cliente), de acuerdo con el manual técnico, para minimizar las correcciones. En este caso se deberán registrar los valores medidos con el termómetro antes y después del ajuste.

### Equipos y materiales

Para la calibración contemplada en este procedimiento serían necesarios los siguientes equipos y materiales:

- Dos termómetros patrón preferiblemente con incertidumbre de calibración de un orden de magnitud inferior a la resolución del termómetro a calibrar.
- Baños de líquido de temperatura controlada y/o hornos con funcionamiento en el margen de calibración del termómetro, caracterizados en estabilidad y uniformidad.
- Registradores de las condiciones ambientales del laboratorio (temperatura y humedad) adecuados para el margen de temperatura y humedad a las que se encuentra habitualmente el laboratorio.

### Operaciones previas

- El manotermógrafo a calibrar deberá estar identificado con, al menos, un número de serie.
- El manotermógrafo a calibrar debe ser inspeccionado con detalle, en especial el sistema mecánico de varillas, las plumillas y el tipo de papel de registro que debe ser el adecuado al modelo.
- Se anotarán las condiciones ambientales durante la calibración: temperatura y humedad, al inicio y al final de la misma.
- Antes de comenzar la calibración se conectarán eléctricamente el equipo patrón que se vaya a utilizar, esperando los tiempos de calentamiento y estabilización adecuados.

### Proceso de calibración

- Durante la calibración las medidas de la temperatura se harán cuando el medio isoterma se encuentre estable y uniforme, lo que debe comprobarse en



cada punto de calibración. El laboratorio debe tener caracterizados previamente sus medios isotermos que tendrán valores asignados de estabilidad y uniformidad con sus incertidumbres asociadas. Para comprobar si el medio isotermo está uniforme se utilizan dos patrones.

- Antes de comenzar las medidas debe asegurarse una profundidad de inmersión adecuada del sensor del manotermógrafo a calibrar en el medio isotermo, para evitar problemas de conducción térmica. La profundidad de inmersión se determinará introduciendo en su totalidad el sensor en el medio isotermo y extrayéndolo paulatinamente hasta observar variaciones significativas en las medidas del termómetro. La profundidad de inmersión adecuada se encontrará en el margen en el que no se aprecien variaciones de la temperatura. Si incluso con el sensor sumergido en su totalidad se observaran variaciones de temperatura al extraerlo, se sumergirá el cable que lo une al equipo de lectura, tomando las precauciones necesarias para que el líquido del baño no penetre ni en el sensor ni el cable. Si esto no fuera posible se aumentará la incertidumbre de calibración del manotermógrafo. Esta prueba se realizará en una temperatura bastante alejada de la temperatura ambiente que esté dentro del margen de calibración del manotermógrafo (valores cercanos al máximo o mínimo del rango), en cada punto de calibración.

- Si el manotermógrafo está desajustado, previamente a la calibración final se realizará el ajuste, realizando las medidas que sean necesarias siguiendo las instrucciones del manual técnico. Se deben anotar las correcciones del termómetro antes del ajuste en una hoja de toma de datos previamente definida para incluirlas en el certificado.

- La calibración del manotermógrafo se realizará en los puntos elegidos, que cubran el margen de utilización del mismo y que estén distribuidos lo más uniformemente posible.

- Se comienza la calibración en el punto de temperatura más baja. La calibración se realizará en puntos de temperaturas crecientes. Se debe procurar que ni los patrones ni el termómetro a calibrar toquen el fondo o las paredes del baño y deben estar dentro de la zona de medio isotermo que ha sido caracterizada por el laboratorio (datos de uniformidad). Es conveniente colocar el termómetro a calibrar y los patrones lo más cercanos posible y utilizar un bloque igualador para disminuir la contribución a la incertidumbre debida a la falta de uniformidad del baño.

- Para comprobar si el baño está lo suficientemente estable, es conveniente registrar la lectura de uno de los patrones. La estabilidad debe ser la asignada por el laboratorio al medio isotermo. Si no se consigue la estabilidad previamente definida y aún así se continúa la calibración, deberá aumentarse convenientemente la incertidumbre correspondiente a esta causa.

