

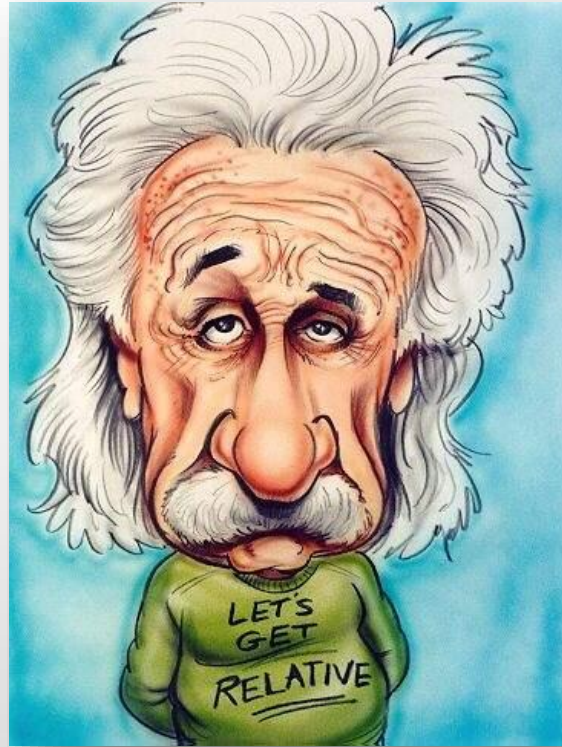
CURSO PRÁCTICO DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN

CALTEX

SR Technics 

 **CALTEX** www.caltex.es

11/05/2023



Rafael Juan Jiménez Villar

Position Responsable técnico laboratorio, I+D

E-mail rafael.jimenez@caltex.es

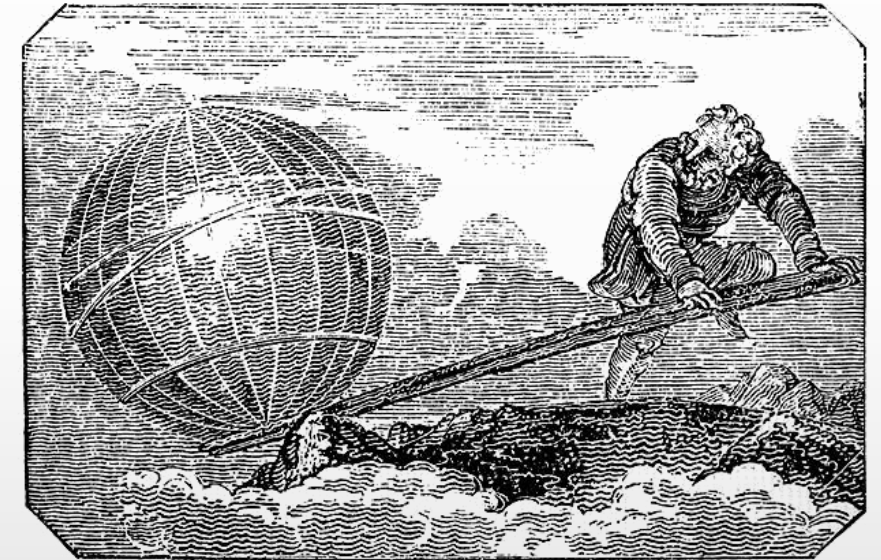
Phone +34 96 182 99 02

ÍNDICE

- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA
- TRAZABILIDAD EN ESPAÑA
- INSTRUMENTOS A CALIBRAR/VERIFICAR
 - HERRAMIENTAS DINAMOMÉTRICAS
 - INSTRUMENTOS MEDIDA DE PAR ELECTRÓNICOS
- CALIBRACIÓN vs VERIFICACIÓN
- PROCESO DE CALIBRACIÓN (BREVE DESCRIPCIÓN)
 - UNE-EN ISO 6789:2004 / UNE-EN ISO 6789-2:2019
 - CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE
- VERIFICACIÓN / CONTROL INTERMEDIO

**DADME UN PUNTO DE APOYO Y
MOVERÉ EL MUNDO.**

Arquímedes



DEFINICIÓN

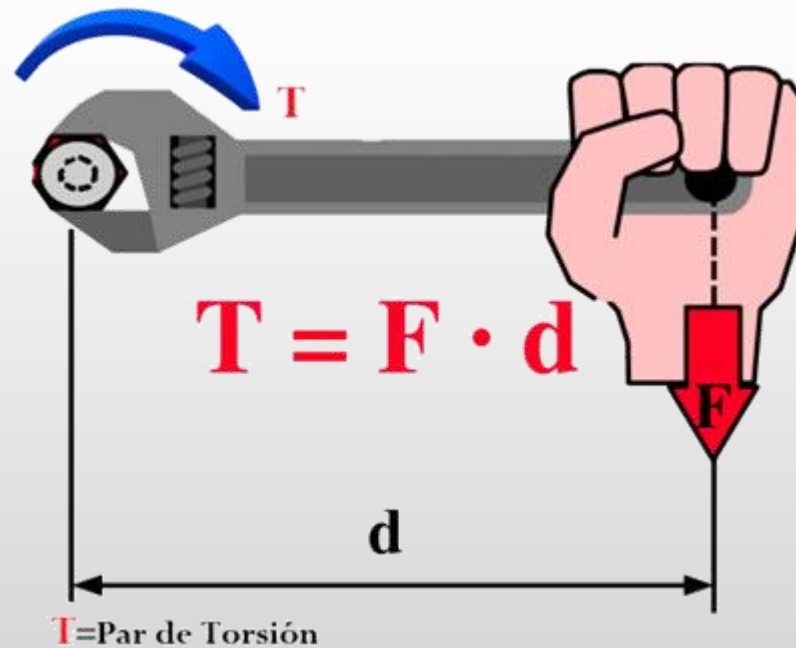
 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR

EL **PAR DE TORSIÓN** ES UNA MAGNITUD DERIVADA Y SE DEFINE COMO EL PRODUCTO DE UNA FUERZA TANGENCIAL POR LA DISTANCIA ENTRE SU PUNTO DE APLICACIÓN Y UN CENTRO DE ROTACIÓN.

SU UNIDAD EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) ES EL N·m

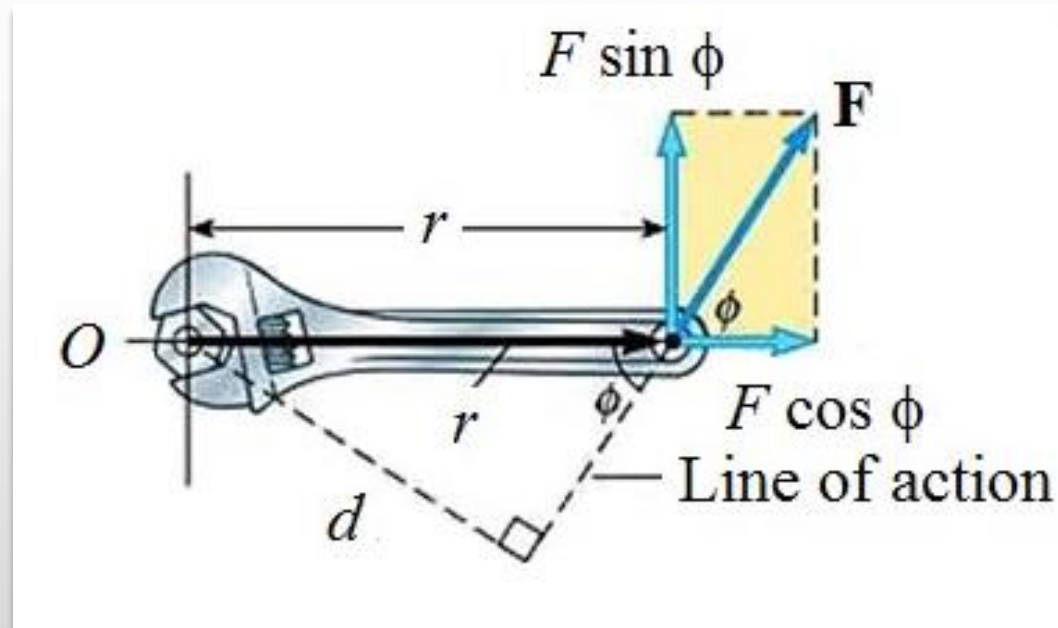
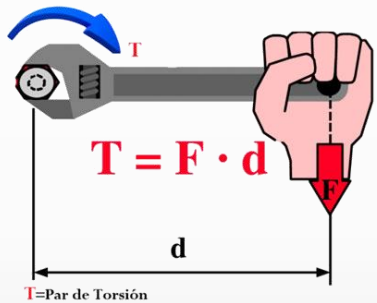
$$N \cdot m = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m$$



EL **PAR DE TORSIÓN** ES UNA MAGNITUD DERIVADA Y SE DEFINE COMO EL PRODUCTO DE UNA FUERZA TANGENCIAL POR LA DISTANCIA ENTRE SU PUNTO DE APLICACIÓN Y UN CENTRO DE ROTACIÓN.

SU UNIDAD EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) ES EL N·m

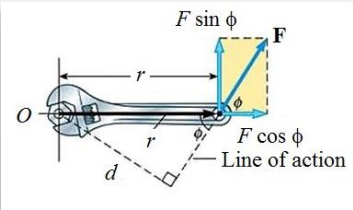
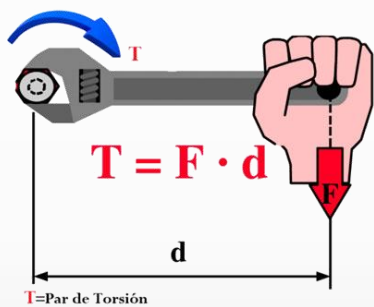
$$N \cdot m = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m$$



EL **PAR DE TORSIÓN** ES UNA MAGNITUD DERIVADA Y SE DEFINE COMO EL PRODUCTO DE UNA FUERZA TANGENCIAL POR LA DISTANCIA ENTRE SU PUNTO DE APLICACIÓN Y UN CENTRO DE ROTACIÓN.

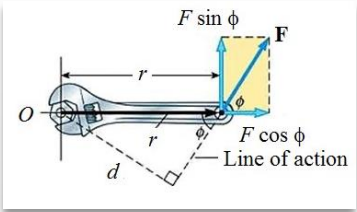
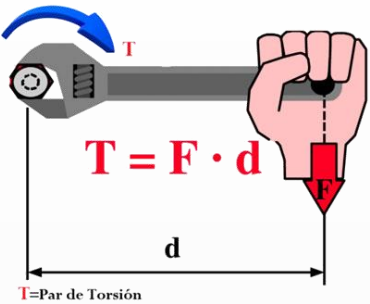
SU UNIDAD EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) ES EL N·m

$$N \cdot m = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m$$



Unidad de medida Indicada	Factores de conversión de par de apriete								Unidad de medida deseada	
	= mN·m	= cN·m	= N·m	= ozf·ln	= lbf·ln	= lbf·ft	= gf·cm	= f·cm (kp·cm)	= kgf·m (kp·m)	
1 mN·m	1	0,1	0,001	0,142	0,009	0,0007	10,2	0,01	0,0001	
1 cN·m	10	1	0,01	1,416	0,088	0,007	102	0,102	0,001	
1 N·m	1000	100	1	141,6	8,851	0,738	10197	10,2	0,102	
1 ozf·ln	7,062	0,706	0,007	1	0,0625	0,005	72	0,072	0,0007	
1 lbf·ln	113	11,3	0,113	16	1	0,083	1152,1	1,152	0,0115	
1 lbf·ft	1356	135,6	1,356	192	12	1	13826	13,83	0,138	
1 gf·cm	0,098	0,01	0,0001	0,014	0,0009	0,00007	1	0,001	0,00001	
1 kgf·cm (kp·cm)	98,07	9,807	0,098	13,89	0,868	0,072	1000	1	0,01	
1 kgf·m (kp·m)	9807	980,7	9,807	1389	86,8	7,233	100000	100	1	

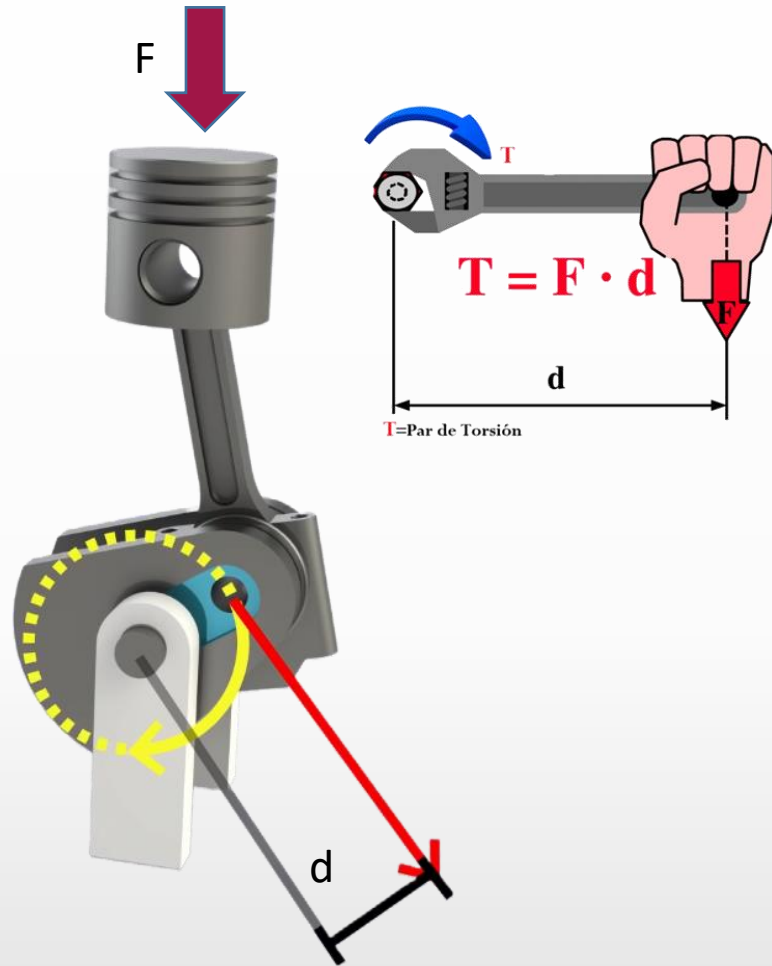
SOBRE LA NOTACIÓN DE LAS UNIDADES DE MEDIDA



$$N \cdot m = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m$$

19	El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades es, preferentemente, un punto centrado a media altura. Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto no lleve a confusión.	N · m, N m, para designar: newton metro o m · N, para designar: metro newton	 mN que se confunde con milinewton
20	La forma de nombrar el producto de dos unidades es, simplemente, nombrarlas seguidas.	m·s se dice metro segundo kg·m se dice kilogramo metro	metro por segundo kilogramo por metro

