

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 1 de 1
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

1.- OBJETO.....	2
2.- ALCANCE.....	2
3.- DESCRIPCIÓN .....	2
3.1.- DEFINICIONES.....	2
CARGA A TRACCIÓN: Una fuerza a tracción aplicada a la célula de carga.....	3
3.2.- RESPONSABILIDADES.....	4
3.3.- DESARROLLO .....	4
3.3.1.- GENERALIDADES .....	4
3.3.2.- IDENTIFICACIÓN.....	5
3.3.3.- ENSAYO METROLÓGICO .....	5
3.3.3.1.- Operaciones previas a la ejecución de los ensayos.....	5
3.3.3.2.- Equipos y materiales.....	7
3.3.3.3.- Procedimientos de ensayo.....	7
3.3.4.- RESULTADO .....	9
3.3.4.1.-Errores máximos permitidos de la célula de carga.- .....	9
3.3.4.2.-Procedimiento de cálculo de Errores de la célula de carga.- .....	11
4.- REFERENCIAS.....	13
5.- ANEXOS .....	14

Elaborado;	Revisado; Responsable de Calidad	Aprobado; Director de Área
Fecha:	Fecha:	Fecha:

<b>EMPRESA</b>  <b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 2 de 2

## 1.- OBJETO

El objeto de este procedimiento es establecer el método de verificación para todo tipo de células de carga utilizadas en la medida de masa.

## 2.- ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todos los servicios, realizados por el Laboratorio, de verificación interna de células de carga de hasta 50000 kg, de cualquier clase de exactitud según clasificación OIML R60, así como al personal de los Laboratorios implicados en el desarrollo de los mismos.

## 3.- DESCRIPCIÓN

### 3.1.- DEFINICIONES

**CÉLULA DE CARGA:** Transductor de fuerza que después de haber tenido en cuenta los efectos de aceleración de la gravedad y del empuje del aire en el lugar de utilización mide una masa, convirtiendo la magnitud medida (masa en Kg) en otra magnitud medida (salida mV/V).

**SALIDA DE LA CÉLULA DE CARGA:** Magnitud medible en la que una célula de carga convierte la magnitud medida (masa).

**CLASE DE EXACTITUD:** Clases de células de carga, las cuales están sujetas a las mismas condiciones de exactitud. Las células de carga se clasifican de acuerdo a sus cualidades de funcionamiento en cuatro categorías, cuyas designaciones son:

Clase A, Clase B, Clase C, Clase D

**ESCALÓN DE LA CÉLULA DE CARGA:** Divisiones en las cuales está dividido el rango de medida de la célula de carga.

**NÚMERO DE ESCALONES DE VERIFICACIÓN DE LA CÉLULA DE CARGA (n):** El número de escalones de la célula de carga en el cual se divide el rango de medida.

**NÚMERO MÁXIMO DE ESCALONES DE VERIFICACIÓN DE LA CÉLULA DE CARGA (n<sub>max</sub>):** El número máximo de escalones de la célula de carga en el que se puede dividir el rango de medida, para el cual el resultado de medida no debería verse afectado por un error que supere al error máximo permitido (de ahora en adelante E.M.P).

**ESCALÓN DE VERIFICACIÓN DE LA CÉLULA DE CARGA (v):** El escalón de la célula de carga, expresado en unidades de masa, utilizado en los ensayos de las células de carga para la clasificación en exactitud.

$$v = \frac{E_{\max}}{n_{\max}}$$

**ESCALÓN MÍNIMO DE VERIFICACIÓN DE LA CÉLULA DE CARGA (v<sub>min</sub>):** Escalón de verificación más pequeño en el cual se puede dividir el campo de medida de la célula de carga.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 3 de 3
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

**CARGA MÍNIMA (MUERTA) ( $E_{min}$ ):** Valor más pequeño de la magnitud (masa), que puede aplicarse a una célula de carga sin exceder del error máximo permitido.

**ALCANCE MÁXIMO ( $E_{max}$ ):** El mayor valor de la magnitud (masa), que puede aplicarse a la célula de carga sin exceder del error máximo permitido.

**CARGA A COMPRESIÓN:** Una fuerza a compresión aplicada a la célula de carga.

**CARGA A TRACCIÓN:** Una fuerza a tracción aplicada a la célula de carga.

**NO LINEALIDAD:** La desviación entre la curva creciente de verificación de la célula de carga y una línea recta.

**ERROR DE HISTÉRESIS:** La diferencia entre las lecturas de salida de la célula de carga para una misma carga, una lectura obtenida incrementando la carga desde la carga mínima y la otra obtenida decrementando desde la carga máxima.

**CREEP:** El cambio en la señal de salida de la célula de carga que se produce a lo largo del tiempo, bajo una carga constante y con todas las condiciones ambientales y demás variables permaneciendo también constantes. Usualmente se expresa en % de la salida a carga nominal para un período de tiempo dado ( 30 minutos).