- La secuencia de lectura que se repetirá para cada punto de calibración, será la siguiente:



- 1) Lectura del primer patrón,  $t_{11}$ .
- 2) Lectura del manotermógrafo a calibrar,  $t_{x1}$ .
- 3) Lectura del segundo patrón,  $t_2$ .
- 4) Lectura del manotermógrafo a calibrar,  $t_{x2}$ .
- 5) Lectura del primer patrón,  $t_{12}$ .

En este proceso, si la diferencia entre la temperatura del primer patrón (media de  $t_{11}$  y  $t_{12}$ ) y del segundo ( $t_2$ ) es mayor que la combinación cuadrática de la uniformidad y la estabilidad asignada al medio isoterma de calibración, se repetirá la medida, por falta de uniformidad o estabilidad. Si la diferencia persiste se sustituirá uno de los patrones para identificar el origen del problema o se aumentará la incertidumbre en función de los valores obtenidos. También se repetirá la medida en el punto de calibración si se observan diferencias mayores que la estabilidad asignada al medio isoterma de calibración entre las dos lecturas del primer patrón ( $t_{11}$  y  $t_{12}$ ), por falta de estabilidad.

La temperatura asignada a cada punto de calibración será la media de las temperaturas obtenidas con los patrones. Esta media se obtiene primero para las temperaturas determinadas por el primer patrón ( $t_1$ ) y después se vuelve a hacer la media para los dos patrones.

El tomar dos medidas de los patrones y dos del termómetro a calibrar es para asegurar una correcta estabilidad y uniformidad del medio isoterma. Se realizará la medida del punto medio de calibración como prueba de repetibilidad.

### Tratamiento de datos

Para cada punto de calibración se calcularán los siguientes valores en la hoja de tratamiento de datos:

- Los valores en grados que indican los patrones, corregidos según el certificado,  $t_{p1}$  y  $t_{p2}$ .
- El valor en grados que indica el termómetro a calibrar,  $t_{px}$ .
- La corrección,  $C$ , será la diferencia entre la media de las lecturas de los patrones y la temperatura indicada por el termómetro a calibrar.
- Los resultados de la calibración se indicarán en una tabla donde aparezca para cada punto de calibración: la temperatura de los patrones (media de  $t_1$  y  $t_2$ ), del termómetro ( $t_x$ ), corrección ( $C$ ) e incertidumbre de calibración con su factor de cobertura.

### Cálculo de incertidumbres

Para el cálculo de incertidumbres, se han seguido las pautas recomendadas en la “Guía para la expresión de la incertidumbre de medida” y Documento CEA-ENAC-LC/02.

Se distinguen por un lado las incertidumbres del sistema de calibración (patrones y medios isotermos) y por otro las correspondientes al termómetro a calibrar durante la calibración que variarán según sus características y



comportamiento. Las del sistema serán debidas a la calibración, deriva, lectura y resolución de los patrones, magnitudes de influencia sobre los patrones, interpolación o correcciones del certificado no realizadas y a la estabilidad y uniformidad de los baños. Para el termómetro siempre tendremos la incertidumbre de lectura (resolución), la debida a la repetibilidad, histéresis y las magnitudes de influencia (pueden existir incertidumbres adicionales en algunos casos: por conducción térmica, temperatura ambiente etc.).

La incertidumbre combinada así obtenida en la ecuación se multiplicaría por un factor  $k = 2$ , para tener la incertidumbre expandida (se considera que la incertidumbre combinada corresponde a una distribución normal, por lo que este factor supone una probabilidad de cobertura del 95,45 %).

### Interpretación de resultados

Si se detecta que alguna de las correcciones obtenidas en los puntos de calibración es significativamente más alta que en el resto, conviene repetir la medida en dicho punto de calibración. Las correcciones obtenidas, con su incertidumbre, deben ser coherentes con la tolerancia asignada por el usuario al termómetro para su calibración. Para ello se comparará la corrección obtenida, aumentada en la incertidumbre, con dicho límite de tolerancia. Si la corrección más la incertidumbre es menor que el límite de tolerancia en todos los puntos de calibración, se puede declarar el cumplimiento con dicho límite de tolerancia, en caso contrario, se decidirán acciones a tomar: ajuste, etc.

El periodo de calibración se decide por el usuario del manotermógrafo, siendo lo habitual un año.