LA POTENCIA ES LA CANTIDAD DE TRABAJO EFECTUADO POR UNIDAD DE TIEMPO.



$$P_{otencia} = F_{uerza} \cdot v_{elocidad}$$

$$T_{orque} = F_{uerza} \cdot d_{is\ tan\ cia}$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$P(W) = \frac{T(N \cdot m)}{d(m)} \cdot v\left(\frac{m}{s}\right) \quad v\left(\frac{m}{s}\right) = w(Hz) \cdot d(m)$$

$$P(W) = \frac{T(N \cdot m)}{d(m)} \cdot w(Hz) \cdot d(m) = T(N \cdot m) \cdot w(Hz)$$

$$P(W) = T(N \cdot m) \cdot w(Hz)$$

PAR MOTOR = Par (N·m) · velocidad de giro (Hz)



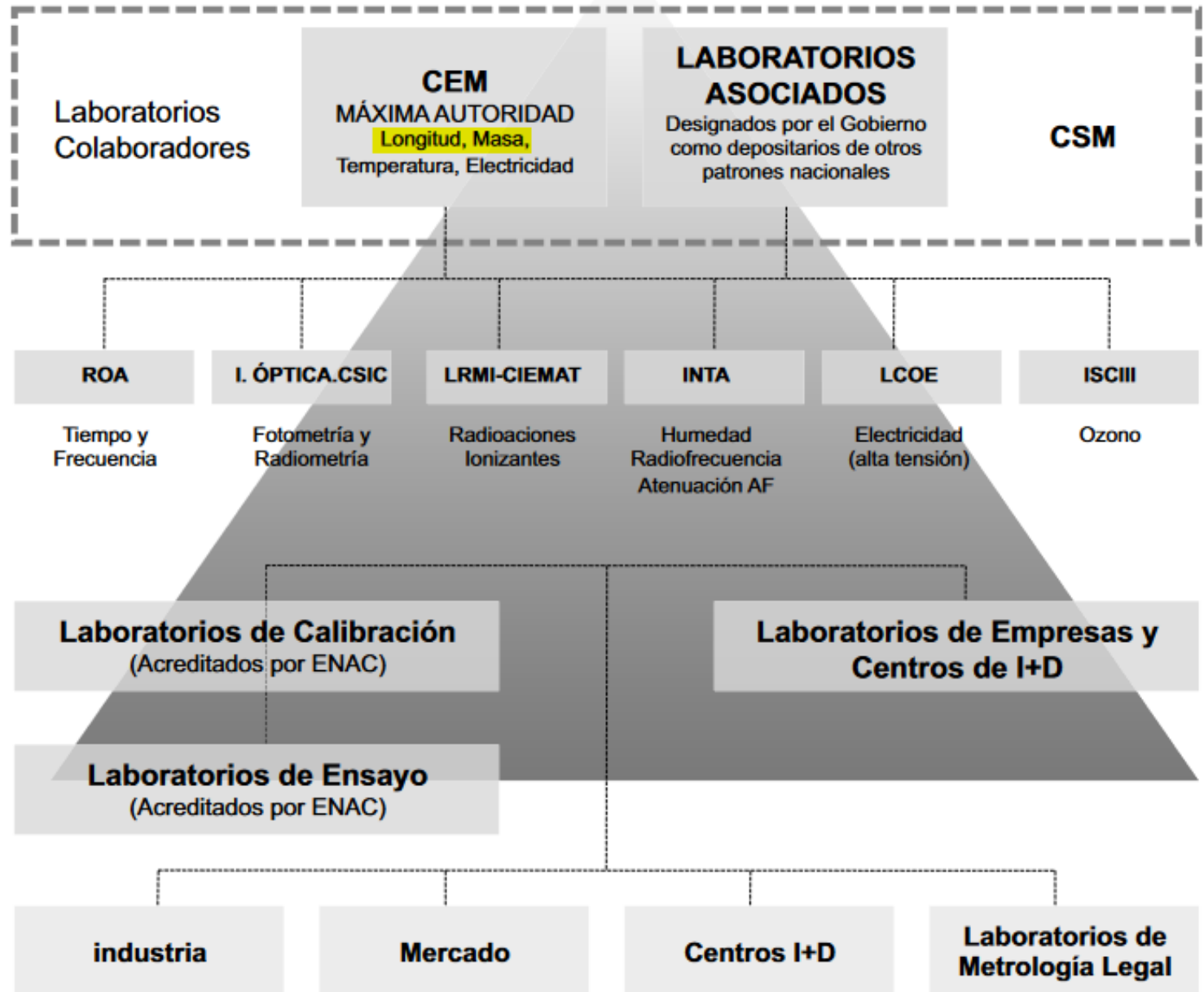
TRAZABILIDAD

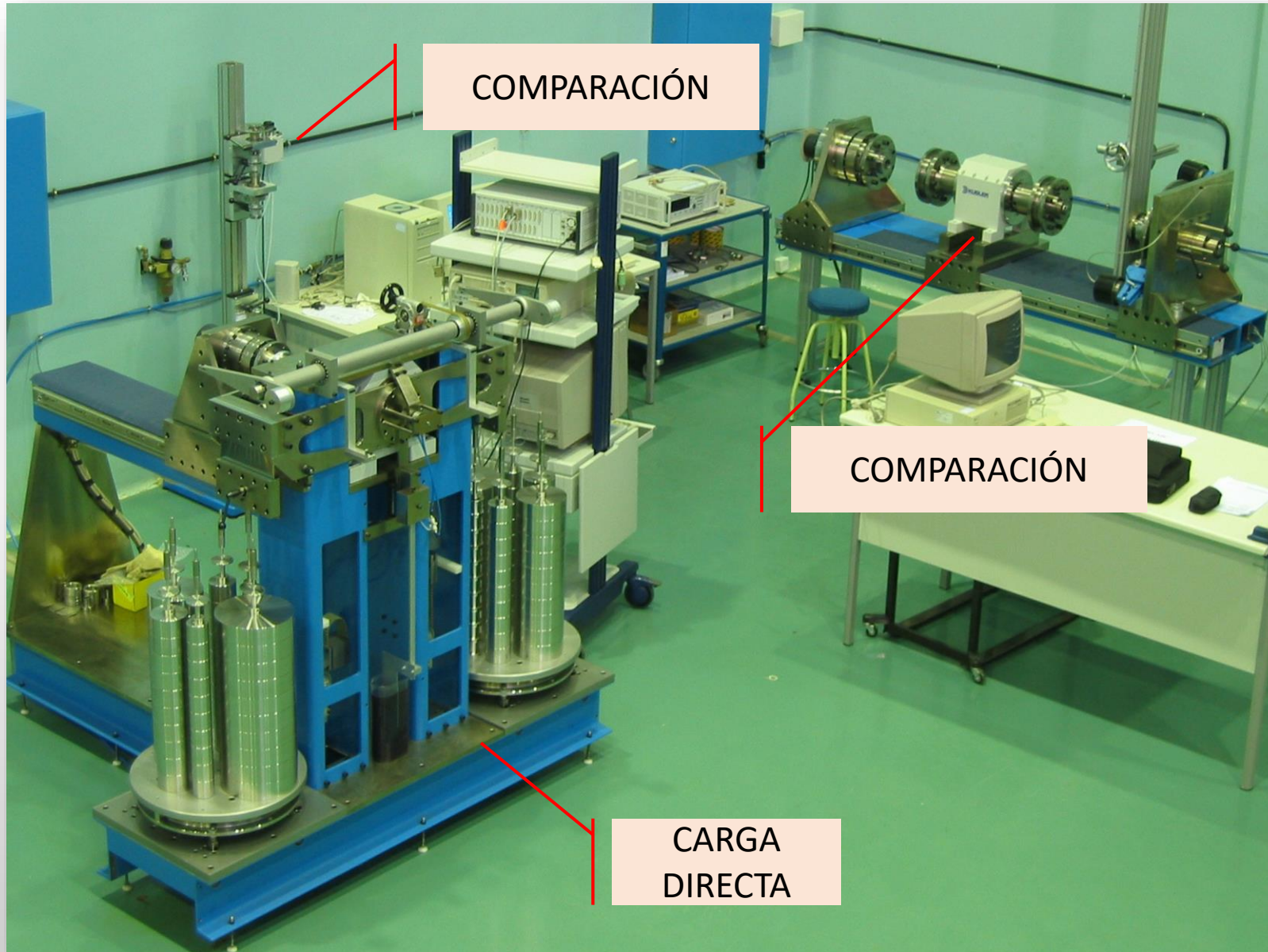
 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR

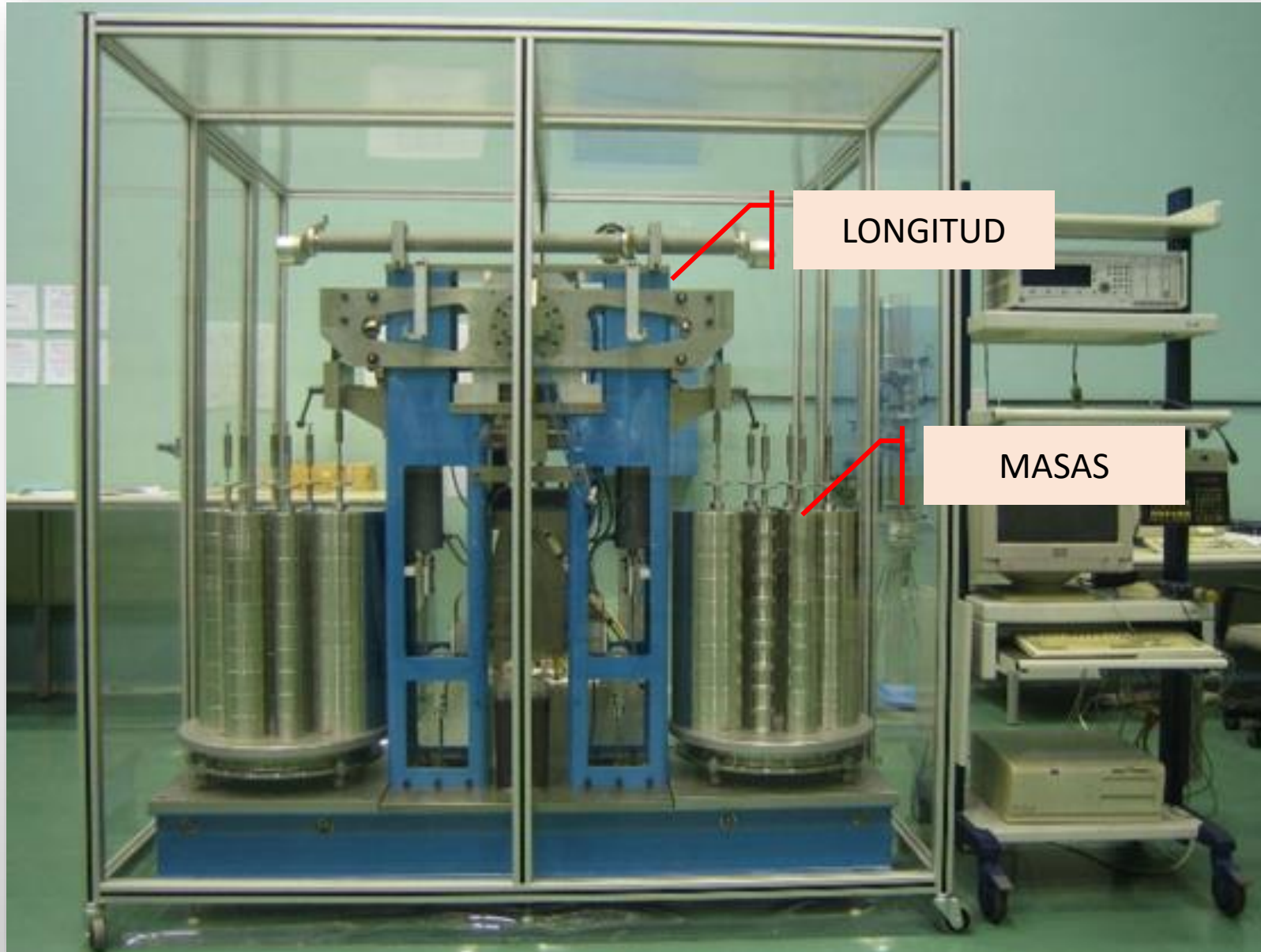
INCERTIDUMBRE PEQUEÑA

INCERTIDUMBRE GRANDE

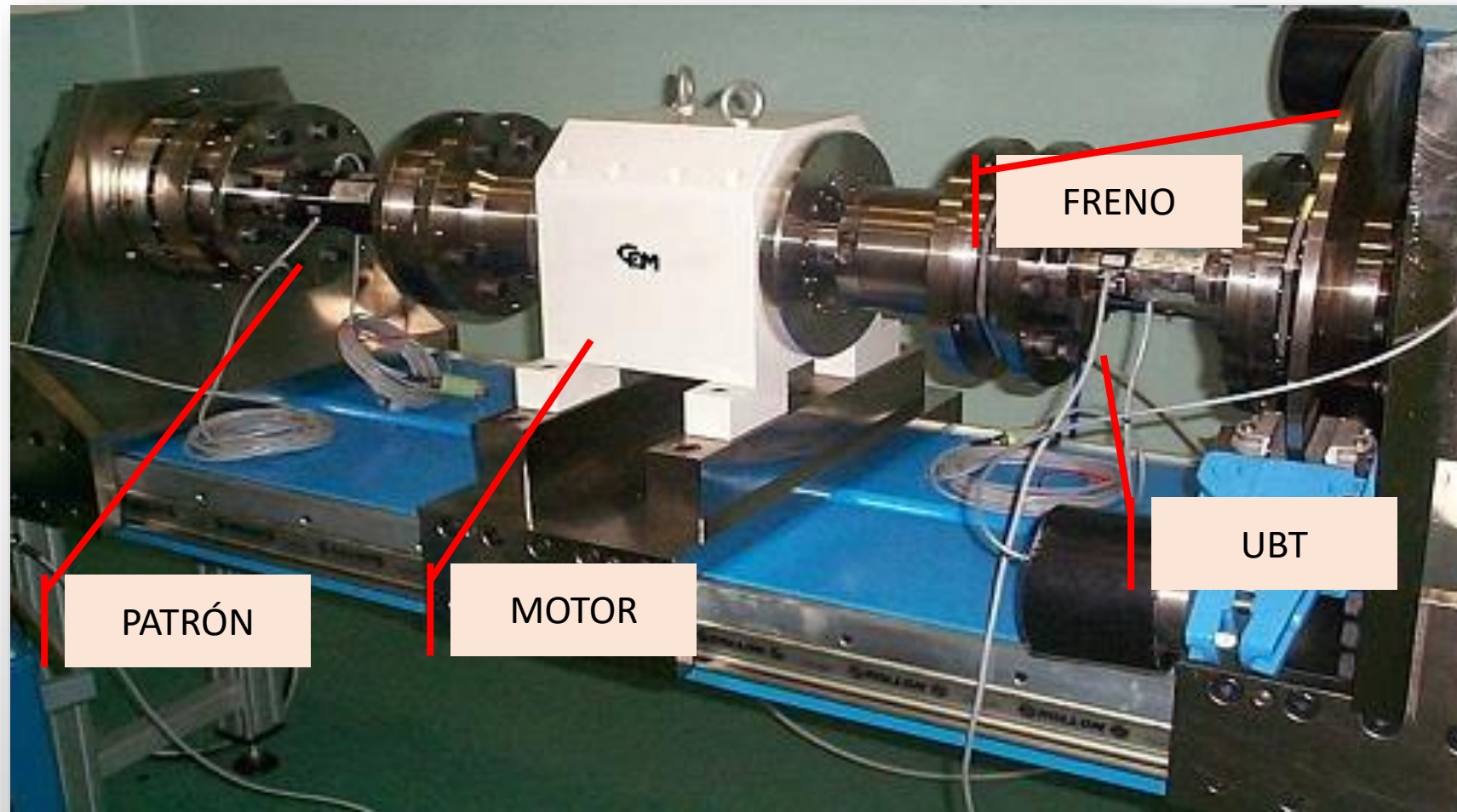




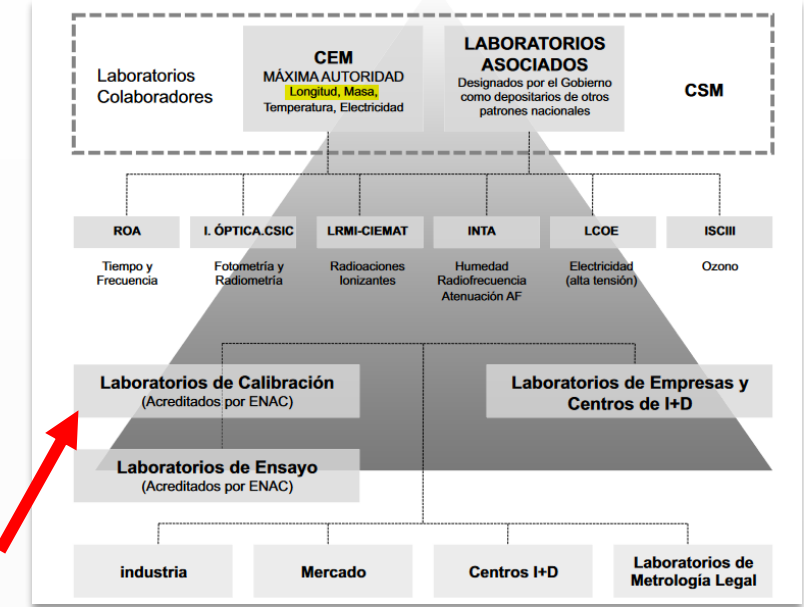
La generación del par de torsión de la máquina patrón de carga directa de está directamente trazado a las unidades básicas de masa y longitud del CEM.



La generación del par de torsión de la máquina patrón de carga directa de está directamente trazado a las unidades básicas de masa y longitud del CEM.



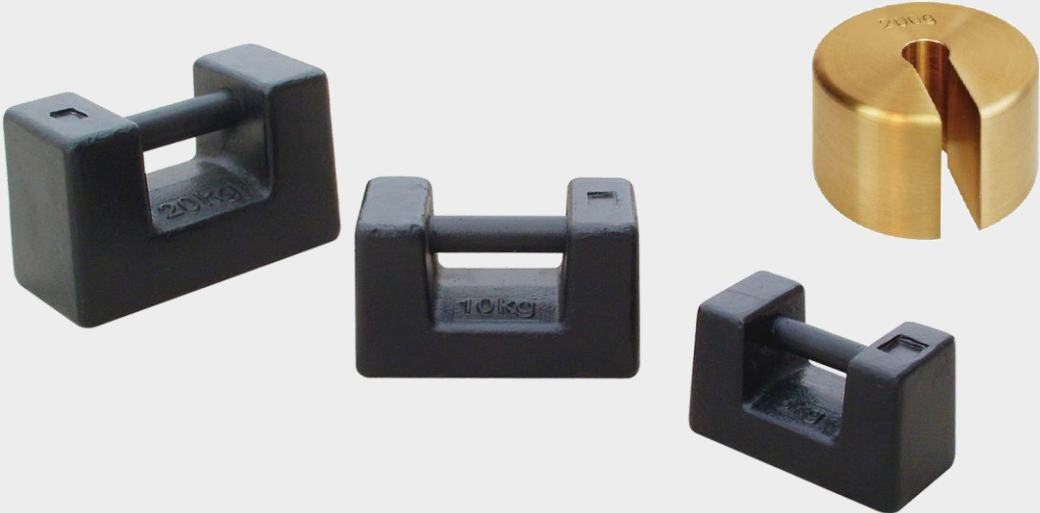
MÁQUINA POR COMPARACIÓN



LONGITUD



MASA



INSTRUMENTOS A CALIBRAR / VERIFICAR

 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR

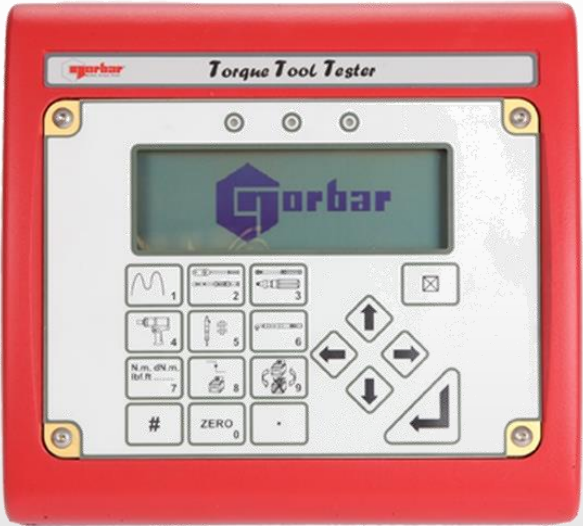
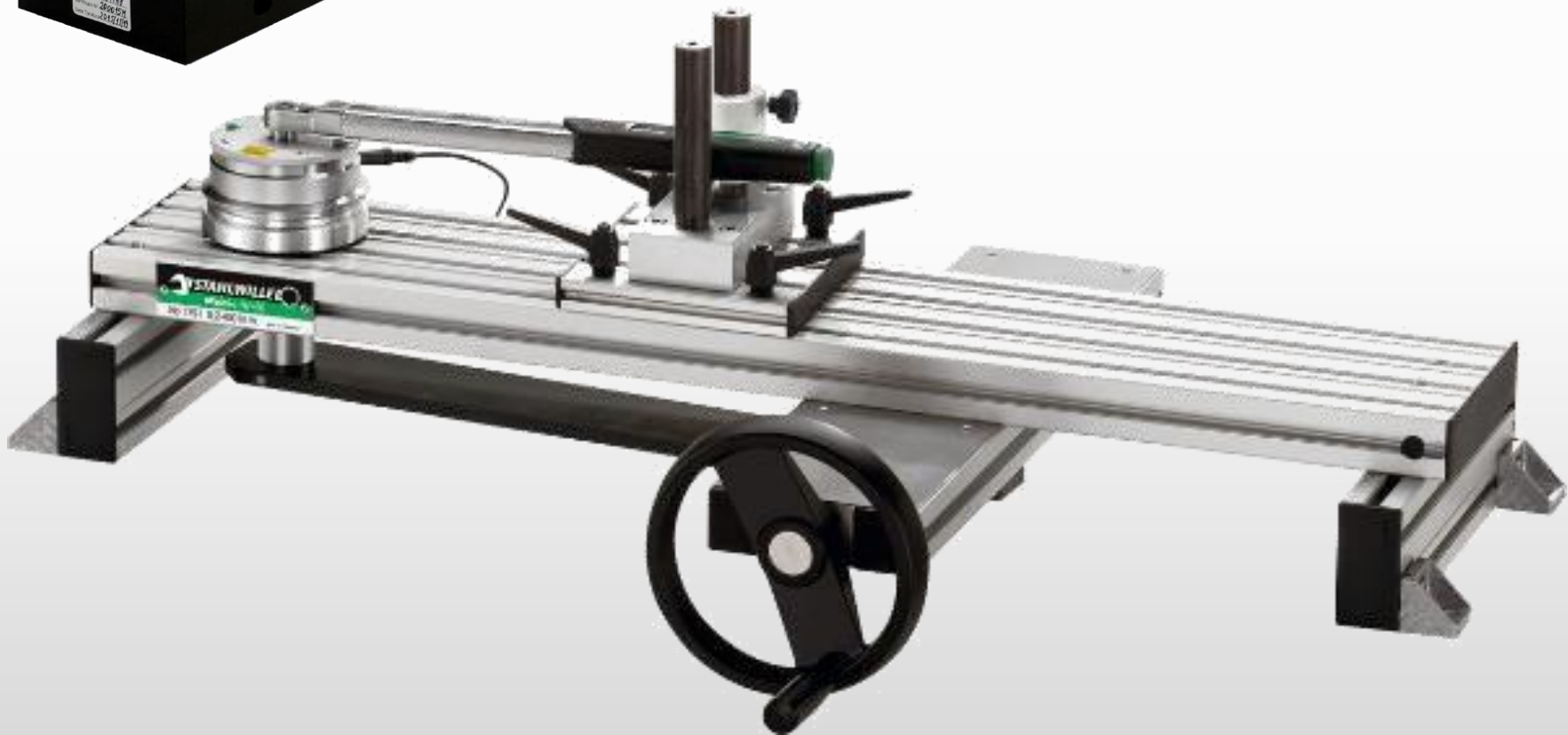
HERRAMIENTAS DINAMOMÉTRICAS (UNE 6789)



INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE PAR







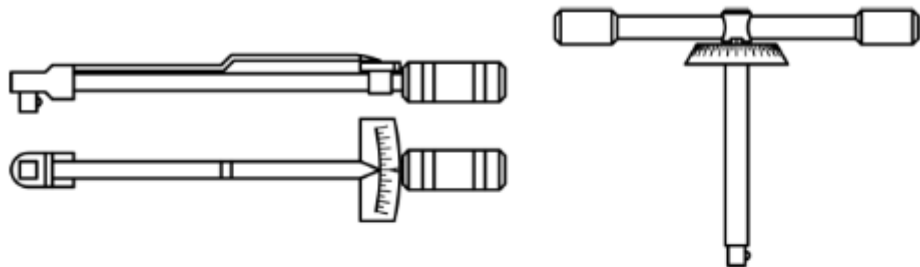
Ejemplos de herramientas dinamométricas de lectura directa (Tipo I)

Figura A.1 – Clase A: llave dinamométrica de barra a torsión o flexión

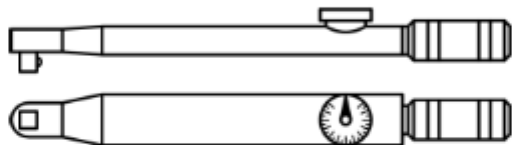


Figura A.2 – Clase B: llave dinamométrica de caja rígida con escala graduada dial o visor

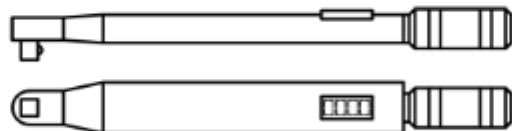


Figura A.3 – Clase C: llave dinamométrica de caja rígida e indicador electrónico de medida

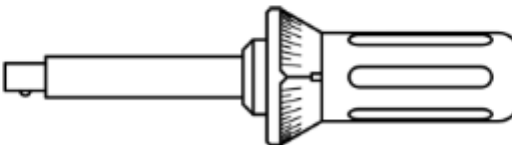


Figura A.4 – Clase D: destornillador dinamométrico con escala graduada, dial o visor

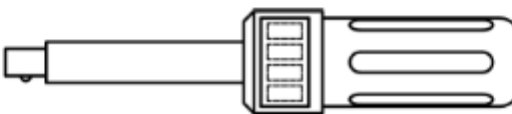


Figura A.5 – Clase E: destornillador dinamométrico con indicador electrónico de medida

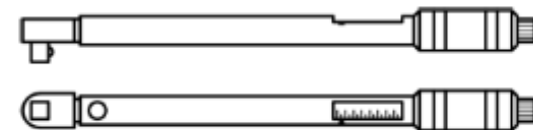
Ejemplos de herramientas dinamométricas de disparo (Tipo II)

Figura B.1 – Clase A: llave dinamométrica regulable con escala graduada o con visor