**RETORNO DE LA SEÑAL DE SALIDA A CARGA MÍNIMA (MUERTA) (DR):** La diferencia en la señal de salida de la célula de carga a carga mínima (muerta), medida antes y después de la aplicación de carga.

**ERROR DE REPETIBILIDAD:** La diferencia entre lecturas de salida de la célula de carga, tomadas de ensayos consecutivos y bajo condiciones ambientales y de carga idénticas.

**RANGO DE MEDIDA DE LA CÉLULA DE CARGA:** El rango de valores de la magnitud medida (masa) para el cual el resultado de la medida no debería verse afectado por un valor excesivo del error máximo permitido.

**CARGA MÍNIMA DEL RANGO DE MEDIDA ( $D_{min}$ ):** El valor más pequeño de la magnitud (masa) que será aplicado a la célula de carga durante el ensayo o su utilización. Este valor no debe ser menor de  $E_{min}$ , es decir,  $D_{min} > E_{min}$

**CARGA MÁXIMA DEL RANGO DE MEDIDA ( $D_{max}$ ):** El mayor valor de la magnitud (masa) que será aplicado a la célula de carga durante el ensayo o su utilización. Este valor no debe ser mayor de  $E_{max}$ , es decir  $D_{max} < E_{max}$ .

**CARGA LÍMITE:** Carga máxima que puede aplicarse sin que se produzca una desviación permanente en las características funcionales especificadas.

**FRACCIÓN  $P_{LC}$ :** El valor de una fracción adimensional expresada como un número decimal (por ejemplo 0,7) utilizada para determinar el error máximo permitido (E.M.P). Representa la proporción del error total que le ha sido asignado a la propia célula de carga.

**ERROR DE LA CÉLULA DE CARGA:** La diferencia entre el resultado de medida de la célula de carga y el valor verdadero de la masa.

**ERROR INTRÍNSECO DE LA CÉLULA DE CARGA:** El error de la célula de carga en condiciones de referencia.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b><i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i></b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 4 de 4
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

**ERROR INTRÍNSECO INICIAL:** Error intrínseco inicial de la célula de carga determinado con anterioridad a los ensayos de funcionamiento y de estabilidad de la pendiente.

**FALLO:** La diferencia entre el error y el error intrínseco de la célula de carga

**FALLO SIGNIFICATIVO:** Un fallo mayor de un escalón de verificación de la célula de carga (v).

Los siguientes fallos no se consideran significativos, aún cuando excedan del escalón de verificación de la célula de carga (v):

- Fallos derivados de causas simultáneas y mutuamente independientes.
- Fallos que implican la imposibilidad de realizar cualquier medida.
- Fallos tan importantes, que tienen que ser advertidos por todos los interesados en el resultado de la medida
- Fallos transitorios constituidos por variaciones momentáneas en la señal de salida de la célula de carga, que no pueden ser interpretados, memorizados o transmitidos como un resultado de la medida.

**Salida de detección de fallo:** Una presentación eléctrica emitida por la célula de carga, indicando que existe una condición de fallo.

### **3.2.- RESPONSABILIDADES**

El Jefe del Laboratorio es responsable de la gestión, funcionamiento, coordinación y calidad de los servicios que presta el Laboratorio. Asimismo, es responsable de la correcta aplicación de este procedimiento. El personal del Laboratorio, cualificado para la prestación de este servicio, es responsable de la correcta ejecución de los ensayos y de la emisión de los documentos relacionados.

### **3.3.- DESARROLLO**

#### **3.3.1.- GENERALIDADES**

La verificación de células de carga, para obtener la indicación de masa que esta proporciona bajo la acción de determinadas cargas, está basada en la comparación de dicha indicación del mesurando con la indicación de un transductor de fuerza patrón (en adelante patrón) cuyas indicaciones deben ser transformadas en unidades de masa mediante la aceleración de la gravedad local. El transductor de fuerza patrón estará montado en serie con el mensurando en la máquina de generación de fuerza de 500 KN de alcance máximo, mediante el uso de los accesorios adecuados que permitan una aplicación de carga lineal y sin excentricidades; es decir, se generarán cargas en el sistema de calibración de fuerzas propiedad del Laboratorio, compuesto por una máquina de generación de fuerza, un juego de cinco transductores patrones de referencia y un sistema amplificador de la señal de salida.

El procedimiento de verificación a aplicar es idéntico en todos los casos, según se describe a continuación y consistirá en realizar:

- La identificación del instrumento.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 5 de 5
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

- Un ensayo metrológico con el fin de determinar si las indicaciones de la célula de carga mensurando están dentro de los errores máximos permitidos según OIML R60.

### 3.3.2.- IDENTIFICACIÓN

Se realizará la identificación completa de la célula/s de carga, anotando en la hoja toma de datos las características metrológicas y el n° de expediente al que corresponde.