## **6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Como puede observarse del estudio realizado, explícitamente indicado en las tablas del punto 5.2, existen una serie de riesgos laborales inherentes al desconocimiento sobre la veracidad de la medida que se obtiene de un instrumento de temperatura y de presión. Este riesgo que se genera y que afecta a la salud y seguridad de los trabajadores es más grave cuanto más crítico es en el proceso productivo, organizativo o de control, de los productos o servicios que ofrece la empresa.

La calibración de estos equipos es la única herramienta que nos permite conocer, con un cierto grado de incertidumbre, que los datos de medida que obtenemos son fidedignos. El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones, y hace que la medida proporcionada por los mismos derive hacia otros valores no reales. Cuando esto sucede las medidas comienzan a perder confianza. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración.



La correcta calibración de los equipos proporciona la garantía de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones requeridas en materia de salud y seguridad de los trabajadores que las realizan.

Por otra parte, es necesario por parte de los usuarios de equipos de medida disponer de un plan de calibración de estos. Esto es fundamental para conocer el momento en el que se deben recalibrar los equipos y evitar obtener medidas imprecisas que den lugar a errores que pueden ser fatales.

Como se ha comentado con anterioridad la calibración de un equipo tiene que tener un periodo máximo de validez. Este periodo lo debe determinar el usuario del equipo de medida, nunca el laboratorio de calibración. Para determinar el periodo de recalibración de un equipo lo primero que se debe saber es la tolerancia de la medida que se obtiene con él. Esta tolerancia indica el margen de variación de la medida en el que en, el caso de la seguridad y salud de los trabajadores a los que puede afectar ese resultado, y que les va a permitir trabajar en condiciones de seguridad y salud adecuadas. Este mismo concepto es aplicable también a la calidad y al medioambiente. La incertidumbre de la calibración del equipo de medida, siempre debe ser inferior a la tolerancia y se suele admitir que sea entre dos y cuatro veces inferior a la tolerancia, aunque esto depende del proceso. Otro criterio que suele utilizarse es que la corrección del equipo más su incertidumbre sea inferior a la tolerancia.

Por lo tanto la primera premisa que tenemos, es que el equipo de medida debe de ser el adecuado para el proceso que controla. Es un error común en muchas ocasiones intentar utilizar un equipo del que se dispone para controlar un proceso que inicialmente no cumple con esta premisa. Si ya disponemos del equipo adecuado al proceso que va a controlar el segundo paso sería determinar cuándo vamos a tener que recalibrar este equipo.

Si se dispone de un histórico de calibraciones del equipo determinar el periodo de recalibración es más sencillo. Se trata de comparar varios certificados de calibración sucesivos y ver como deriva el equipo. Si los resultados entre calibraciones son parecidos se puede alargar el periodo de recalibración, si por el contrario se observan variaciones significativas debe de alargar ya que el equipo deriva.

Es más complejo determinar este periodo cuando el equipo es nuevo, o no se conoce bien el proceso sobre el que actúa. En este caso se ha de analizar qué tipo de instrumento se utiliza, algunos son intrínsecamente más estables que otros, si va a estar sometido a vibraciones, cambios bruscos de temperatura o presión, si va a estar manipulado por operarios o se encuentra en un proceso automatizado, o cualquier otra causa que pueda influir en su deriva.

Con estos datos y basándonos en la información del equipo suministrada por el fabricante y la experiencia de equipos o procesos similares podemos fijar un periodo inicial de calibración que debería de ser poco arriesgado, es decir,





corto. Una vez que tengamos históricos de calibraciones podremos ajustar el periodo de calibración de manera más correcta.

Otro factor importante es el disponer de equipos de repuesto calibrados que nos permita poder sustituir los que se deterioren o estropeen con total garantía.

## 7. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA

La calibración de equipos de medida, como es lógico, supone un coste económico para las empresas. Este coste va a depender de los equipos que estén sometidos a calibración. La clave para que el coste económico no se dispare es el saber determinar que equipos son necesarios que estén sometidos a calibración. Por lo tanto lo primero que se ha de plantear una empresa al marcar un plan de calibración de equipos es seleccionar los que deben estar incluidos en este plan.

