



Plan de Actuación 2024

INFORME DE GESTIÓN.

GRADO DE CUMPLIMIENTO

Se describen las actuaciones realizadas en desarrollo del Plan Estratégico del CEM, por cada uno de sus objetivos específicos previstos y su nivel de cumplimiento en el año 2024.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO DE GRADO DE CUMPLIMIENTO.....	3
OBJETIVO ESPECÍFICO 1. INVESTIGACIÓN EN METROLOGÍA	4
OBJETIVO ESPECÍFICO 2. REALIZACIÓN PRÁCTICA DE LAS UNIDADES.....	10
OBJETIVO ESPECÍFICO 3. NORMATIVA METROLÓGICA	15
OBJETIVO ESPECÍFICO 4. SERVICIOS METROLOGÍA INDUSTRIAL.....	18
OBJETIVO ESPECÍFICO 5. SERVICIOS METROLOGÍA LEGAL.....	22
OBJETIVO ESPECÍFICO 6. FORMACIÓN EN METROLOGÍA	24
OBJETIVO ESPECÍFICO 7. ASERORAMIENTO Y COOPERACIÓN.....	26
OBJETIVO ESPECÍFICO 8. HACIA EL CEM 2030	27

RESUMEN EJECUTIVO DE GRADO DE CUMPLIMIENTO

Con datos de finales de diciembre, de los 8 objetivos específicos que contiene nuestro Plan Estratégico 2024-2026, se han cumplido todos ellos en un grado óptimo, por encima del 80 %, lo que ofrece unos resultados excelentes. El **nivel de cumplimiento** del plan en su totalidad es del **94 %**.

A continuación se incluye una tabla resumen del grado de cumplimiento de los objetivos específicos.

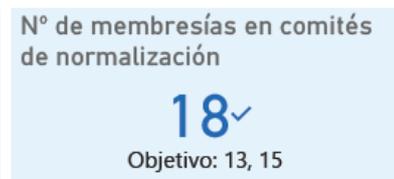
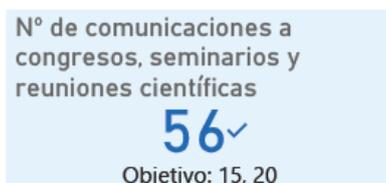
Nº	Objetivo específico	Grado de cumplimiento
1	Investigación en metrología	100 %
2	Realización de unidades	100 %
3	Normativa	100 %
4	Servicios de metrología aplicada y su calidad	87 %
5	Servicios de metrología legal y su eficiencia	99 %
6	Formación y difusión	99 %
7	Asesorías y coordinación	80 %
8	Hacia el CEM de 2030	90 %



OE1- Participar en actividades de investigación en metrología fundamental e industrial, en campos tradicionales y en particular en aquellos con gran potencial de desarrollo para las empresas de nuestro país.

Potenciar la transferencia tecnológica y difusión en metrología y potenciar la gestión del dato.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:



Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 100 %.

A continuación se resumen las actividades más relevantes llevadas a cabo para el cumplimiento de este objetivo.

1. Desarrollo de patrones y métodos de medida, investigación básica y fundamental en metrología

1.1 Metrología cuántica de 2ª generación

- a) Proyecto 20FUN03 COMET: Este proyecto europeo ha finalizado en 2024 y ha sido coordinado por el CEM. Su objetivo ha sido el explorar materiales alternativos al grafeno, 2D-COF/MOF (single layered two-dimensional Dirac covalent- and metal- organic frameworks), para la realización del efecto Hall cuántico. Durante el proyecto se han desarrollado y ensayado distintos modelos que han dado lugar a alrededor de 20 publicaciones en revistas científicas con alto factor de impacto.
- b) Proyecto 20PDI0003 Laboratorio de metrología cuántica de frecuencia: este proyecto ha avanzado significativamente con la adquisición y puesta en marcha de nuevo equipamiento y la formación de dos de nuestros investigadores en el instituto nacional de metrología alemán (PTB).
- c) Proyecto MADQuantum-CM: se han logrado avances importantes para establecer un nodo de comunicaciones cuánticas en el CEM, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid, que se encarga de la red de comunicaciones del proyecto.

1.2. Patrón primario de par de torsión de 10 kN-m

- a) Proyecto 21PDI0002 PAREOLICO: Se trabajó en el establecimiento de las prescripciones técnicas para poder abordar la construcción final de las piezas y

el montaje de las partes mecánicas y eléctricas. Debido al coste no se ha podido abordar la finalización del proyecto.