Los datos más comunes necesarios para identificar la célula de carga se relacionan a continuación:

- nombre y dirección del fabricante o su marca,
- designación propia del fabricante,
- número de serie,
- año de fabricación,
- carga mínima (muerta)  $E_{min}$
- alcance máximo  $E_{max}$
- carga límite (todas en unidades de g, kg, ó t según proceda)
- escalón mínimo de verificación de la célula de carga ( $v_{min}$ )
- clasificación de humedad (NH ó SH) si procede, y otras condiciones pertinentes que deban observarse para obtener el funcionamiento especificado (por ejemplo, características eléctricas de la célula de carga).

La célula de carga a verificar deberá llevar el siguiente marcado mínimo, en una placa identificativa:

- nombre del fabricante o su marca,
- designación propia del fabricante,
- número de serie,
- alcance máximo de la célula de carga,  $E_{max}$  (g, kg, t)

Si toda la información requerida anteriormente no está marcada en la célula de carga, entonces, dicha información debe ser proporcionada en un documento adjunto. Cuando se suministre tal documento la información anterior deberá ser también proporcionada en dicho documento.

### 3.3.3.- ENSAYO METROLÓGICO

#### 3.3.3.1.- Operaciones previas a la ejecución de los ensayos.

Se deben cumplir las condiciones y factores siguientes, en todas las verificaciones:

a).Aceleración de la gravedad.-

La aceleración de la gravedad presenta variaciones, en la superficie de la tierra, que llegan hasta un 0,55 %. Deben hacerse correcciones de gravedad, si se considera necesario, y

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 6 de 6
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

anotar el valor de la aceleración de la gravedad en el lugar de ensayo, en los resultados de los ensayos.

b). Condiciones ambientales.-

Los ensayos deben efectuarse en condiciones ambientales estables. En lo que concierne a la temperatura ambiente, la temperatura se considera estable cuando la diferencia entre las temperaturas extremas anotadas durante el ensayo no exceda de un quinto del intervalo de temperatura considerado para la célula de carga, sin que sea mayor de 2 ° C.

c). Condiciones de carga.-

Debe prestarse particular atención a las condiciones de carga, para prevenir la introducción de errores no inherentes a la célula de carga. Factores tales como la rugosidad de la superficie, planitud, corrosión, rayaduras, excentricidad, etc deben tomarse en consideración. Las condiciones de carga deben estar de acuerdo con los requisitos del fabricante de la célula de carga. Las cargas deben ser aplicadas y retiradas a lo largo del eje sensible de la célula de carga y sin provocar choques. La carga mínima debe ser lo más cercana a la carga mínima muerta de la célula de carga que permita el sistema de generación de fuerzas.

d). Patrones de referencia.-

Deben efectuarse verificaciones periódicas (dependiendo del uso) de los patrones.

e). Estabilización.-

Deben preverse un período de estabilización para la célula de carga sometida a ensayo y para el instrumento de lectura de la señal de salida, teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes del equipo utilizado.

f). Condiciones de temperatura. Atemperamiento de equipos.-

Es importante permitir un tiempo suficiente de estabilización de la célula. Debe prestarse particular atención de esta exigencia en el caso de células de grandes dimensiones. El sistema de carga debe estar concebido de forma que no introduzca gradientes térmicos importantes en la célula de carga. La célula de carga y sus elementos de conexión (cables, tubos, etc.) que estén integrados o contiguos, deben encontrarse a la misma temperatura del ensayo. El instrumento indicador debe mantenerse a temperatura de la habitación. El efecto de la temperatura sobre los elementos de conexión auxiliares debe tomarse en consideración, para la determinación de los resultados.

h). Estabilidad.-

Debe utilizarse un instrumento indicador y los elementos de carga que aseguren una estabilidad suficiente para permitir las lecturas dentro de los límites establecidos.

i). Comprobación del instrumento.-

Algunos instrumentos indicadores están provistos de un medio apropiado para autoverificarse. En este caso, debe utilizarse frecuentemente tales medios de autoverificación para asegurar que el instrumento indicador satisface la precisión exigida por el ensayo efectuado. Se debe proceder, igualmente a calibraciones periódicas de dicho instrumento indicador.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 7 de 7
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

j).Otras condiciones.-

Deben de tomarse en consideración durante el ensayo, otras condiciones especificadas por el fabricante, tales como tensión de entrada/salida, sensibilidad eléctrica, etc .

k). Datos de tiempo y fecha.-

Deben anotarse todos los tiempos y datos de forma que dichos datos puedan posteriormente presentarse en un informe de ensayo en términos de valor absoluto, no relativo, unidades de tiempo local y fecha.

### 3.3.3.2.- Equipos y materiales.

- El transductor de fuerza patrón junto con su dispositivo indicador debe poseer su certificado de calibración actualizado.
- Se utilizará un transductor de fuerza patrón cuyo valor nominal esté en consonancia con el mensurando.
- Termómetro con resolución de 0,1° C y precisión de  $\pm 1^\circ$  C.
- Higrómetro con resolución de 1% y precisión de  $\pm 5\%$ .