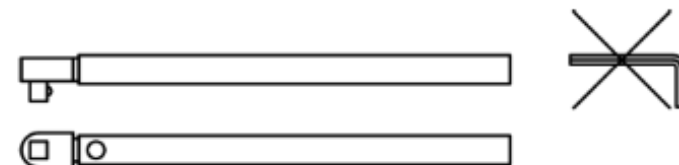


Figura B.2 – Clase B: llave dinamométrica con par de torsión fijo

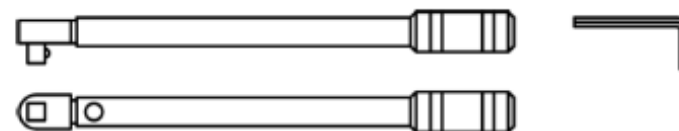


Figura B.3 – Clase C: llave dinamométrica regulable sin escala graduada



Figura B.4 – Clase D: destornillador dinamométrico regulable con escala graduada o con visor



Figura B.5 – Clase E: destornillador dinamométrico con par de torsión fijo

CALIBRACIÓN VS VERIFICACIÓN

 CALTEX www.caltex.es

FORMACIÓN PAR

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.
- Los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia.
- Y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones (Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de Metrología)



VERIFICACIÓN



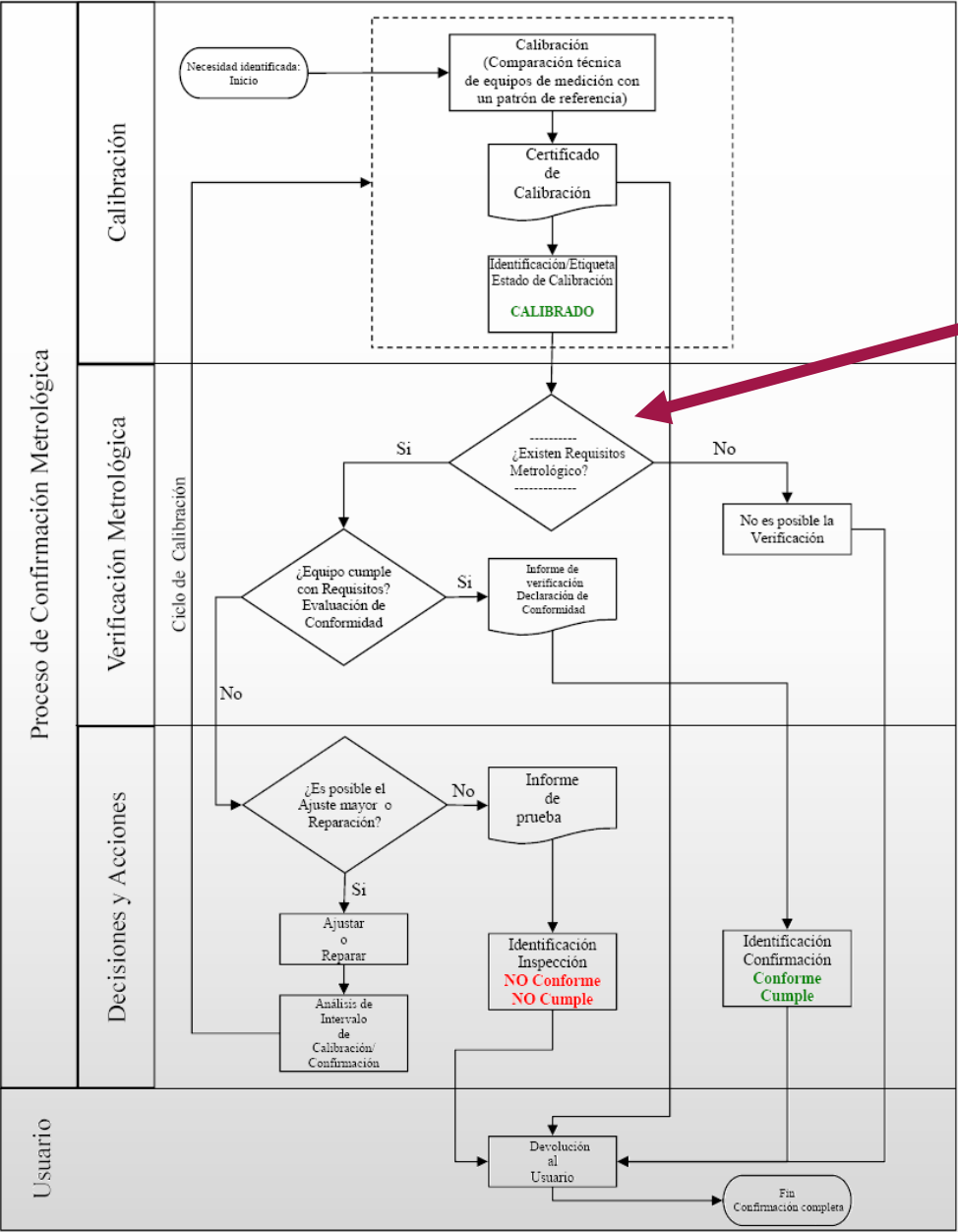
CONFIRMACIÓN por examen y aporte de pruebas tangibles de que las **EXIGENCIAS ESPECIFICADAS** han sido satisfechas. (ISO 8402 8: Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario. Anulada y sustituida por la ISO 9000:2000).

La idea fundamental es la de **confirmar unas exigencias especificadas**. Esto supone:

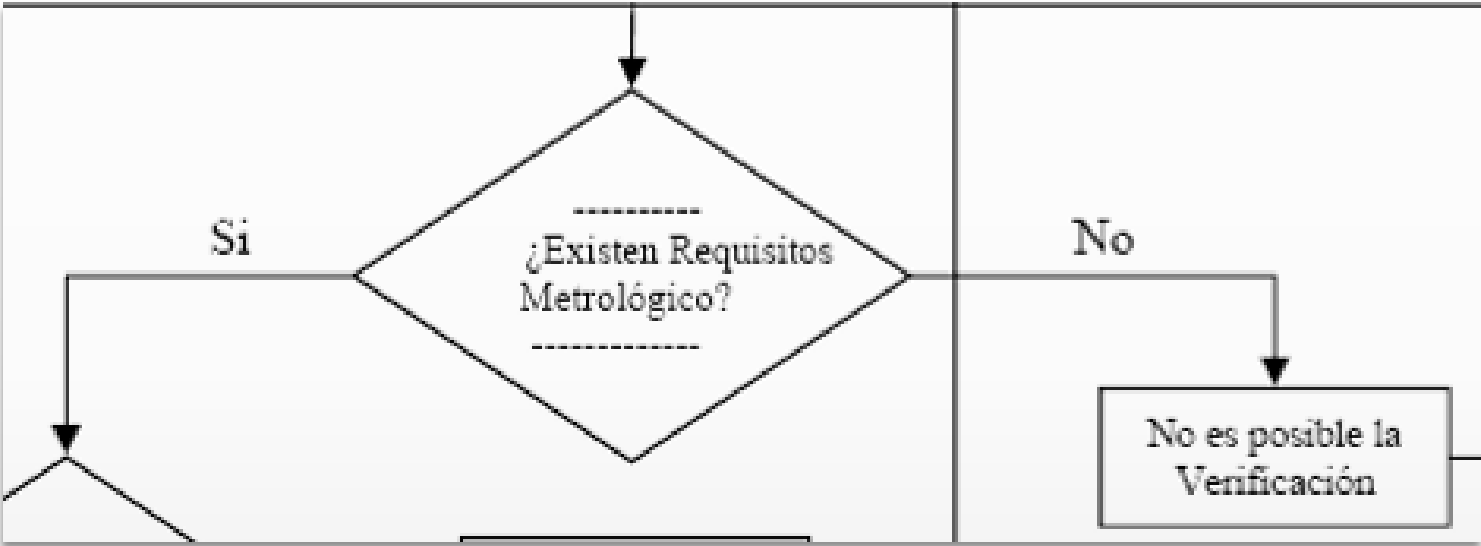
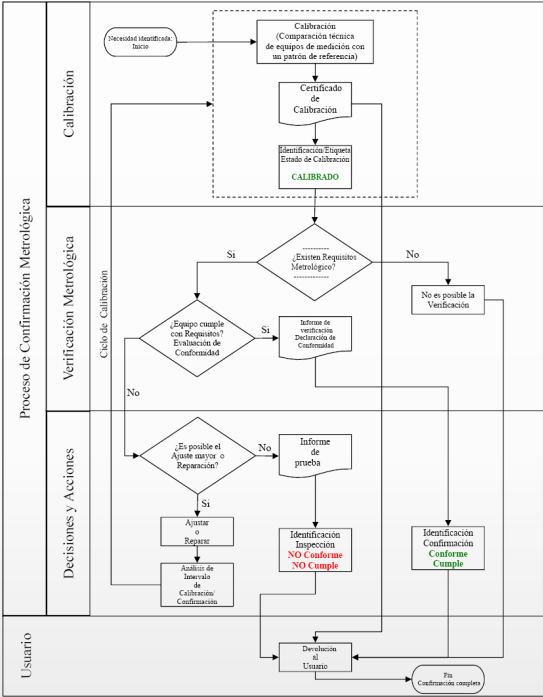
- **Establecer unos criterios de aceptación.**
- Establecer cuándo los resultados obtenidos cumplen esos criterios de aceptación.
- **Obtención de resultados.** En ocasiones mediante una calibración (podríamos decir que la verificación tiene diferentes entradas posibles, una de ellas es la calibración).
- Analizar si se cumplen los criterios de aceptación, tal y como se han definido.

PROCESO DE CONFIRMACIÓN METROLÓGICA

FUENTE: ISO 10012:2003



FUENTE: ISO 10012:2003



CONCLUSIONES

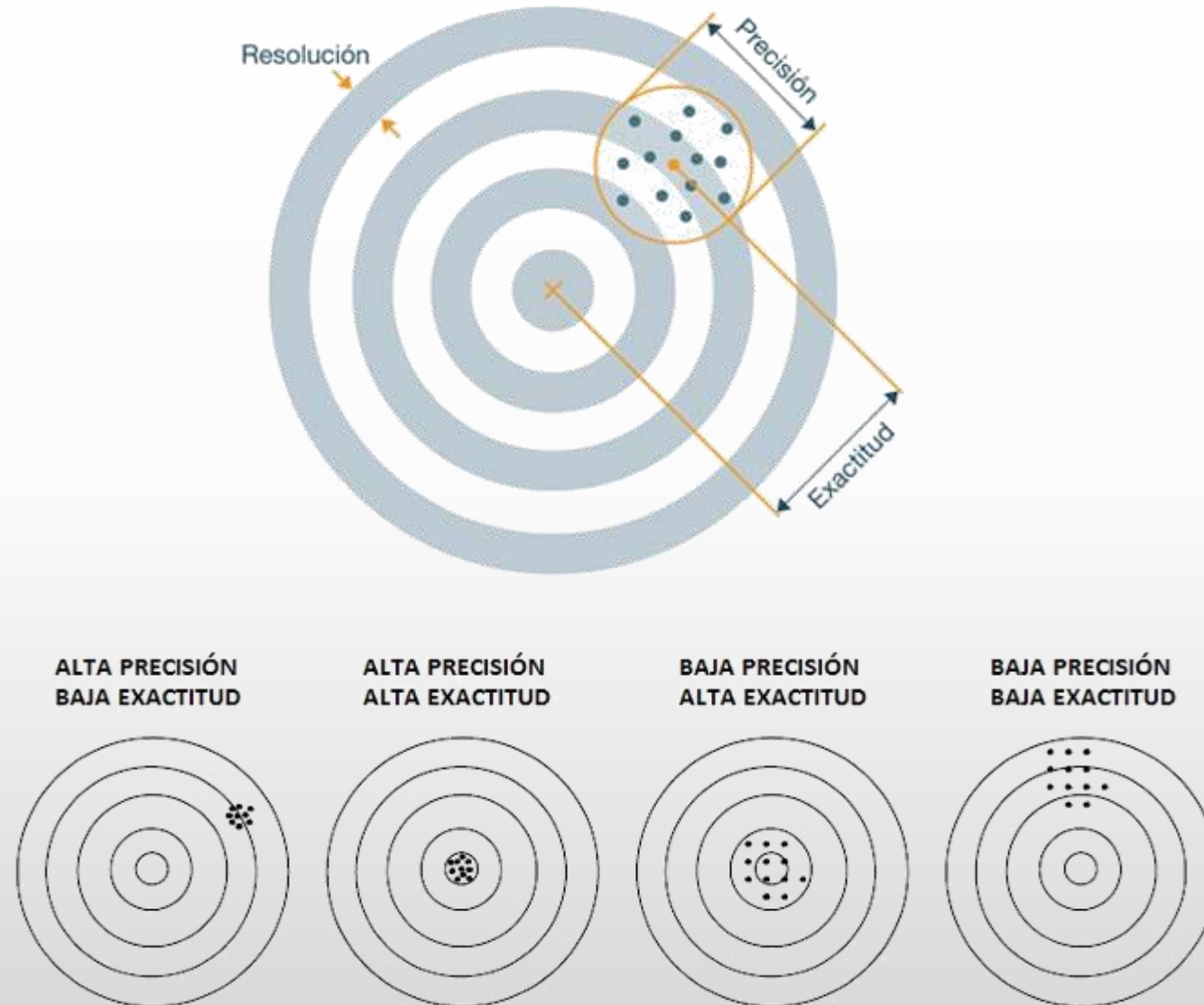
A título de resumen y conclusiones más importantes, se comentan las siguientes:

- Los conceptos **calibración y verificación** (metrológica) **no son conceptos contrapuestos**, sino más bien complementarios, estando basado –normalmente– el segundo de ellos en el primero.
- **Ninguno de los dos tiene un “orden de jerarquía”** superior al otro, ya que se trata de actividades necesarias para garantizar la confirmación metrológica de los equipos de medida, de acuerdo al uso previsto para los mismos.
- Son actividades que han de realizarse de forma sistemática y rigurosa y que – **en su conjunto- permiten garantizar la trazabilidad y calidad de las mediciones realizadas con los instrumentos y equipos de medida** y, en definitiva la calidad y/o seguridad de los productos y procesos en cuyas mediciones se hayan utilizado.

PROCESO DE CALIBRACIÓN

 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR



norma española

UNE-EN ISO 6789

Enero 2004

TÍTULO

Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas

Herramientas dinamométricas manuales

Requisitos y métodos de ensayo para verificar la conformidad del diseño, de la calidad y del procedimiento de recalibración

(ISO 6789:2003)

Assembly tools for screws and nuts. Hand torque tools. Requirements and test methods for design conformance testing, quality conformance testing and recalibration procedure. (ISO 6789:2003).