1.3. Fotónica aplicada a la metrología térmica

El laboratorio de termometría fotónica ha continuado desarrollándose gracias al proyecto QTemp, financiado con fondos PRTR y se ha visto impulsado con el proyecto PhoQuS-T, financiado por el EMP. Caben destacar varias actividades clave como el diseño, utilizando Machine-Learning, de un dispositivo fotónico en 2D con el Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid (ICMM) del CSIC y su fabricación por SI-Photonics. También se han investigado posibles técnicas de acoplamiento entre la fibra óptica y los sensores, siguiente paso clave en estos proyectos.

1.4. Consolidación del Laboratorio de Magnetismo

Gracias al proyecto europeo 21SCP02 TRaMM, finalizado en 2024, y al proyecto 20PDI0002 Laboratorio de medidas magnéticas, se ha dotado a España de los patrones nacionales de campo magnético en tensión continua y se ha iniciado el desarrollo de los patrones de campo magnético en tensión alterna, que junto con la caracterización de materiales magnéticos se espera que esté finalizado en 2025. Se han desarrollado los procedimientos correspondientes, ofreciéndose un nuevo servicio de calibración.

1.5. Desarrollo del interferómetro de dos caras (DEI)

Proyecto 23PDI0001: Se han establecido contactos con institutos nacionales de metrología que tienen desarrollado esta técnica. También se ha evaluado la posibilidad de actualizar el interferómetro de medición de bloques actual TESA para convertirlo en un interferómetro mejorado con la técnica *phase stepping*, finalmente descartada por la carga de trabajo de este equipo durante este año. Se ha realizado la adquisición una mesa óptica anti-vibración para el desarrollo del DEI.

1.6. Otros proyectos de investigación básica y fundamental

- a) Proyecto 21PDI0003 Quantum Pascal y 22IEM04 MQB-PASCAL: Se han adquirido dos láseres de diodo sintonizables y la instrumentación necesaria para su sintonización. Se realizó un montaje óptico preliminar en el PTB (instituto nacional de metrología alemán), para validar su adecuación al proyecto MQB-Pascal, identificándose problemas de estanqueidad en las cavidades Fabry Perot, que fueron selladas en el PTB. A principios de 2025 se realizará el montaje definitivo en el CEM del experimento.
- b) Proyecto 21PDI0004 Microfuerzas: Se ha estudiado y definido las piezas nuevas a fabricar en el CEM que se fabricarán en 2025.
- c) Proyecto 21PEDDES0001 Máquina de fuerza de 10 MN: Se ha trabajado en el desarrollo de las prescripciones técnicas para la contratación del software necesario para su puesta en marcha que se espera adquirir en 2025.
- d) Proyecto 22IEM03 PRISPECTEMP: Se ha desarrollado documentación analizando el uso de termopares, termistores y termómetros de resistencia en los distintos sistemas interferométricos.
- e) Proyecto 22IEM02 DireK-T: Los protocolos de las dos comparaciones del proyecto DireK-T se prepararon y, tras la aprobación de los participantes, se enviaron como estaba previsto en el protocolo del proyecto a EURAMET. Las medidas de las comparaciones están en progreso habiéndose realizado en el CEM las medidas.
- f) Proyecto 23PDI0003 QUANTUMAMP: Se ha puesto en funcionamiento un nuevo criostato para la realización del efecto Hall cuántico sin necesidad de utilizar Helio licuado. Se ha adquirido un comparador criogénico de corriente, lo que permitirá la realización del patrón cuántico de resistencia al máximo nivel

metrológico. En este sentido está prevista la realización de una comparación bilateral con el patrón cuántico del BIPM a finales de 2025. En la medida de bajas corrientes se ha completado la instalación del amplificador de corriente (ULCA) y se han realizado las primeras mediciones.

- g) Proyecto 2023RPT01 WAC: Este proyecto ha comenzado en 2024 y principalmente se ha procedido a la formación del consorcio y a tener la reunión inicial para el lanzamiento de las actividades. El objeto del proyecto es extender los patrones cuánticos de tensión hasta frecuencias de 100 kHz.

2. Desafíos globales

2.1 Monitorización del estado del planeta

Proyecto 19SIP06 COAT: Este proyecto europeo, finalizado en 2024, ha sido coordinado por el CEM y ha tenido como objetivo el promover y facilitar la comparabilidad de los instrumentos y métodos de medición de la temperatura del aire. Ha tenido como objetivo central la realización de una comparación de termómetros y pantallas de radiación en el Ártico (Ny-Alesudn, Noruega), cuyos resultados han sido publicados. Esta comparación ha servido también para desarrollar una guía de buenas prácticas para la medida de temperatura en ambientes polares.