### 3.3.3.3.- Procedimientos de ensayo.

Cada uno de los ensayos descritos a continuación se presentan como ensayos individuales.

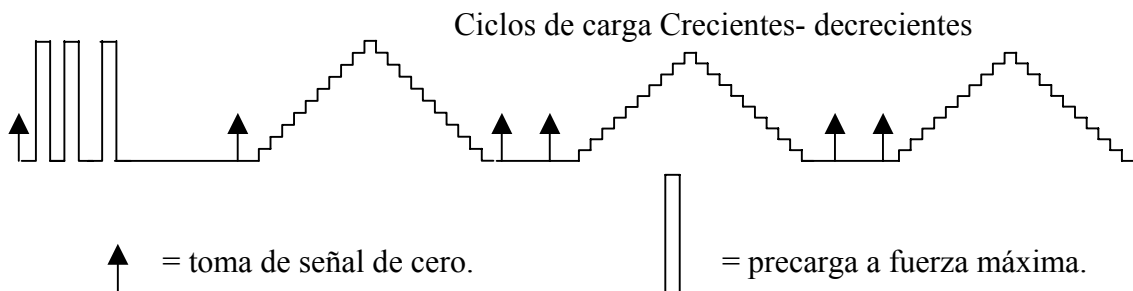
#### Ensayo 1: Ensayo con cargas crecientes-decrecientes.-

- A. Asegurarse que se cumplen las condiciones generales, estabilizando la temperatura del laboratorio a 20 ° C antes de efectuar el ensayo.
- B. Configurar el canal 1 del amplificador (canal al que debe estar conectado el transductor patrón a utilizar) prestando especial atención a la tensión de excitación que será en todos los casos de 5 V y a los valores de cero y carga Nominal indicando la tensión en mV/V correspondiente a ambos puntos (para ello consultar el certificado de calibración correspondiente).
- C. Conectar la célula mensurando al canal 3 del amplificador, configurándolo con los datos suministrados por el fabricante (sensibilidad nominal, tensión de excitación, alcance máximo  $E_{max}$  ..), teniendo en cuenta que datos como por ejemplo el valor del Alcance máximo será proporcionado en unidades de masa (Kg), que deberán ser convertidas a unidades de Fuerza (KN) que será la unidad de trabajo del sistema de generación de fuerza utilizando para ello el valor de la aceleración de la gravedad local.-
- D. Cargar los parámetros de calibración dentro del módulo de calibración automática del programa de gestión que gobierna el sistema de generación de fuerza y la secuencia de ensayo, e iniciar la calibración; dicha secuencia de ensayo realizará de forma automática las siguientes operaciones:
  1. Cargar la célula de carga a carga mínima.
  2. Cargar la célula de carga aplicando tres veces la carga máxima y volviendo a carga mínima después de cada aplicación.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 8 de 8
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

3. Anotar la indicación del instrumento a carga mínima.
4. Aplicar las cargas crecientes hasta carga máxima. Los puntos de carga crecientes deben ser al menos un número de cinco, se debe intentar que estén uniformemente distribuidos a lo largo del rango de trabajo de la célula de carga y deben incluir los valores más altos próximos a los puntos de cambio de los errores máximos permitidos de la célula de carga.
5. Anotar las indicaciones del instrumento en cada uno de esos escalones de carga. La lectura deberá tomarse en un tiempo que sea lo más cercano posible al especificado en la Tabla 3 en la R60.
6. Retirar las cargas de ensayo hasta la carga mínima de la misma manera. Anotando igualmente las indicaciones del instrumento.
7. Repetir las operaciones descritas en los puntos 5 y 6 cuatro veces más para las células de carga con clase de exactitud A y B y dos veces más para las clases de exactitud C y D.

Dicha secuencia se muestra en el siguiente esquema:



De los datos resultantes puede ser determinado y comparado con los límites especificados en la R60:

- la magnitud del error de la célula
- el error de repetibilidad

**Ensayo 2: Determinación del creep y retorno de la señal de salida a carga mínima (DR).**

Se seguirá el mismo procedimiento anteriormente descrito en sus apartados A, B y C.