Outils de manoeuvre pour vis et écrous. Outils dynamométriques à commande manuelle. Exigences et méthodes d'essai pour vérifier la conformité de conception, la conformité de qualité et la procédure de réétalonnage. (ISO 6789:2003).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 6789 de abril de 2003, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 6789:2003.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 26789 de junio de 1995.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 16 *Herramientas* cuya Secretaría desempeña HERRAMEX.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 1619-2004

© AENOR 2004
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR



C Génova, 6
28004 MADRID-España



Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

23 Páginas

Grupo 15

	Norma Española UNE-EN ISO 6789-1 Febrero 2019
Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas Herramientas dinamométricas manuales Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para verificar la conformidad del diseño y la conformidad de la calidad: requisitos mínimos para declaración de conformidad (ISO 6789-1:2017) Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 16 <i>Herramientas</i> , cuya secretaria desempeña ESKUIN.	
 Asociación Española de Normalización Génova, 6 - 28004 Madrid 915 294 900 info@une.org www.une.org	

	Norma Española UNE-EN ISO 6789-2 Febrero 2019 Versión corregida, Noviembre 2019
Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas Herramientas dinamométricas manuales Parte 2: Requisitos para la calibración y determinación de la incertidumbre de medida (ISO 6789-2:2017) Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 16 <i>Herramientas</i> , cuya secretaria desempeña ESKUIN.	
 Asociación Española de Normalización Génova, 6 - 28004 Madrid 915 294 900 info@une.org www.une.org	

norma española

UNE-EN ISO 6789

ro 2004

rmidad
ación

for design

Exigences et
règles de

9 de abril
2003.

EURAMET

European Association of National Metrology Institutes



Guidelines on the Calibration of
Static Torque


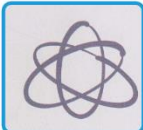
EURAMET cg-14
Version 2.0 (03/2011)


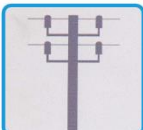
Previously EA-10/14

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Metrología








PROCEDIMIENTO PARA LA
CALIBRACIÓN DE HERRAMIENTAS
DINAMOMÉTRICAS

m 19



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

CEM

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

UNE

Normalización Española

Norma Española
UNE-EN ISO 6789-1

Febrero 2019

Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas
Herramientas dinamométricas manuales
Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para verificar la conformidad del diseño y la conformidad de la calidad: requisitos mínimos para declaración de conformidad
(ISO 6789-1:2017)

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 16 Herramientas, cuya secretaría desempeña ESKUIN.

UNE

Normalización Española

Asociación Española de Normalización
Génova, 6 - 28004 Madrid
915 294 900
info@une.org
www.une.org

UNE

Normalización Española

Norma Española
UNE-EN ISO 6789-2

Febrero 2019
Versión corregida, Noviembre 2019


Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas
Herramientas dinamométricas manuales
Parte 2: Requisitos para la calibración y determinación de la incertidumbre de medida
(ISO 6789-2:2017)

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 16 Herramientas, cuya secretaría desempeña ESKUIN.

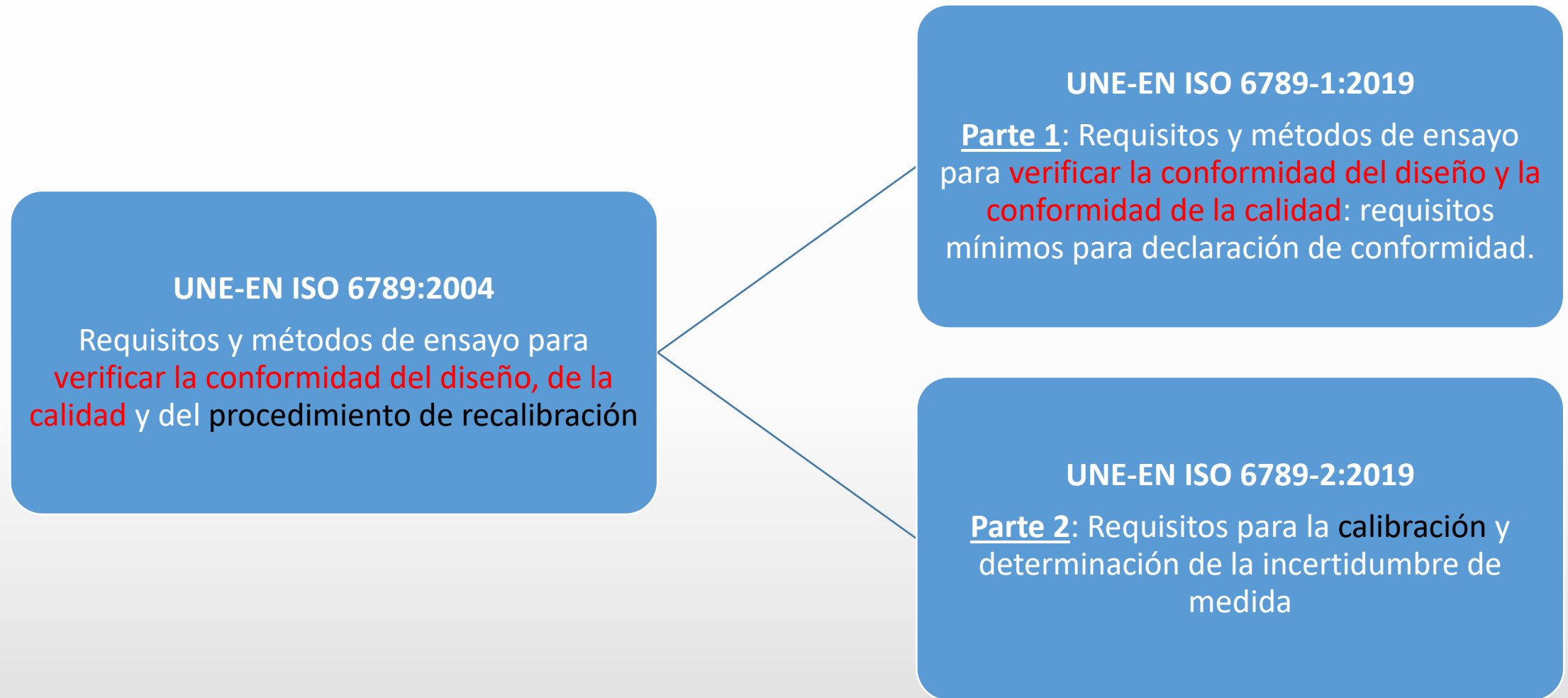
UNE

Normalización Española

Asociación Española de Normalización
Génova, 6 - 28004 Madrid
915 294 900
info@une.org
www.une.org

 CALTEX

www.caltex.es | TECNOLOGÍA APLICADA A LAS MEDIDAS



	EURAMET CG-14 PROCEDIMIENTO CEM	UNE-EN ISO 6789:2004	UNE-EN ISO 6789-2:2019
Incertidumbre máxima del patrón	--	1% (Punto 6.1)	$\frac{1}{4} W$ (Punto 4.3) (U de la herramienta)
Recalibración "sugerida"	--	12 meses, 5000 ciclos de uso	12 meses, 5000 ciclos de uso
Condiciones ambientales	Entre 18 °C y 28 °C, $\Delta T = \pm 1$ °C	Entre 18 °C y 28 °C, $\Delta T = \pm 1$ °C Hr < 90%	Entre 18 °C y 28 °C, $\Delta T = \pm 1$ °C Hr < 65%
Puntos de calibración	5 puntos entre 20% y 100% (4.4.3)	20%, 60%, 100% (6.4)	min, 60%, 100% (6.5.2 - 6789-1)
Comprobaciones visuales previas a la carga	Si	Si	Si
Precargas a máxima carga	Si	Si	Si
Puntos de prueba medidos de acuerdo con la norma ISO	Si	Si	Si
Ajustes (Si es necesario y es posible)	Si	Si	Si
Medición de Pruebas de Incertidumbre	Si	No	Si
Repetibilidad	5 (10) repeticiones	No	40 repeticiones
Reproducibilidad	5 (10) repeticiones	No	20 repeticiones
Interface (Acople)	5 (10) repeticiones	No	40 repeticiones
Variación de la longitud	5 (10) repeticiones	No	20 repeticiones
Declaración de conformidad	n/a	n/a	n/a
Certificado de Calibración	Si	Si	Si

EURAMET CG-14
PROCEDIMIENTO CEM

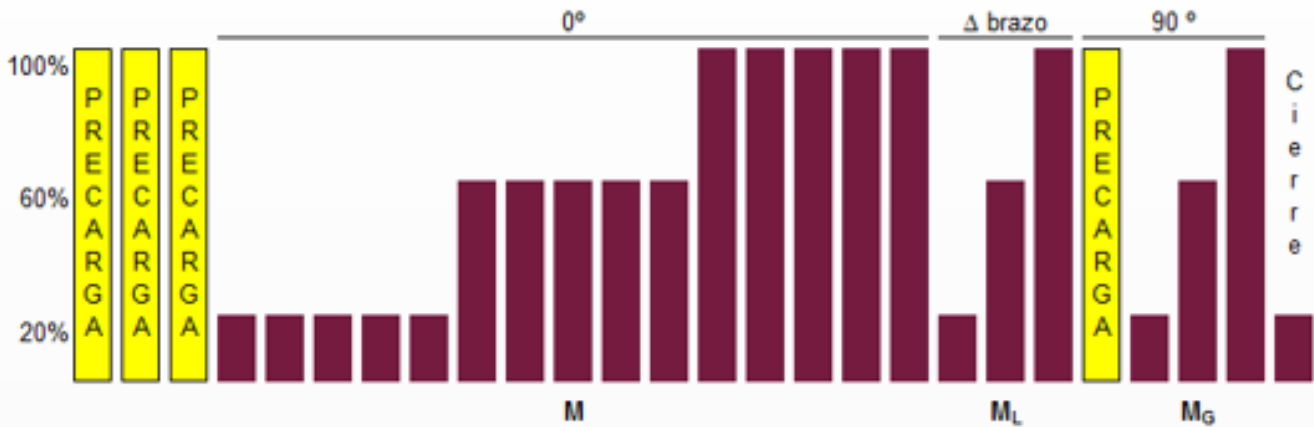
UNE-EN ISO 6789:2004

UNE-EN ISO 6789-2:2019

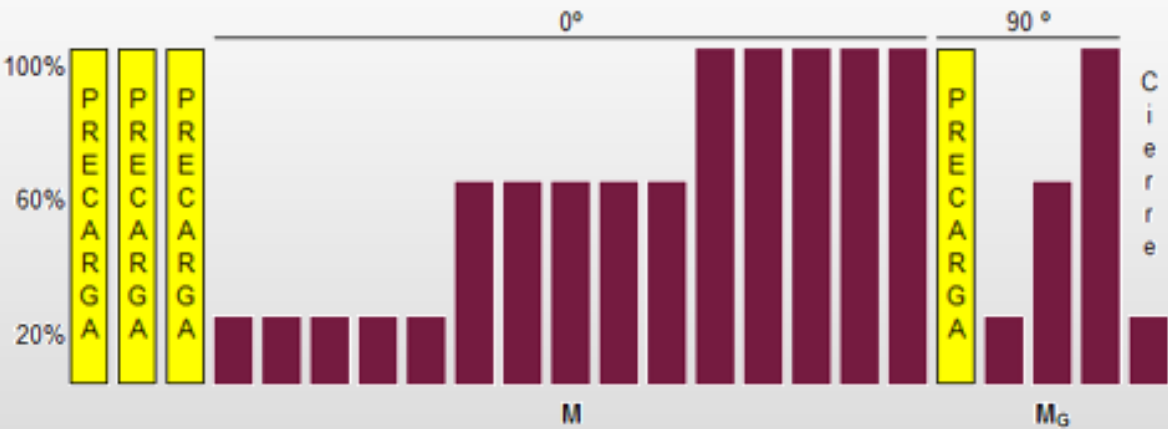
CONCLUSIÓN

UNE-EN ISO 6789-2:2019 HACE QUE LA CALIBRACIÓN SEA APROXIMADAMENTE **1 HORA MÁS CARA**
SOBRE 20 REPETICIONES vs 120 REPETICIONES

Para herramientas TIPO I (Lectura directa)