2.2 Apoyo a la electromovilidad

- a) Proyecto 20PDI0004 ESTACIONES DE CARGA: Se ha completado con éxito la primera fase del laboratorio, estando ya el laboratorio capacitado para realizar la caracterización de estaciones de carga de vehículos eléctricos en corriente alterna y continua hasta una potencia de 120 kW.
- b) Proyecto JRP i03- Met4EVCS: Se ha celebrado el Kick-off meeting en la fecha prevista (16-17 de julio) en Delft con la presencia de todos los participantes del proyecto en el que se definió el plan previsto. Se ha estado elaborando un informe sobre las normas relevantes. Siguiendo el protocolo sigue en curso el diseño e integración de bancos de ensayos para la caracterización de estaciones de carga en condiciones reales de operación. Se han presentado los objetivos del proyecto en un seminario, que contó con la participación de fabricantes operadores y usuarios de la movilidad eléctrica europeos.

2.3 Tecnologías del Hidrógeno

- a) Proyecto 21PDI0025 HIDRÓGENO: Se han desarrollado los métodos de preparación de familias de mezclas de cloruro de hidrógeno en nitrógeno y en hidrógeno. Las mezclas se han diluido y analizado sucesivamente, mediante el analizador de impurezas de cloruro de hidrógeno y agua en matriz hidrógeno (entre otras matrices) que se ha adquirido en este periodo. El desarrollo de métodos más específicos para el análisis de impurezas de cloruro de hidrógeno en hidrógeno se encuentra en proceso. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.
- b) Proyecto 20IND10 DECARB: Se ha realizado el seguimiento derivado de la elaboración del total de 19 mezclas, entre premezclas, patrones de referencia y 6 mezclas objetivo que se enviaron al PTB para la validación de sus métodos de análisis de gas natural enriquecido con hidrógeno. Se han elaborado o se ha colaborado en los informes pertinentes de final de proyecto. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.
- c) Proyecto 21GRD05 Met4H2: Se han preparado, analizado y enviado al CAE (Centro de Investigación en Energía Aplicada, Würzburg, Alemania) las 3 mezclas acordadas. Se ha preparado una mezcla de 10 $\mu\text{mol/mol}$ de cloruro de

hidrógeno en hidrógeno para el DTU (Dinamarca). Se ha realizado una difusión interna del proyecto.

2.4 Otros proyectos relacionados con los desafíos globales

- a) Proyecto 21PDI0011 FICAL y proyecto 22IEM07 INFOTherm: Se han puesto en marcha los medios isotermos necesarios para realizar la calibración y caracterización térmica de las fibras ópticas y, en el caso de la estufa, ha tenido que ser modificada para admitir las fibras. Se han iniciado las medidas de evaluación de distintas magnitudes de influencia (curvaturas, humedad relativa, vibración) en los sistemas Rayleigh y Brillouin.
- b) Proyecto 21PDI0008: Se ha iniciado la elaboración de los programas en Python para realizar los cálculos de las medidas obtenidas en la calibración del área efectiva de conjuntos pistón-cilindro por contacto en la MMC. Sin embargo no se ha podido elaborar el procedimiento de medida debido a la carga de trabajo adicional a la programada en un inicio para el presente año.
- c) Proyecto GNSS-Metrology: Se han iniciado las tareas del proyecto, centradas en la selección de la zona de instalación de la línea base de 1 km. En este caso, la ubicación seleccionada se encuentra en las instalaciones del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). El CEM ha colaborado en la selección de la ubicación definitiva. La Universidad Politécnica de Valencia, coordinadora del proyecto, ha comenzado las tareas de diseño y construcción de los pilares que conformaran la línea base, denominada INTA1000.

3. Fabricación avanzada

3.1 Trazabilidad en microscopia 3D

- a) Proyecto 20IND07 TRACOPTIC: Este proyecto ha finalizado en 2024 y ha sido de gran interés a nivel industrial ya que se ha orientado a la medición dimensional mediante microscopía óptica 3D y sensores ópticos de distancia y a la simplificación de la trazabilidad de las medidas de rugosidad 3D a nivel industrial. El CEM ha estudiado patrones de nuevo diseño recogidos en la norma ISO 25178-70 y se han acometido varias comparaciones sobre los patrones de nuevo diseño junto con otros institutos metrológicos nacionales y empresas del sector metrológico.