D. Cargar los parámetros de calibración dentro del módulo de calibración automática del programa de gestión que gobierna el sistema de generación de fuerza y la secuencia de ensayo correspondientes, e iniciar la calibración; dicha secuencia de ensayo realizará de forma automática las siguientes operaciones:

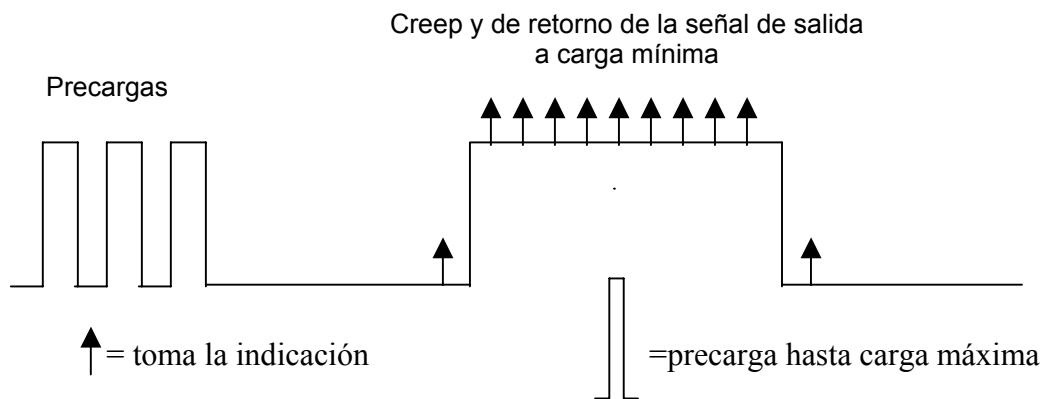
1. Cargar la célula de carga a carga mínima.
2. Cargar la célula de carga aplicando tres veces la carga máxima y volviendo a carga mínima después de cada aplicación.



<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 9 de 9
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

3. Anotar la indicación del instrumento a carga mínima .
4. Aplicar la carga correspondiente al alcance máximo de la célula de carga y anotar la indicación inicial de la misma. Mantener dicha carga máxima y continuar anotando periódicamente en intervalos de tiempo de 2 minutos durante un periodo de 30 minutos, asegurarse que una lectura se toma a los 20 minutos.
5. Retirar la carga y tomar la lectura del mensurando.

En estos casos de determinación del Creep y de retorno de la señal de salida a carga mínima la secuencia visualizada en un modo gráfico es la siguiente:



Con los datos resultantes, la magnitud del creep y la determinación del retorno de la señal de salida a carga mínima (DR) puede ser determinada y comparada con la variación permitida especificada en la R 60. -

Sin embargo, para realizar de forma eficaz los ensayos sobre la célula de carga, se acepta que ambos ensayos se realicen de forma continuada si se considera oportuno, en dicho caso se deberá cargar la secuencia apropiada, que realizará los ensayos 1 y 2 de forma continuada.

### 3.3.4.- RESULTADO

#### 3.3.4.1.-Errores máximos permitidos de la célula de carga.-

- **Error máximo permitido de la célula de carga**

Los errores máximos permitidos a la célula de carga para cada clase de exactitud (A, B, C o D), cuando la indicación de la señal de salida haya sido ajustada a cero para la carga mínima, están ligados al número máximo de escalones de verificación y al valor real de escalón de verificación de la célula de carga ( $v$ ).

Los errores máximos permitidos para evaluación de modelo o verificación inicial son la fracción  $P_{LC}$  de los valores expresados en la columna de la izquierda de la tabla inferior. La fracción  $P_{LC}$  debe ser elegida por el fabricante y debe estar dentro del rango de 0,3 a 0,8 ( $0,3 \leq P_{LC} \leq 0,8$ )

Dichos errores máximos son los que se muestran en la siguiente tabla:

<b>EMPRESA</b>  <b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 10 de 10

m = carga

CLASE A (1)	CLASE B (2)	CLASE C (3)	CLASE D (4)	E.M.P	E.M.P (P <sub>Lc</sub> )=0,7
0<=m<=50000 v	0<=m<=5000v	0<=m<=500 v	0<=m<=50 v	P <sub>Lc</sub> *0,5v	0,35 v
50000 v <m<=200000 v	5000 v <m<=20000 v	500 v <m<=2000 v	50 v <m<=200 v	P <sub>Lc</sub> *1,0v	0,7 v
200000<m	20000 < m <= 100000 v	2000< m <=10000 v	200 < m <= 1000 v	P <sub>Lc</sub> *1,5v	1,05 v

El valor de P<sub>Lc</sub> aparecerá en el certificado OIML de la célula de carga. Si el valor de P<sub>Lc</sub> no está especificado en el certificado, entonces se asumirá que es 0,7.

Los errores máximos permitidos para una célula de carga pueden ser positivos o negativos y son aplicables para las cargas crecientes o decrecientes.

Los límites de error anteriores se aplicarán en todo el campo de medida de la célula de carga, que cumpla con las condiciones siguientes:

$$n < n_{\max}$$

$$V < V_{\min}$$

Los límites de error indicados anteriormente deben relacionarse con la envolvente del error que se refiere a la línea recta que pasa por la salida a carga mínima y por la salida de la célula de carga para una carga correspondiente al 75 % del rango de medida tomado a 20 ° C, para cargas crecientes.