I	II
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
	F
	G

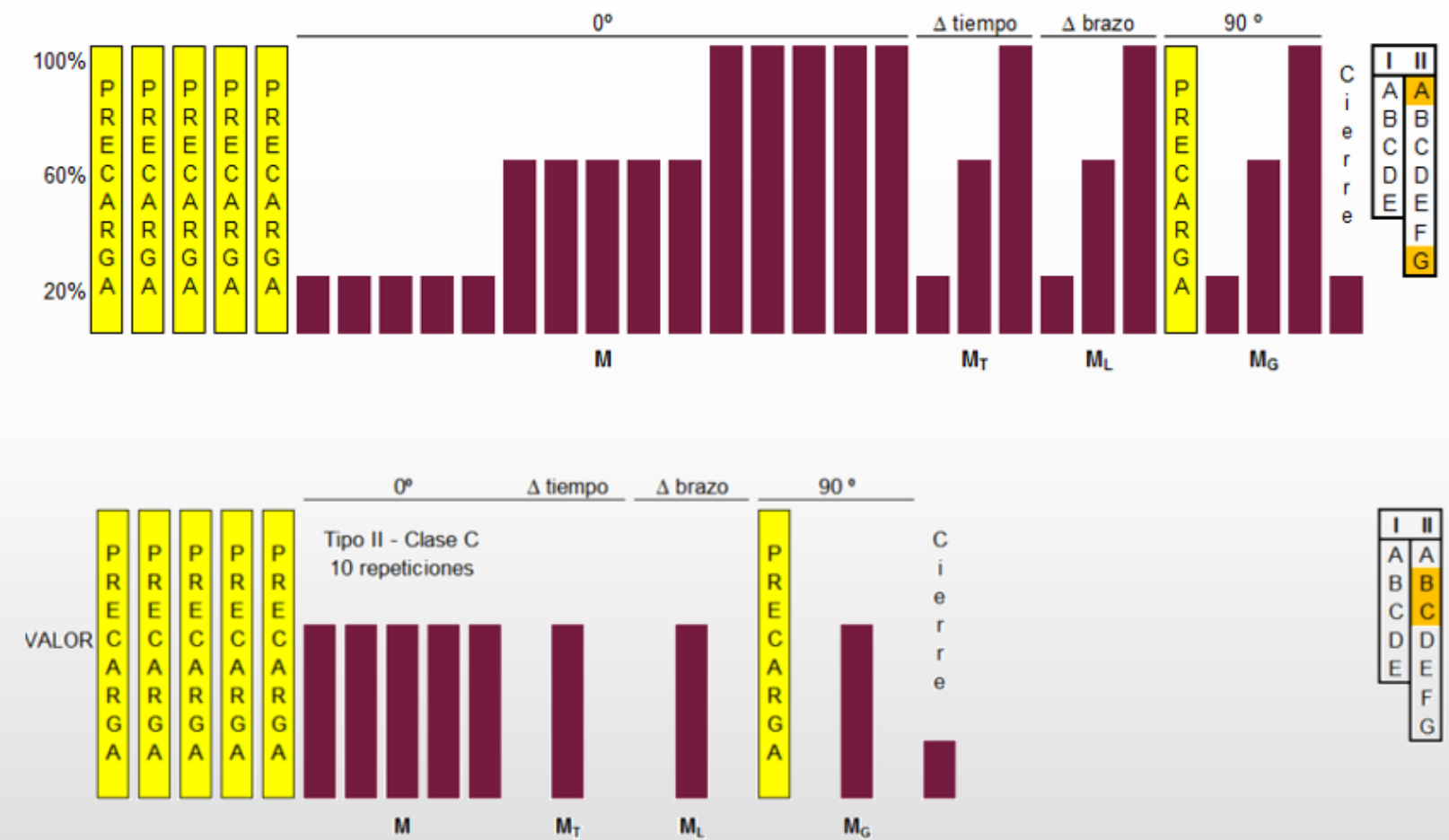


I	II
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
	F
	G

TIPO DE HERRAMIENTA	Nº DE REPETICIONES
TIPO II, CLASE C y F	AL MENOS 10
RESTO	AL MENOS 5

TIPO I (LECT. DIRECTA)	A	Llave dinamométrica con barra de torsión o flexión	
	B	Llave dinamométrica con caja rígida con escala o visor	
	C	Llave dinamométrica con caja rígida indicador electrón.	
	D	Destornillador con escala o visor	
	E	Destornillador con indicador electrónico	

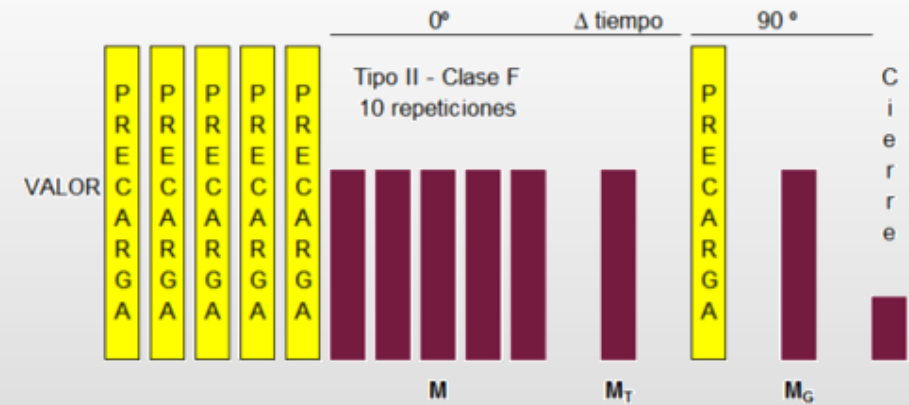
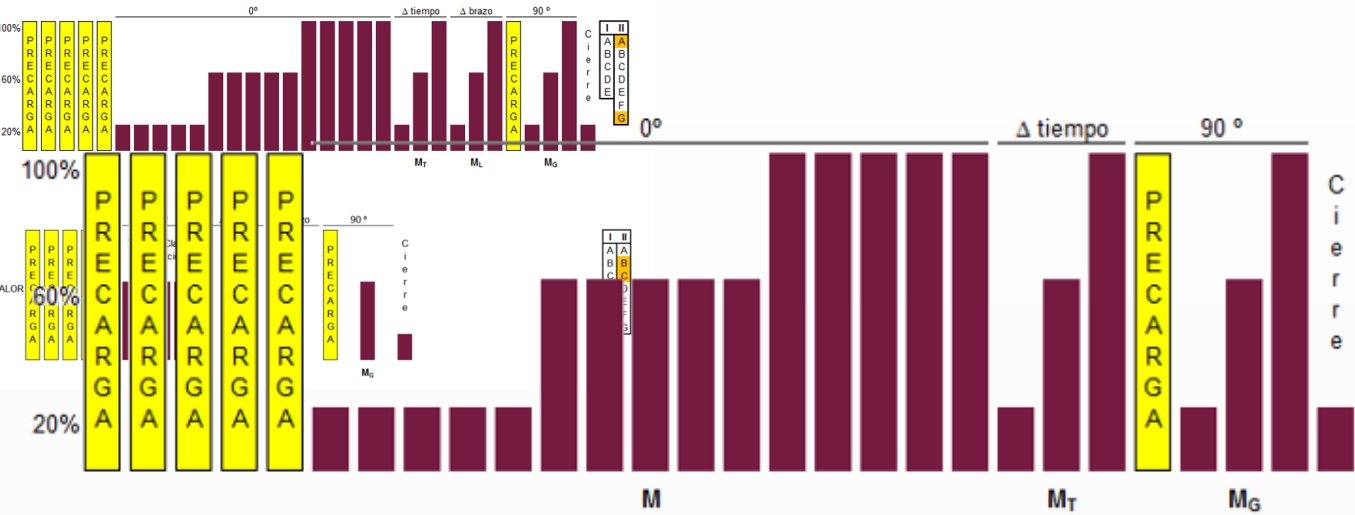
Para herramientas TIPO II (Disparo)



TIPO DE HERRAMIENTA	Nº DE REPETICIONES
TIPO II, CLASE C y F	AL MENOS 10
RESTO	AL MENOS 5

TIPO II (DE DISPARO)	A	Llave dinamométrica regulable con escala o visor	
	B	Llave dinamométrica con par de torsión fijo sin visor	
	C	Llave dinamométrica regulable sin escala graduada	
	D	Destornillador dinamométrico regulable con escala graduada o con visor	
	E	Destornillador dinamométrico con par de torsión fijo	
	F	Destornillador dinamométrico regulable sin escala graduada	
	G	Llave dinamométrica con barra de flexión, regulable con escala graduada	

Para herramientas TIPO II (Disparo)



TIPO DE HERRAMIENTA	Nº DE REPETICIONES
TIPO II, CLASE C y F	AL MENOS 10
RESTO	AL MENOS 5

TIPO II (DE DISPARO)	A	Llave dinamométrica regulable con escala o visor	
	B	Llave dinamométrica con par de torsión fijo sin visor	
	C	Llave dinamométrica regulable sin escala graduada	
	D	Destornillador dinamométrico regulable con escala graduada o con visor	
	E	Destornillador dinamométrico con par de torsión fijo	
	F	Destornillador dinamométrico regulable sin escala graduada	
	G	Llave dinamométrica con barra de flexión, regulable con escala graduada	

DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS ADICIONALES

Δ Tiempo de aplicación

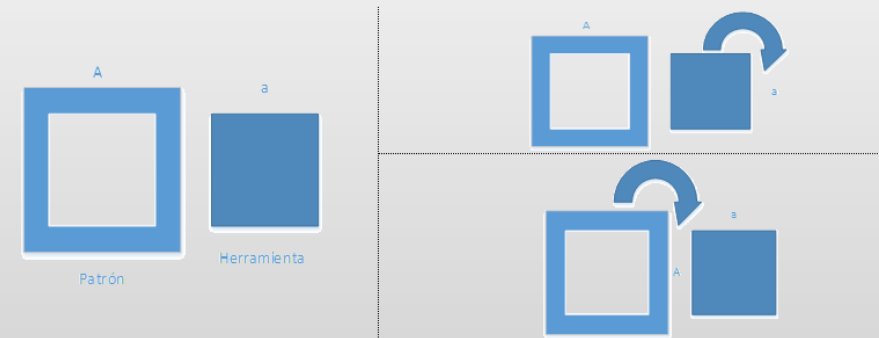
En este ensayado se realiza una medida adicional en cada uno de los puntos de calibración aumentando la velocidad de aplicación del par entre el 80% y el 100% de la consigna, no siendo inferior este tiempo a 2 s.

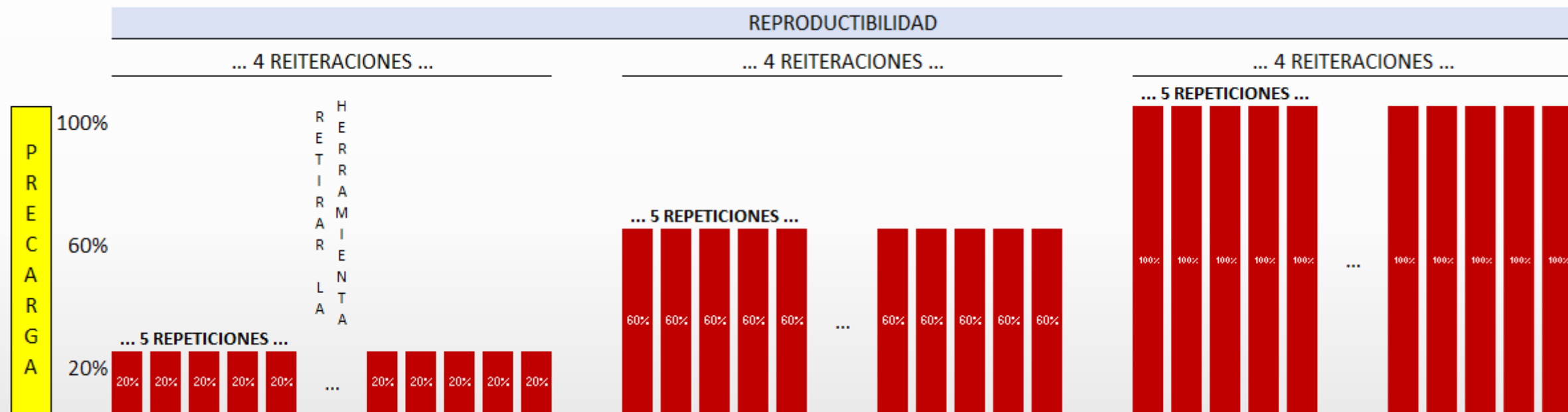
Δ Brazo longitud

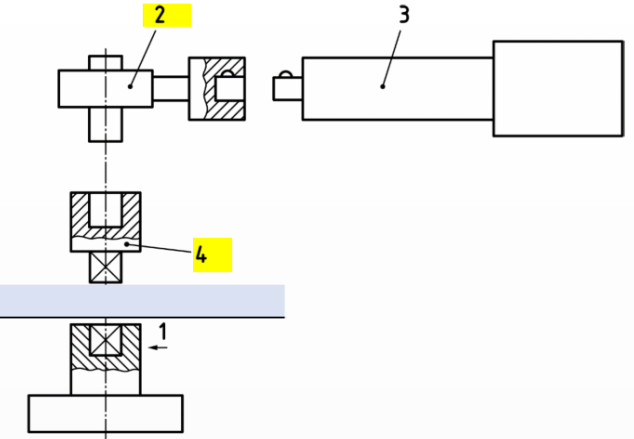
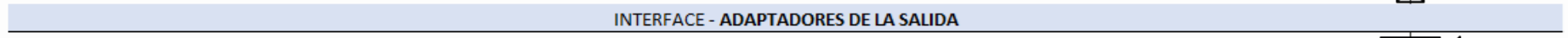
En este ensayo se realiza una variación en el punto de aplicación del par desplazando el punto de aplicación de la fuerza (preferiblemente hacia el exterior) al menos 10 cm y siempre que la herramienta lo permita.

Cambio a 90°

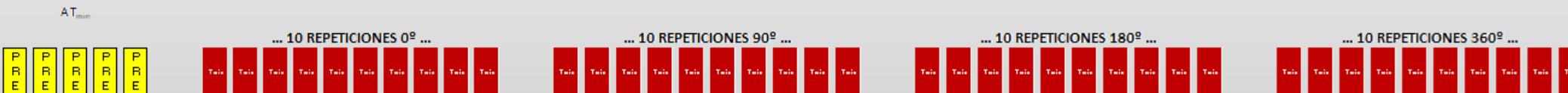
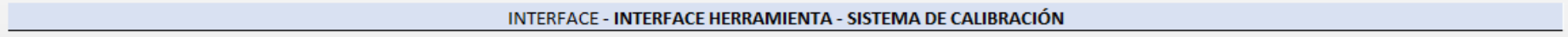
Durante la calibración el instrumento se coloca la herramienta con el cuadradillo macho (generalmente de la herramienta) sobre el cuadradillo hembra (del transductor patrón) con cierta relación. Para realizar este ensayo se deberá de modificar esta relación 90°, pudiendo o bien girar el transductor o bien la herramienta.