Esta selección se debe de hacer en base a los siguientes criterios:

- Es primer lugar se han de incluir todos aquellos equipos que puedan afectar a los condiciones de seguridad y salud de los trabajadores. La selección de estos equipos la ha de realizar el empresario, pero el cumplimiento de condiciones de seguridad y salud de los trabajadores está regulado por Ley. Por lo tanto se debe ser muy cuidadoso en este punto
- En segundo lugar se deberían incluir aquellos equipos de medida intervengan en el cumplimiento de Reglamentos, normas que afecten a la actividad que desarrolla la empresa. El no cumplir con esto incluso podría provocar que la empresa perdiera su licencia de actividad.
- Por último se deben incluir aquellos equipos que sean críticos en el proceso productivo u organizativo y que supongan el poder mantener el estandar de calidad y de producción de la empresa. Esto puede estar regulado por Normas o no, pero en cualquier caso entre dentro del concepto de metrología voluntaria. Asimismo en muchas ocasiones son los clientes finales de la empresa los que marcan las directrices a seguir en este aspecto.

En el caso de la metrología voluntaria, la calibración de equipos la pueden realizar laboratorios de calibración externos o bien pueden existir en la empresa departamentos específicos dedicados a este fin. En este caso el departamento deberá tener equipos patrones de calibración, que si deben estar calibrados externamente para garantizar la trazabilidad de las medidas, y procedimientos adecuados de calibración.

Cuando se trata de metrología obligatoria, la calibración debe ser realizada por empresas que estén autorizadas por la administración para esa



actividad. En este caso el periodo de recalibración lo determina el Reglamento al que esté sometido.

Por último, hay que decir que aunque la calibración de equipos parezca que a priori suponga un coste para la empresa, en realidad lo que se produce es una disminución de costes a medio y largo plazo debido a la mejora que esto supone en materias de seguridad y salud de trabajadores (se reducen bajas por enfermedad y accidentes de los trabajadores, mejoras productivas por aspectos ergonómicos, etc...), mejoras en calidad y producción (aumenta el valor añadido de la empresa en producto, servicio, etc...) y en el cumplimiento de objetivos medioambientales (cumplimiento de requisitos, mejora de la imagen de la empresa, etc...)

## 8 CONCLUSIONES

Las conclusiones que se extraen del presente trabajo se pueden resumir de la siguiente forma:

- La calibración de equipos de temperatura y presión se ha desarrollado a través del tiempo motivada inicialmente por principios de la mejora de la calidad. El impulso de esta actividad viene dada por la aparición de la serie de normas ISO 9000, y la implantación de estas por parte de algunas empresas que a su vez arrastran e involucran a sus proveedores al sistema, siendo hoy en día muy frecuente que incluso pequeñas empresas estén certificadas bajo normas ISO 9000 y por lo tanto sometidas a sus requisitos y en particular a la necesidad de calibración de equipos de medida.

- Esta actitud de las empresas ya supone por sí misma, como se extrae de este trabajo, la mejora implícita de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores. Como se ha mencionado con anterioridad esta certificación de calidad es voluntaria por parte de las empresas pero una vez conseguida, para su mantenimiento es necesario cumplir los requisitos en cuanto a la calibración de equipos, lo que le da un cierto carácter de obligatoriedad y está controlada por auditorías externas periódicas, lo que potencia el control acción preventiva.

- También es importante recordar que la calibración de equipos de presión y de temperatura tiene carácter preventivo y normalmente colectivo, es decir que cumple con los principios básicos de la PRL.

- El coste para la empresa generado por la calibración de equipos, es mínimo respecto al que se pudiera originar por la aparición de enfermedades profesionales o accidentes laborales, debido al desconocimiento de la veracidad de las medidas.

- Por último cabe destacar que la tendencia actual es la búsqueda de la Excelencia Empresarial, integrando sistemas de Gestión de la Calidad (ISO 9000), sistemas de Gestión Mediambiental (ISO 14000) y sistemas de Gestión



de la Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHAS 18000). Esta vinculación entre los sistemas de Prevención, Calidad y Medioambiente nos dan una idea de que el planteamiento de todos ellos es coincidente en muchos aspectos, aspecto reforzado por el artículo 16 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales donde al referirse a las actuaciones preventivas se dice “...deberán integrarse en el conjunto de actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma”