Durante la realización de los ensayos, la lectura debe hacerse, una vez transcurrido un intervalo de tiempo desde la iniciación de la aplicación o retirada de la carga, según proceda, tal que permita la estabilización de la señal normalmente ese tiempo estará comprendido entre 10 y 20 seg.

Los tiempos de carga o descarga deben ser apropiados al escalón de carga que se vaya a producir. Tras la aplicación de la carga se deberá esperar un tiempo adecuado para estabilizar la carga antes de proceder a la lectura de la indicación. Los ensayos deben realizarse en condiciones constantes.

▪ **Error de repetibilidad**

La diferencia máxima entre los resultados obtenidos por cinco aplicaciones de una carga idéntica para clases A y B y de tres aplicaciones de una carga idéntica para clases C y D, no debe ser mayor que el valor absoluto del error máximo permitido para esa carga.

▪ **Error de Creep**

Para una carga constante del 90 % al 100 % del alcance máximo, aplicada a una célula de carga, la diferencia entre la primera lectura y cualquier otra lectura obtenida en los próximos 30 minutos, no debe exceder de 0,7 veces del valor absoluto del error máximo permitido para la carga aplicada. La diferencia entre la lectura obtenida a los 20 minutos y la lectura

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 11 de 11

obtenida a los 30 minutos no debe exceder de 0,15 veces del valor absoluto del error máximo permitido.

▪ **Retorno de la señal de salida para carga mínima (muerta) (DR)**

La diferencia entre la primera lectura de la señal de salida a carga mínima después de descargar hasta la carga mínima y la lectura para la misma carga antes de la aplicación durante treinta minutos de una carga del 90 al 100 % del alcance máximo de la célula de carga, no debe exceder de la mitad del escalón de verificación de la célula de carga (0,5 v).

**3.3.4.2.-Procedimiento de cálculo de Errores de la célula de carga.-**

La primera de las finalidades de los ensayos anteriormente descritos es determinar si para cada uno de esos escalones de carga aplicados al instrumento verificado, la indicación proporcionada por este es inferior o no al E.M.P definido para ese valor de carga y para esa clase de exactitud, para ello, se seguirá el siguiente procedimiento de cálculo:

▪ **Cálculo del Error de la célula de carga (EL = Error Load Test)**

1. Anotar los resultados obtenidos del ensayo 1 (error de la célula de carga y repetibilidad) en la tabla A.1, y calcular los valores medios anotándolos en la columna de la derecha de la tabla A.1. Cuando sean necesarios mas de tres ciclos de carga, (para las células de carga de clase A y B) se usará otra hoja y se seguirá consecutivamente con la numeración, así de 1, 2 y 3 a 4, 5.
2. Determinar el factor (f).

Este factor es el número de unidades indicadas por escalón de verificación (v) y se utiliza para convertir todas las "unidades indicadas" (en mV/V) a "v" (escalón de verificación). Se determina de los valores medios del ensayo 1 en sus cargas crecientes.

Si una carga de ensayo correspondiente al 75 % del rango de medida para la célula de carga ensayada no está incluida en las cargas de ensayo utilizadas en la tabla A.1., se deberá interpolar entre los valores adyacentes mas alto y más bajo de la media de los tres ciclos y anotarlo sobre la tabla A.2.

Calcular la diferencia entre las indicaciones medias de las cargas crecientes del 75 % ( $D_{max} - D_{min}$ ) y la indicación de  $D_{min}$ , y dividir el resultado (con cinco cifras significativas) por el número de escalones de verificación para esa carga (75% n ) para obtener el factor (f) y anotarlo en las tablas siguientes.

$$f = [\text{indicación en } (75\% (D_{max} - D_{min})) - \text{indicación en } D_{min}] / (0,75 \times n)$$

3. Introducir la media de las indicaciones de los ensayos para cada temperatura, corregidas del valor medio indicado para carga mínima, en la tabla A.2.
4. Calcular las indicaciones de referencia, convirtiendo la carga de ensayo neta en unidades de masa, a unidades de "v", para ello multiplicar cada carga de ensayo por el factor (f) y anotándolas en la 2ª columna de la Tabla A.2.

$$R_i = [ (\text{carga de ensayo} - D_{min}) / (D_{max} - D_{min}) ] \times n \times f$$

$$f = \text{unidades} / v$$

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 12 de 12
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

- En la Tabla A.2 calcular la diferencia para cada carga de ensayo y para cada una de las temperaturas entre las indicaciones de ensayo media y la indicación de referencia y dividirla por f para obtener el error de cada carga de ensayo en términos de v.

$$EL = (\text{indicación de ensayo media} - \text{indicación de referencia}) / f$$

- Comparar  $E_L$  con el correspondiente error máximo permitido (e.m.p) para cada carga de ensayo

▪ **Error de repetibilidad** ( $E_R = \underline{\text{Error Repetibilidad}}$ )

- Trasladar las indicaciones de ensayo de los tres ciclos de carga, desde la tabla A.1 a la Tabla A.3.
- Calcular la máxima diferencia entre las tres indicaciones de carga y dividir por el factor f para obtener el error de repetibilidad en términos de v.

$$E_R = (\text{indicación máxima} - \text{indicación mínima}) / f$$

- Comparar  $E_R$  con el valor absoluto del error máximo permitido (emp) para cada carga de ensayo.