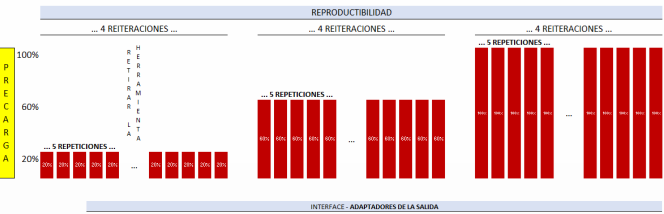






- 1 Sistema de calibración
- 2 Cabezal intercambiable; véase apartado 6.2.3.2
- 3 Herramienta dinamométrica
- 4 Adaptador; véase apartado 6.2.3.3

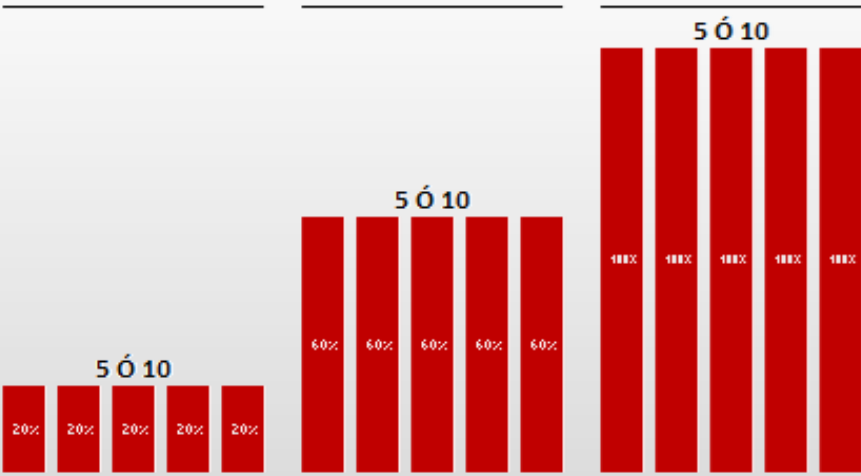




PUNTO DE APLICACIÓN



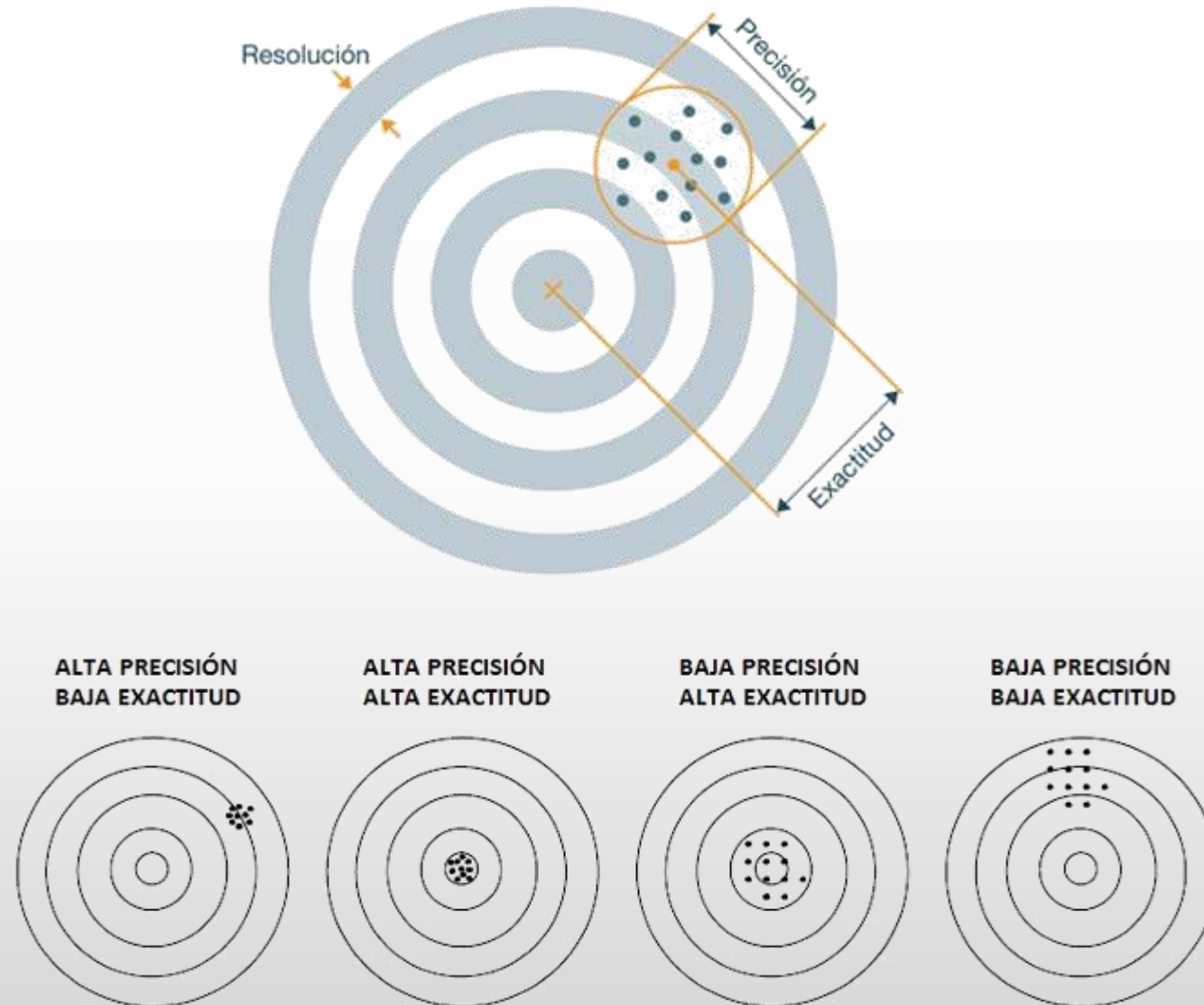
REPETIBILIDAD



CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE BASADO EN 6789:2003

 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR



MODELO MATEMÁTICO

$$M_i = \overline{M_i} + \delta M_{r_j} + \delta M_{r_{j0}} + \delta M_{b_T} + \delta M_{b_L} \\ + \delta M_b + \delta M_{b'} + \delta M_{\Delta\varphi} + \delta M_{\Delta\gamma} + \delta M_{patron} + \delta M_{flex}$$

$$\overline{M_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n M_{i_j} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (M_j - M_{0_j})$$

$$M_i = \overline{M}_i + \delta M_{r_j} + \delta M_{r_{j0}} + \delta M_{b_T} + \delta M_{b_L} + \delta M_b + \delta M_{b'} + \delta M_{\Delta\varphi} + \delta M_{\Delta\gamma} + \delta M_{patron} + \delta M_{flex}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
$\delta M_{r_{j0}}$	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta\varphi}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta\gamma}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
$\delta M_{r_{j0}}$	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Aportación debido a la resolución de la herramienta (r).
La resolución será considerada como la mitad de la división de escala para indicación analógica y el último dígito significativo para digitales.

$$u\left(\delta M_{r_j}\right)=\frac{r}{\sqrt{12}}$$

$$u\left(\delta M_{r_{0j}}\right)=\frac{r}{\sqrt{12}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_i}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Esta contribución solo afecta a herramientas de tipo II.

Para valorar la CMC se asigna un valor para b_T basado en la bibliografía

$$u\left(\delta M_{b_T}\right)=\frac{b_T}{\sqrt{3}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_i}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Esta contribución solo afecta a llaves.

Para valorar la CMC se asigna un valor para b_L basado en la bibliografía.

$$u\left(\delta M_{b_L}\right)=\frac{b_L}{\sqrt{3}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Para valorar la CMC se asigna un valor para b basado en la bibliografía, en concreto se toma el doble de los valores facilitados por el fabricante HBM

$$u(\delta M_b) = \frac{b}{\sqrt{3}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Debido a la repetibilidad la aportación se cuantifica como.

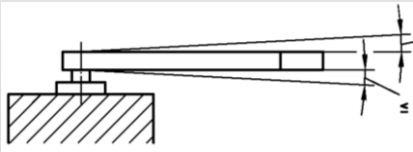
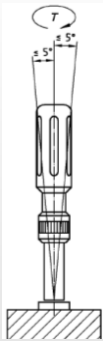
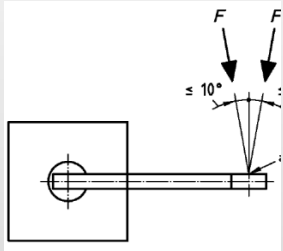
Para valorar la CMC se asigna un valor para b' basado en la bibliografía, en concreto se toma el doble de los valores facilitados por el fabricante HBM

$$\delta M_{b'} = \frac{b'_i}{\sqrt{n}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta\varphi}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta\gamma}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Debido a la repetibilidad la aportación se cuantifica como.

Para valorar la CMC se asigna un valor para $\delta M_{b'}$ basado en la bibliografía, en concreto se toma el doble de los valores facilitados por el fabricante HBM



$$u\left(\delta M_{\Delta\varphi}\right)=\frac{\delta\varphi}{\sqrt{3}}$$

$$u\left(\delta M_{\Delta\gamma}\right)=\frac{\delta\left(\Delta\gamma\right)}{\sqrt{3}}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_j}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta p}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta y}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

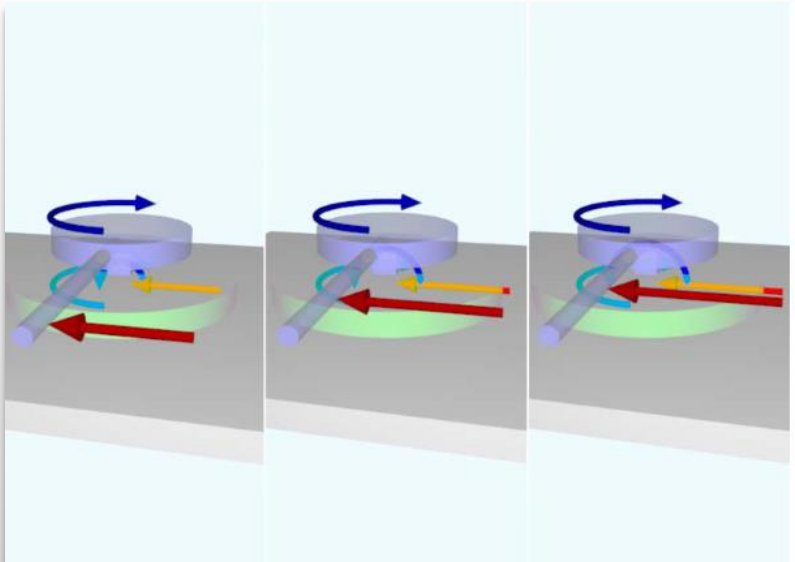
Esta aportación tiene en cuenta tanto trazabilidad, resolución de patrón, deriva, variación de temperatura ambiente etc...

$$u\left(\delta M_{patron}\right)=\frac{U_{patron}}{2}$$

\overline{M}_i	Indicación promedio del punto de calibración del patrón en cada punto de calibración
δM_{r_i}	Contribución debida a la resolución en la lectura (herramienta)
δM_{r_0}	Contribución debida a la resolución en el cero (herramienta)
δM_{b_T}	Contribución debido a la desviación del tiempo de aplicación de la carga.
δM_{b_L}	Contribución por variación de la longitud del brazo sobre la herramienta
δM_b	Contribución por reproducibilidad de la herramienta
$\delta M_{b'}$	Contribución por repetibilidad de la herramienta
$\delta M_{\Delta \varphi}$	Contribución por variación de aplicación de la fuerza sobre la herramienta
$\delta M_{\Delta \gamma}$	Contribución por variación de la posición de montaje de la herramienta
δM_{patron}	Contribución debida al patrón, incluye aportaciones como calibración, deriva resolución etc....
δM_{flex}	Contribución debida a los efectos de momentos flexores y fuerzas cruzadas

Esta aportación tiene en cuenta los ensayos y bibliografía

$$u\left(\delta M_{flex}\right)=\frac{0,1\%}{\sqrt{3}}$$



Magnitud	Valor estimado	Tipo de distribución	Divisor	Coef. Sensibilidad	Contribución
\overline{M}_i (Valor medio)	\overline{M}_i	Tipo A	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	1	$\frac{b'_i}{\sqrt{n}}$
δM_{r_j} (Resolución)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{12}}$	1	$\frac{r}{\sqrt{12}}$
δM_{r_0} (Resolución en cero)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{12}}$	1	$\frac{r}{\sqrt{12}}$
δM_{b_j} (Tiempo aplicación)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{b_T}{\sqrt{3}}$
δM_{b_L} (Longitud brazo)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{b_L}{\sqrt{3}}$
δM_b (Reproducibilidad)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{b}{\sqrt{3}}$
δM_{b_r} (Repetibilidad)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{b'_i}{\sqrt{n}}$
$\delta M_{\Delta\varphi}$ (Aplicación Fuerza)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{\delta\varphi}{\sqrt{3}}$
$\delta M_{\Delta\gamma}$ (Montaje)	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{\delta(\Delta\gamma)}{\sqrt{3}}$
δM_{patron} (Patrón)	0	Tipo B	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{U_{\text{patron}}}{2}$
δM_{flex}	0	Tipo B	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{0,1\%}{\sqrt{3}}$

$$U = k \cdot u(e_x) = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2}$$

						RANGO DE PAR				
						3,900	45,000	N-m		
CONTRIBUCIÓN A LA INCERTIDUMBRE	APORTACIÓN	UNIDAD	COEF. SENSIBILIDAD	UNIDAD	DIVISOR	10	33	56	79	100
						4,50	14,85	25,20	35,55	45,00
						TODOS LOS VALORES EXPRESADOS EN (%)				
U Uso (95 %) PATRÓN	0,995 556	%	1,0	[AD]	2	0,022 4	0,073 92	0,125 44	0,176 96	0,224
RESOLUCIÓN DE LA HERRAMIENTA	0,01	Nm	1,0	[AD]	2√3	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887
RESOLUCIÓN DEL LA HERRAMIENTA (CERO)	0,01	Nm	1,0	[AD]	2√3	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887
VARIACIÓN DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DE LA CARGA	0,5	%	1,0	[AD]	√3	0,012 99	0,042 868	0,072 746	0,102 624	0,129 904
VARIACIÓN DE LA LONGITUD DEL BRAZO	0,4	%	1,0	[AD]	√3	0,010 392	0,034 295	0,058 197	0,082 099	0,103 923
REPRODUCTIBILIDAD	0,4	%	1,0	[AD]	√3	0,010 392	0,034 295	0,058 197	0,082 099	0,103 923
REPETIBILIDAD	0,01	Nm	1,0	[AD]	√3	0,005 774	0,005 774	0,005 774	0,005 774	0,005 774
VARIACIÓN EN LA APLICACIÓN DE LA FUERZA	0,380 53	%	1,0	[AD]	√3	0,009 886	0,032 625	0,055 364	0,078 103	0,098 865
VARIACIÓN EN LA POSICIÓN DE MONTAJE	0,380 53	%	1,0	[AD]	√3	0,009 886	0,032 625	0,055 364	0,078 103	0,098 865
APORTACIÓN POR MOMENTOS FLEXORES Y F. CRUZADAS	0,1	%	1,0	[AD]	√3	0,002 598	0,008 574	0,014 549	0,020 525	0,025 981
Incertidumbre típica combinada (u), (Nm)						0,033 7	0,109 1	0,184 9	0,260 8	0,33
Incertidumbre expandida. U k=2						0,067 5	0,218 2	0,369 8	0,521 5	0,660 1
Incertidumbre mayorada. U . (N.m)						0,0675	0,2182	0,3698	0,5215	0,6601
Incertidumbre mayorada. U . (%)						1,5000	1,4694	1,4675	1,4669	1,4669