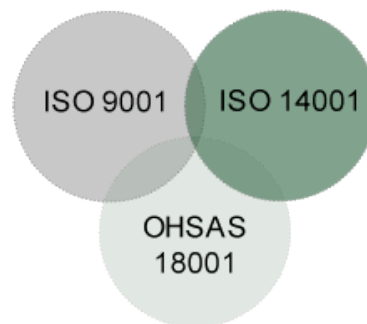


Fig. 8.1: Interrelación entre sistemas de Gestión



## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RUIZ RODRÍGUEZ, I, TOROLLO GONZÁLEZ, F.J., Curso de Prevención de Riesgos Laborales: España en el Marco de la Unión Europea. Ed. Dykinson. Madrid, 1999.
  - CREUS, A. 1990. Instrumentos industriales, su ajuste y calibración. Marcombo Editores. España.
  - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
  - RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
  - RD 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009).
  - UNE 60670-1, Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar.
  - Procedimiento PT/TERMOCAL/03 para la calibración de termómetros industriales de lectura directa por comparación en baños termostáticos en el rango de -40°C a 420°C. Laboratorio Termocal.
  - Procedimiento PP/TERMOCAL/03 para la calibración de manómetros industriales Laboratorio Termocal.
  - Estudio de la situación de riesgos específicos en la industria farmacéutica. M<sup>o</sup> Dolores Sánchez García. Mapfre Seguridad nº 70.
  - Seguridad laboral en la industria alimentaria. Ana López Sánchez. I Congreso nacional de prevención de riesgos laborales en el sector agroalimentario.
- En la página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), los siguientes documentos:
- NTP (Nota técnica de prevención) 576. Integración de sistemas de gestión: prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente.
  - NTP (Nota técnica de prevención) 855. Industria farmacéutica: prevención de la exposición a principios.
  - NTP (Nota técnica de prevención) 528. Reacciones químicas exotérmicas II: control térmico y refrigeración.
  - NTP (Nota técnica de prevención) 550. Prevención de riesgos en el laboratorio: ubicación y distribución.



- NTP (Nota técnica de prevención) 313. Calidad del aire interior: riesgos microbiológicos en los sistemas de ventilación/climatización.
- NTP (Nota técnica de prevención) 628. Riesgo biológico en el transporte de muestras y materiales infecciosos.
- NTP (Nota técnica de prevención) 597 Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: riesgos higiénicos.
- NTP (Nota técnica de prevención) 739. Inspecciones de bioseguridad en los laboratorios.
- NTP (Nota técnica de prevención) 901. Riesgo biológico: prevención en mataderos.
- NTP (Nota técnica de prevención) 55. Túneles de secado de disolventes inflamables control del riesgo de explosión.
- NTP (Nota técnica de prevención) 293. Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica.
- NTP (Nota técnica de prevención) 294. Explosiones BLEVE (II): medidas preventivas.
- NTP (Nota técnica de prevención) 768. Traspase de agentes químicos: medidas básicas de seguridad.
- NTP (Nota técnica de prevención) 403: Sistemas supresores de explosión (II): factores de diseño y aplicaciones prácticas.
- NTP (Nota técnica de prevención) 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación.
- NTP (Nota técnica de prevención) 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación.



**Anexo I. Acreditación Nº 92/LC10.063. Laboratorio Termocal.**



Acreditación nº 92/LC10.063  
Anexo Técnico Rev. 2  
Fecha 13/12/2013  
Hoja 1 de 6

**ANEXO TECNICO  
ACREDITACIÓN Nº 92/LC10.063**

Entidad: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. Laboratorio de Metrología y Calibración de Presión y Temperatura (TERMOCAL)

Dirección: Edificio I + D Tecnológico. Campus Miguel Delibes, 47011 Valladolid

Norma de referencia: UNE-EN ISO/IEC 17025: 2005 (CGA-ENAC-LEC)

Calibraciones en las siguientes áreas:

Presión (Fluidos) Pressure (Fluids) .....1  
Temperatura (Temperature) .....2

**Presión (Fluidos) Pressure (Fluids)**

Categoría 0 (Calibraciones en el laboratorio permanente)