▪ **Creep y retorno de la salida a carga mínima (MDLOR)**

(Cc = Cambio Creep )

CMDLOR = Change MDLOR

- De las indicaciones de ensayo anotadas en la tabla A.5, calcular la diferencia mas alta entre la indicación inicial obtenida en la carga de ensayo antes del periodo de estabilización y cualquier otra indicación obtenida después en un periodo de tiempo de 30 minutos y dividir por f (el factor f debe de recalcularse si  $D_{\max}$  Y  $D_{\min}$  para este ensayo difieren de los que se utilizaron en el ensayo de carga) para obtener el error de creep en términos de v.

$$Cc = (\text{indicación} - \text{indicación inicial}) / f$$

- El valor de Cc no debe de exceder de 0,7 veces el valor absoluto del error máximo permitido para la carga de ensayo
- Calcular la diferencia entre las indicaciones del ensayo obtenidas a los 20 minutos y a los 30 minutos después de la aplicación de carga inicial y dividir por f para obtener el error de creep en términos de v.

$$Cc (30 - 20) = (\text{indicación en 30 minutos} - \text{indicación en 20 minutos}) / f$$

- Cc (30 -20) no debe exceder de 0,15 veces el valor absoluto del error máximo permitido para la carga de ensayo.
- Calcular la diferencia entre la indicación del ensayo a carga mínima antes y después del ensayo de creep y dividir por f para obtener el error de retorno de salida a carga mínima en términos de v.

$$CMDLOR = (\text{indicación a carga mínima}_2 - \text{indicación a carga mínima}_1) / f$$

- CMDLOR no debe exceder de 0,5 v.

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 13 de 13

- La OIML R 76 exige realizar cálculos que incluyen el valor de retorno de la salida a carga mínima (DR)

Lo siguiente verifica la validez del valor de DR especificado por el fabricante.

(Así como el CMDLOR expresa el valor de retorno de la salida a carga mínima en términos de  $v$ , el valor de DR lo expresa en kg)

Calcular el valor de retorno de señal de salida a carga mínima (DR<sub>cal</sub>)

$$DR_{cal} = E_{max} * CDMLOR/n_{max}$$

- El valor de DR calculado no debe exceder el valor de DR especificado por el fabricante

#### **4.- REFERENCIAS**

##### **DOCUMENTACIÓN UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN**

Como referencia básica para la elaboración de este procedimiento se han tomado los criterios establecidos en los siguientes documentos:

- PGAM XX: Procedimiento General de Elaboración de Procedimientos.

##### **DOCUMENTOS A UTILIZAR CON ESTE PROCEDIMIENTO**

- F005 : Carpeta-Archivo de Expediente.
- Al final de este documento (ANEXOS) se encuentra los formatos orientativos considerados como hojas de toma de datos, así como el certificado de verificación.

##### **LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE O RELACIONADA**

- Recomendación Internacional de OIML R60 (2000). “ Regulación metrológica para células de carga”.
- Documentación del curso “Taller células de carga”, del CEM. 1997.

<b>EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 14 de 14
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>		

## 5.- ANEXOS

A continuación se presentan un listado de anexos de carácter orientativo

1. Formatos orientativos de hojas de toma de datos a utilizar en la verificación.
2. Formatos orientativos de certificado de verificación a utilizar en la verificación

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 15 de 15

**HOJA DE TOMA DE DATOS DE VERIFICACIÓN CÉLULAS DE CARGA**

LABORATORIO "EMPRESA"

Página 1 de \_\_\_\_

Expediente: \_\_\_\_\_

N° de Objeto de ensayo: \_\_\_\_\_

Solicitante: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_

Cliente: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_

**Identificación del mensurando:**

**Identificación del indicador asociado:**

Tipo:	Tipo:	Indicador digital
Marca:	Marca:	
Modelo:	Modelo:	
N°Serie:	N°Serie:	
Capacidad nom.:	Resolución:	0,00001
Accesorios:	Unidades:	mV/V
<u>Alcance máximo (E<sub>max</sub>):</u>		
<u>Mínima carga muerta( E<sub>min</sub>):</u>		
<u><math>\rho_{max}</math>:</u>		
<u>clase de exactitud:</u>		
<u>Escalón mínimo de verificación ( v<sub>min</sub>):</u>		
<u>Tensión de excitación:</u>		
<u>Sensibilidad nominal:</u>		

**Equipo utilizado en la calibración:**

Transductor de fuerza patrón con número de control: \_\_\_\_\_

Indicador asociado con número de control: \_\_\_\_\_

Sistema de Generación de cargas con número de control: \_\_\_\_\_

**Accesorios de aplicación de carga utilizados:**

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 16 de 16

**HOJA DE TOMA DE DATOS DE VERIFICACIÓN CÉLULAS DE CARGA**

LABORATORIO "EMPRESA"

Página 2 de \_\_\_\_

Expediente: \_\_\_\_\_

N° de Objeto de ensayo: \_\_\_\_\_

**Método empleado en la verificación:**

Los ensayos se han realizado en base al procedimiento: PEAM XX establecido por "EMPRESA".