						RANGO DE PAR		3,900	45,000	N.m
CONTRIBUCIÓN A LA INCERTIDUMBRE	APORTACIÓN	UNIDAD	COEF. SENSIBILIDAD	UNIDAD	DIVISOR	10	33	56	79	100
						4,50	14,85	25,20	35,55	45,00
						TODOS LOS VALORES EXPRESADOS EN (%)				
U Uso (95 %) PATRÓN	0,995 556	%	1,0	[AD]	2	0,022 4	0,073 92	0,125 44	0,176 96	0,224
RESOLUCIÓN DE LA HERRAMIENTA	0,01	Nm	1,0	[AD]	2√3	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887
RESOLUCIÓN DEL LA HERRAMIENTA (CERO)	0,01	Nm	1,0	[AD]	2√3	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887	0,002 887
VARIACIÓN DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DE LA CARGA	0,5	%	1,0	[AD]	√3	0,012 99	0,042 868	0,072 746	0,102 624	0,129 904
VARIACIÓN DE LA LONGITUD DEL BRAZO	0,4	%	1,0	[AD]	√3	0,010 392	0,034 295	0,058 197	0,082 099	0,103 923
REPRODUCIBILIDAD	0,4	%	1,0	[AD]	√3	0,010 392	0,034 295	0,058 197	0,082 099	0,103 923
REPETIBILIDAD	0,01	Nm	1,0	[AD]	√3	0,005 774	0,005 774	0,005 774	0,005 774	0,005 774
VARIACIÓN EN LA APLICACIÓN DE LA FUERZA	0,380 53	%	1,0	[AD]	√3	0,009 886	0,032 625	0,055 364	0,078 103	0,098 865
VARIACIÓN EN LA POSICIÓN DE MONTAJE	0,380 53	%	1,0	[AD]	√3	0,009 886	0,032 625	0,055 364	0,078 103	0,098 865
APORTACIÓN POR MOMENTOS FLEXORES Y F. CRUZADAS	0,1	%	1,0	[AD]	√3	0,002 598	0,008 574	0,014 549	0,020 525	0,025 981
Incertidumbre típica combinada (u), (Nm)						0,033 7	0,109 1	0,184 9	0,260 8	0,33
Incertidumbre expandida. U k=2						0,067 5	0,218 2	0,369 8	0,521 5	0,660 1
Incertidumbre mayorada. U . (N.m)						0,0675	0,2182	0,3698	0,5215	0,6601
Incertidumbre mayorada. U . (%)						1,5000	1,4694	1,4675	1,4669	1,4669



$$U_{uso} = U_{cal} + deriva + temperatura + otras$$

$$U_{uso} = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{cal}}{2}\right)^2 + \left(\frac{U_{deri}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{\Delta T}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2} + |E_{error}|$$

VERIFICACIÓN / CONTROL INTERMEDIO

 **CALTEX** www.caltex.es

FORMACIÓN PAR

VERIFICAMOS	CONTROL INTERMEDIO
UNA ESPECIFICACIÓN O TOLERANCIA <ul style="list-style-type: none">• PROCESO• ESPECIFICACIÓN• NORMA	OPERACIÓN PARA MANTENER LA CONFIANZA DE LOS RESULTADOS. DEPENDERÁ DEL INSTRUMENTO

$$T_V = T - U_{uso}$$

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015

SIENDO:

T_V = Tolerancia de verificación

T = Tolerancia del proceso

U_{uso} = Incertidumbre expandida de uso

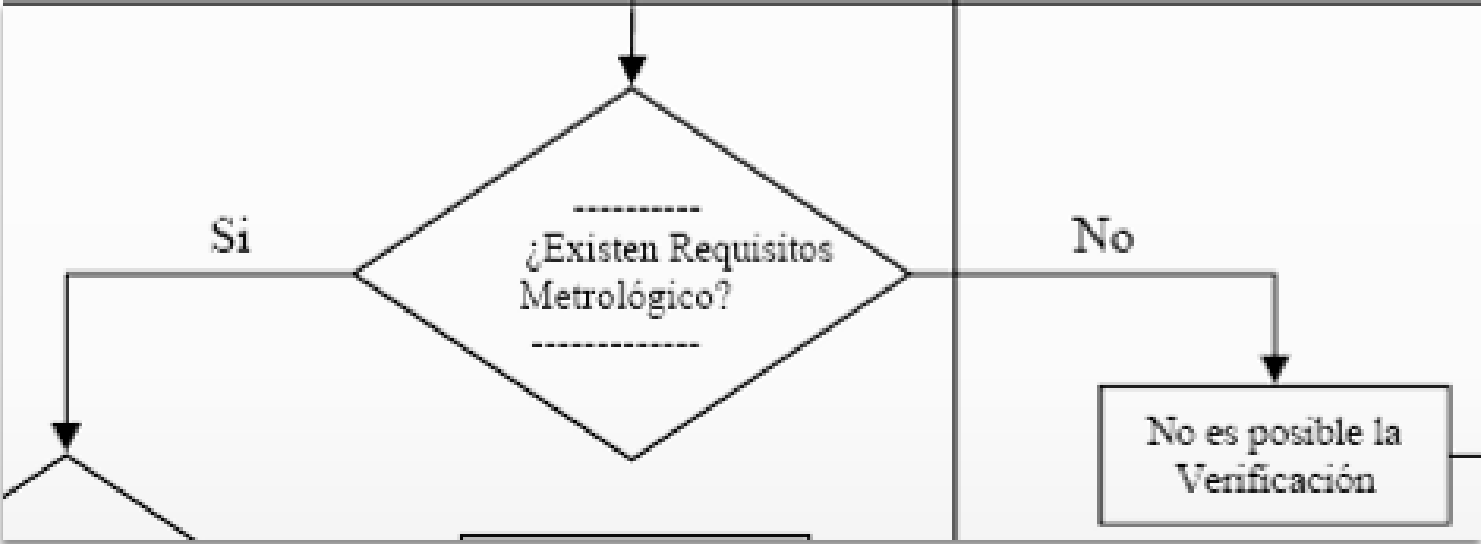
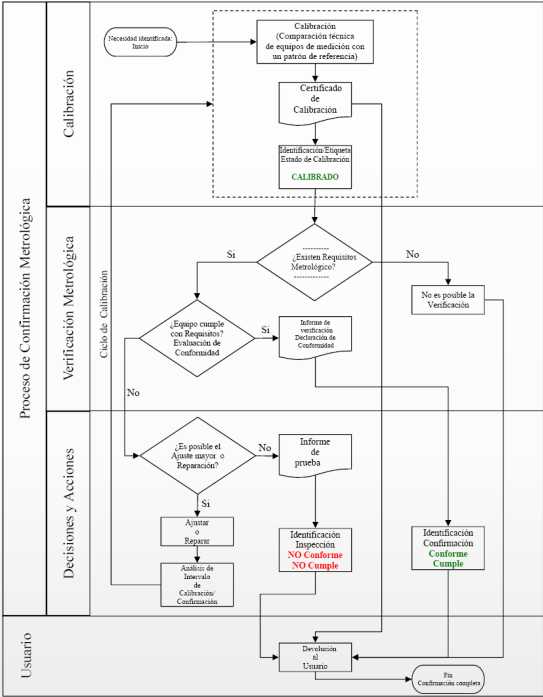


Tabla 3 – Desviación relativa máxima permitida (Tipo I)

Clase	Máximo valor de par de torsión	
	≤ 10 N·m	> 10 N·m
A y D	± 6%	
B, C y E	± 6%	± 4%

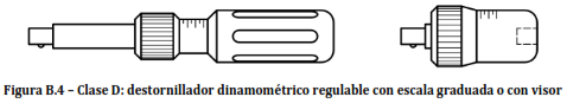
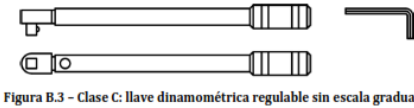
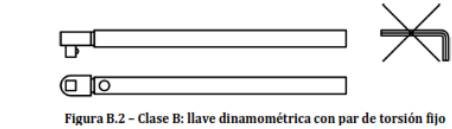
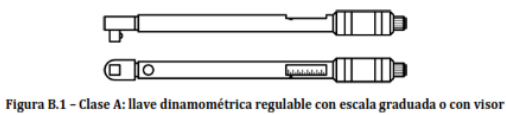
En el caso en que la herramienta trabaje en ambas direcciones, la desviación relativa máxima permitida debe cumplir los valores establecidos por el fabricante para cada dirección.

Tabla 4 – Desviación relativa máxima permitida (Tipo II)

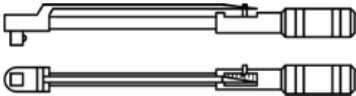
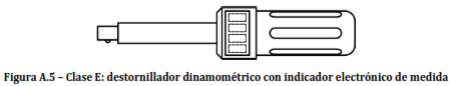
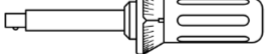
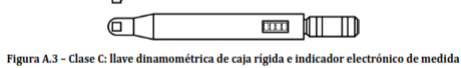
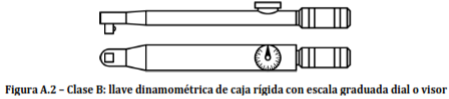
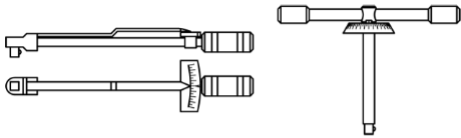
Clase	Máximo valor de par de torsión	
	≤ 10 N·m	> 10 N·m
A, B y C	± 6%	± 4%
D, E, F y G	± 6%	

En el caso en que la herramienta trabaje en ambas direcciones, la desviación relativa máxima permisible debe cumplir los valores establecidos por el fabricante para cada dirección.

Ejemplos de herramientas dinamométricas de disparo (Tipo II)



Ejemplos de herramientas dinamométricas de lectura directa (Tipo I)



CONTROL INTERMEDIO

6.4.10 Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con un procedimiento.

7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados

7.7.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados. Los datos resultantes se deben registrar de manera que las tendencias sean detectables y cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados. Este seguimiento se debe planificar y revisar y debe incluir, cuando sea apropiado, pero sin limitarse a:

- a) uso de materiales de referencia o materiales de control de calidad;
- b) uso de instrumentos alternativos que han sido calibrados para obtener resultados trazables;
- c) comprobaciones funcionales del equipamiento de ensayo y de medición;
- d) uso de patrones de verificación o patrones de trabajo con gráficos de control, cuando sea aplicable;
- e) comprobaciones intermedias en los equipos de medición;
- f) repetición del ensayo o calibración utilizando los mismos métodos o métodos diferentes;

FUENTE: UNE-EN ISO/IEC 17025:2017

ERROR NORMALIZADO

$$E_n = \frac{|E_1 - E_2|}{\sqrt{U_{E_1}^2 + U_{E_2}^2}}$$

$E_n < 1$, *Cumple*

$E_n \geq 1$, *No Cumple*

E_n , Error normalizado

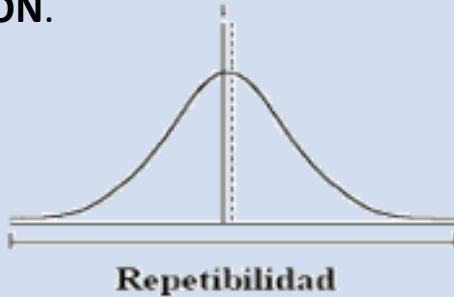
E_1 , Error de la primera medida

E_2 , Error de la segunda medida

U , incertidumbre de cada una de las medidas

REPETIBILIDAD

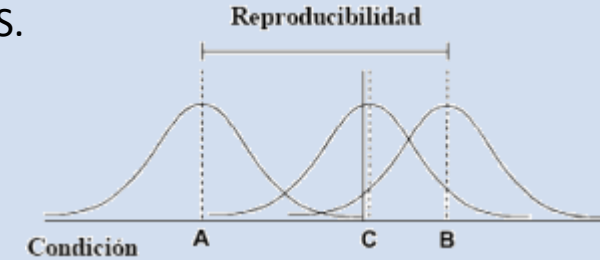
EVALUACIÓN DE LA MISMA MAGNITUD, EFECTUADAS EN LAS MISMAS **CONDICIONES DE MEDICIÓN**.



- MISMO PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN
- MISMO OBSERVADOR.
- MISMO INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
- MISMO LUGAR
- REPETICIÓN DENTRO DE UN PERÍODO DE TIEMPO CORTO
- SE EVALÚA CON LA DISPERSIÓN DE LOS RESULTADOS.

REPRODUCIBILIDAD

EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD, EFECTUADA BAJO CONDICIONES DE MEDICIÓN DIFERENTES.



PARA QUE UNA EXPRESIÓN DE LA REPRODUCIBILIDAD SEA VÁLIDA, ES NECESARIO ESPECIFICAR LAS CONDICIONES QUE CAMBIAN.

- LAS CONDICIONES QUE CAMBIAN PUEDEN SER ENTRE OTRAS:
- EL PRINCIPIO DE MEDICIÓN
- EL MÉTODO DE MEDICIÓN
- EL TÉCNICO,
- EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
- EL PATRÓN DE REFERENCIA
- EL LUGAR
- LAS CONDICIONES DE USO Y EL TIEMPO

LA REPRODUCIBILIDAD SE PUEDE EXPRESAR EN FORMA CUANTITATIVA, EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE DISPERSIÓN DE LOS RESULTADOS.

RUEGOS Y PREGUNTAS



GRACIAS

Caltex Sistemas S.L. | Tecnología aplicada a las medidas

Av. Juan de la Cierva y Codorníu 10, Parque tecnológico de Paterna (Valencia) CP: 46980 - Spain
TLF: +34 961 82 99 02



www.caltex.es