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments
<b>PRESIÓN RELATIVA NEUMÁTICA</b> Pneumatic pressure: gauge		
3,5 kPa ≤ P ≤ 70 kPa	6,8 · 10 <sup>-5</sup> · P + 0,6 Pa	Manómetros, transmisores y balanzas en presión generada
70 kPa < P ≤ 700 kPa	5,7 · 10 <sup>-5</sup> · P + 0,6 Pa	
700 kPa < P ≤ 6,7 MPa	6,0 · 10 <sup>-5</sup> · P + 6 Pa	
6,7 MPa < P ≤ 50 MPa	7,5 · 10 <sup>-5</sup> · P + 6 Pa	
<b>PRESIÓN ABSOLUTA</b> Pneumatic pressure: absolute		
3,5 kPa ≤ P ≤ 70 kPa	6,8 · 10 <sup>-5</sup> · P + 0,6 Pa	Manómetros, transmisores, barómetros excepto columnas de líquido
70 kPa < P ≤ 700 kPa	5,7 · 10 <sup>-5</sup> · P + 0,6 Pa	
700 kPa < P ≤ 7 MPa	6,0 · 10 <sup>-5</sup> · P + 6 Pa	
<b>PRESIÓN RELATIVA HIDRÁULICA</b> Hydraulic pressure: gauge		
100 kPa ≤ P ≤ 6,1 MPa	6,0 · 10 <sup>-5</sup> · P + 60 Pa	Manómetros, transmisores, balanzas en presión generada
6,1 MPa < P ≤ 100 MPa	5,8 · 10 <sup>-5</sup> · P + 60 Pa	

P: presión medida



Código Validación Electrónica: AoujQ679Z542Y5985

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación y del presente anexo técnico puede confirmarse en <http://www.enac.es/web/enac/validacion-electronica> o haciendo clic aquí



**Categoría I (Calibraciones “in situ”)**

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments
<b>PRESIÓN RELATIVA NEUMÁTICA</b> Pneumatic pressure: gauge		
3,5 kPa ≤ P ≤ 2,0 MPa 2,0 MPa < P ≤ 7,0 MPa	2,0 · 10 <sup>-4</sup> · P + 0,33 kPa 2,7 · 10 <sup>-4</sup> · P + 0,92 kPa	Manómetros, transmisores, balanzas en presión generada
<b>PRESIÓN RELATIVA HIDRÁULICA</b> Hydraulic pressure: gauge		
0,1MPa ≤ P ≤ 70MPa	6,0 · 10 <sup>-5</sup> · P + 26 kPa	Manómetros, transmisores, balanzas en presión generada

P: presión medida

**Temperatura (Temperature)**

**Categoría 0 (Calibraciones en el laboratorio permanente)**

**PARTE A: CALIBRACIONES EN TEMPERATURA**

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments
<b>TEMPERATURA</b> Temperature		
-40 °C a < 0,01 °C Punto Triple del Agua (0,01 °C) >0,01 °C a 250 °C >250 °C a 420 °C	0,015 °C 0,005 °C 0,015 °C 0,035 °C	Termómetros de resistencia de Platino
- 40 °C a 420 °C > 420 °C a 1085 °C	0,5 °C 1,0 °C	Termopares de metal noble
- 40 °C a 420 °C > 420 °C a 1085 °C	0,5 °C 1,5 °C	Termopares de metal común
- 40 °C a < 0 °C Punto de fusión del hielo (0,00 °C) > 0 °C a 50 °C >50 °C a 150 °C >150 °C a 250 °C	0,08 °C 0,02 °C 0,05 °C 0,10 °C 0,15 °C	Termómetros de columna de líquido de inmersión total
- 40 °C a 250 °C > 250 °C a 420 °C	0,02 °C 0,04 °C	Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica Salidas analógicas con márgenes nominales de -10 V a +10 V y de 0 mA a 20 mA.

Código Validación Electrónica: AoujQ679Z542Y5985

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación y del presente anexo técnico puede confirmarse en <http://www.enac.es/web/enac/validacion-electronica> o haciendo clic aquí



40 °C a 420 °C > 420 °C		0,8 °C 1,2 °C	Termómetros de lectura directa con sensor termopar Salidas analógicas con márgenes nominales de -10 V a +10 V y de 0 mA a 20 mA.
-40 °C a 250 °C		0,2 °C	Termómetros de lectura directa con otros sensores
50 °C a 420 °C (8-14µm) >420 °C a 950 °C (8-14µm)		3 °C 4 °C	Termómetros de radiación de infrarrojos Tamaños de blanco inferiores a 15 mm de diámetro.
<b>TEMPERATURA (en aire)</b> Temperature (in air)			
0 °C a 50 °C		0,3 °C	Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia termométrica

**PARTE B: CARACTERIZACIÓN DE MEDIOS ISOTERMOS**

ENSAYO	NORMA/PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
<b>ESTUFAS, HORNOS</b> Furnaces, ovens	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,2 °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: ± 2,0 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 2,0 °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: ± 4,0 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.