**Condiciones ambientales:**

	inicio	final			inicio	Final
Temperatura			° C	Hora		
Hum. Rel.			%	Fecha:		

**Observaciones:**

Fdo. \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_







<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 19 de 19

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN:** \_\_\_\_\_

**Laboratorio “Empresa”:**

C/. \_\_\_\_\_

CP \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Tlfn.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

INSTRUMENTO:

MARCA:

MODELO:

Nº DE SERIE:

SOLICITANTE:

DIRECCIÓN:

CLIENTE:

DIRECCIÓN:

FECHA DE VERIFICACIÓN:

Fecha de emisión: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

Fdo. \_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio

Fdo. \_\_\_\_\_  
Técnico de Laboratorio

Este certificado consta de \_ páginas.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones, afectando única y exclusivamente a la muestra sometida a verificación.

No se permite la reproducción total o parcial de este certificado sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 20 de 20

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

Página 2 de \_\_

**Características del Mensurado:**

<b>Instrumento a verificar:</b>	<b>Indicador asociado:</b>
Tipo:	Tipo: Indicador digital
Marca:	Marca:
Modelo:	Modelo:
NºSerie:	NºSerie:
Capacidad nom.:	Resolución: 0,00001
Accesorios:	Unidades: mV/V
Alcance máximo (E <sub>max</sub> ):	
Mínima carga muerta( E <sub>min</sub> ):	
n <sub>max</sub> :	
clase de exactitud:	
Escalón mínimo de verificación (v <sub>min</sub> ):	
Tensión de excitación:	
Sensibilidad nominal:	

**Equipo utilizado en la calibración:**

Transductor de fuerza patrón con número de control: \_\_\_\_\_

Indicador asociado con número de control: \_\_\_\_\_

Sistema de Generación de cargas con número de control: \_\_\_\_\_

**Trazabilidad:**

El equipo patrón utilizado tiene trazabilidad a la máquina de fuerza de pesos muertos nacional del Centro Español de Metrología (CEM) .

**Procedimiento de verificación:**

Los ensayos se han realizado en base al procedimiento PEAM XX: establecido por "EMPRESA".

**Método:**

Se ha sometido a la célula de carga a un proceso previo de eliminación de posible pereza con una serie de precargas.

Previamente a los ensayos, se mantuvo la célula de carga en el laboratorio el tiempo necesario atemperándose.

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

Página 3 de \_\_

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	PEAM XX: <i>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</i>	Revisión: 0 Fecha: Página: 21 de 21

**Condiciones del ensayo:**

Temperatura de la sala:        ° C ± ° C

Humedad relativa            50 % ± %

Fecha:

---

**Observaciones:**

<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE <b>METROLOGÍA</b>	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 22 de 22

*CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN:*

Página 4 de \_

**Resultados de la Verificación:**

**TABLA A.1**

**Series de medidas de ensayo 1 ( Ensayo con cargas crecientes-decrecientes):**

		SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3		
Carga KN	Carga Kg	Indicación	Indicación	Indicación	VALOR MEDIO	

v= (Emax/nmax)

KN	Kg

75% (Emax -Emin)=  Kg

\*Nota: Si la carga de ensayo correspondiente al 75% del rango de medida para la célula de carga ensayada, con cargas crecientes, no está incluida en las cargas de ensayo utilizadas en esta tabla, se deberá interpolar entre los valores adyacentes más alto y más bajo de la media de los tres ciclos

**Ind. Med 75% (Emax -Emin)=**

f=(Indicación Media en 75% (E<sub>max</sub> -E<sub>min</sub>)- Indicación Media en E<sub>min</sub>)/0,75\*n

f=







<b>EMPRESA</b>  ÁREA DE METROLOGÍA	<b>PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO</b>	
	<b>PEAM XX:</b> <b>VERIFICACIÓN DE CÉLULAS DE CARGA</b>	Revisión: 0 Fecha: Página: 25 de 25

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

Página 7 de \_\_

**TABLA A.5**

**Determinación del creep y retorno de la señal de salida a carga mínima (DR).**

Carga( KN)	Carga ( Kg)	Indicación	tiempo	Cambio (v)	E.M.P (v)	Resultado de la verificación

**Cmdlor**

<b>Diferencia 20-30 min</b>	<b>mpc (v)</b>	<b>Resultado de la verificación</b>