<b>CÁMARAS CLIMÁTICAS</b> Climatic chambers	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,3 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  <i>NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.</i>
<b>AUTOCLAVES (Presión: atm. a 0,4 MPa)</b> Autoclaves (Pressure: from atmospheric to 0,4 MPa)	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,3 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  <i>NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.</i>
<b>BAÑOS</b> Baths	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,005 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,005 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,07 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,07 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  <i>NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.</i>
<b>NEVERAS, ARCONES, CONGELADORES</b> Refrigerators, Chest freezers	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,3 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  <i>NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.</i>



CALIBRADORES DE BLOQUE SECO Dry block calibrators	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 35 °C a 420 °C (Incertidumbre: $\pm 0,005$ °C) >420 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 0,1$ °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 35 °C a 420 °C (Incertidumbre: $\pm 0,2$ °C) >420 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 2$ °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 35 °C a 420 °C (Incertidumbre: $\pm 0,3$ °C) >420 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 2$ °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.
INCUBADORAS Incubators	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: $\pm 0,04$ °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: $\pm 0,2$ °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: $\pm 0,4$ °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.

Categoría I (Calibraciones "in situ")

PARTE A: CALIBRACIONES EN TEMPERATURA

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments
TEMPERATURA Temperature		
- 40 °C a 100 °C	0,2 °C	Termómetros de lectura directa con sensor de resistencia
> 100 °C a 420 °C	0,5 °C	
- 40 °C a > 420 °C	1 °C	Termómetros de lectura directa con sensor de termopar
> 420 °C a 1085 °C	3 °C	

PARTE B: Caracterización de Medios Isotermos

ENSAYO	NORMA/PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
ESTUFAS, HORNOS Furnaces, ovens	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: $\pm 0,1$ °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 1,0$ °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: $\pm 0,3$ °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 2,0$ °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 30 °C a 250 °C (Incertidumbre: $\pm 2,0$ °C) >250 °C a 1000 °C (Incertidumbre: $\pm 4,0$ °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.



<b>CÁMARAS CLIMÁTICAS</b> Climatic chambers	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,4 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 180 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.
<b>AUTOCLAVES (Presión: atm. a 0,4 MPa)</b> Autoclaves (Pressure: from atmospheric to 0,4 MPa)	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,4 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 80 °C a 140 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.
<b>BAÑOS</b> Baths	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,01 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,01 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,07 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 250 °C (Incertidumbre: ± 0,07 °C) 250 °C a 420 °C (Incertidumbre: ± 0,1 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.
<b>NEVERAS, ARCONES, CONGELADORES</b> Refrigerators, Chest freezers	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,4 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> -40 °C a 20 °C (Incertidumbre: ± 0,7 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.
<b>INCUBADORAS</b> Incubators	
<u>Estudio de estabilidad de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: ± 0,04 °C) <u>Estudio de uniformidad de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: ± 0,2 °C) <u>Estudio de indicación de temperatura:</u> 0 °C a 50 °C (Incertidumbre: ± 0,4 °C)	Procedimiento interno PT/TERMOCAL/07  NOTA: Las incertidumbres corresponden a medidas realizadas sin carga.

(\* )CMC: Capacidad de Medida y Calibración es la menor incertidumbre de medida que el laboratorio puede proporcionar a sus clientes, expresada como incertidumbre expandida para un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

(\* )CMC: Calibration and Measurement Capability is the smallest uncertainty of measurement the laboratory can provide to its customers, expressed as the expanded uncertainty having a coverage probability of approximately 95%.



## Anexo II. Instrumentos de medida



Fig. A.1: Manotermógrafo



Fig. A.2: Termómetro de radiación de infrarrojos



Fig. A.3: Termómetro de lectura directa con sensor termoresistencia/termopar



Fig. A.4: Autoclave



Fig. A.5: Estufa



Fig. A.6: Nevera



Fig. A.7: Horno



Fig. A.8: Cámara climática



Fig. A.9: Cámara climática





Fig. A.10: Manómetro analógico



Fig. A.11: Manómetro digital