3.2 Otros proyectos relacionados con la fabricación avanzada

- a) Proyecto 20IND06 ProMeth2O: Este proyecto ha finalizado en 2024. El objetivo de este proyecto se ha centrado en el desarrollo de patrones gaseosos para la medida de trazas de vapor de agua en gases ultrapuros para la industria. Para ello, se prepararon mezclas de referencia de vapor de agua en matrices nitrógeno e hidrógeno que fueron enviadas a VSL (INM de Holanda) para su análisis y posteriormente a la Universidad de Valladolid para desarrollar sus mediciones en el higrómetro basado en microondas. Se ha realizado también una difusión interna del proyecto.

4. Salud y Seguridad de los ciudadanos

4.1 Producción de materiales de referencia

- a) 21PDI0020 SACAREF: Debido a la carga de trabajo no se pudieron realizar actividades destacadas.

4.2 Certificación de productos de seguridad vial

- a) 22PDI0009 BT4DoA: Se ha mantenido una reunión presencial en la que se han mostrado instrumentos y tiras reactivas existentes en el mercado. No está claro que se pueda alcanzar el objeto del proyecto. El banco de ensayos no ha sido traído al CEM como estaba acordado y el proyecto se ha prorrogado 6 meses adicionales.

4.3 Fiabilidad y trazabilidad en el diagnóstico clínico

El principal objetivo de esta actividad es el desarrollo del Laboratorio de Salud del CEM para proporcionar fiabilidad y trazabilidad en el diagnóstico clínico. Los proyectos que se están desarrollando con sus actividades correspondientes son:

- a) 21PDI0021 TENSÍOMETROS: Se ha avanzado en la definición de la instalación que permite caracterizar los tensiómetros y el simulador de presión arterial incluyendo el transmisor de presión adquirido y trazado a patrones de presión. Se ha evaluado la repetibilidad y la reproducibilidad del simulador siguiendo la Norma ISO/TS 81060-5:2020 y se ha avanzado en el procedimiento de evaluación de repetibilidad y reproducibilidad del simulador. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.
- b) 21PDI0022 ELECTROCARDÍOGRAFOS: Una vez adquiridos los electrocardiógrafos, componentes principales, se han realizado los ensayos iniciales para la caracterización del sistema que permita la adquisición de datos. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.
- c) 21PDI0023 ECÓGRAFOS: La adquisición de componentes está en proceso, de acuerdo con el diseño del sistema. Se han realizado los ensayos de simulación iniciales y se han trazado las líneas generales de un procedimiento de verificación de los equipos de diagnóstico por imagen a partir del patrón diseñado. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.
- d) 21PDI0024 DIAGNÓSTICO POR IMAGEN: La adquisición de componentes está en proceso, de acuerdo con el diseño del sistema. Se han realizado los ensayos de simulación iniciales y se han trazado las líneas generales de un procedimiento de verificación de los equipos de diagnóstico por imagen a partir del patrón diseñado. Se ha realizado una difusión interna del proyecto.

5. Transferencia de conocimiento

5.1 Actividades de normalización

Se mantiene la membresía en 18 comités de normalización destacando las siguientes actividades:

- a) Se ha realizado la coordinación de las actividades de trabajo del CTN-82 "Metrología y Calibración" de UNE así como participación en los diversos grupos de trabajo.
- b) Se ha coordinado el nuevo grupo de trabajo dentro del CTN-82 sobre la medida de emisiones de gases en remoto para la elaboración de una norma. Dicha norma está en borrador pendiente de la finalización de la comprobación de que los ensayos planteados son realizables.
- c) Se ha participado en las reuniones del CEN TC423 y se han seguido las votaciones en las actualizaciones de las normas relativas a registradores de temperatura y termómetros.
- d) Se ha participado en los grupos de trabajo de la OIML y de WELMEC relacionadas con las estaciones de carga.

5.2 Otras Actividades

- a) Se ha participado con ponencias y presentaciones en congresos internacionales relevantes como: XXIV IMEKO, NCSLI 2024, CPEM 2024, INTERMAG, 1st CIPM-STG CENV Stakeholder Meeting o II GULFMET Forum. Así como nacionales XIV Congreso Nacional de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC). Es de destacar que en este último congreso la SEEIC otorgó al CEM el premio José Ramón Román a la Innovación 2024. En total se realizaron 56 comunicaciones
- b) Se realizaron 17 publicaciones en revistas entre las que destacamos:
- Metrological Evaluation of the Building Influence on Air Temperature Measurements. Atmosphere 2024, 15(2), 209; <https://www.mdpi.com/2073-4433/15/2/209>.
 - COAT Project: Intercomparison of Thermometer Radiation Shields in the Arctic. Atmosphere 2024, 15, 841. <https://doi.org/10.3390/atmos15070841>.
 - Speed of Sound Measurements in (Carbon Monoxide + Ethane) and (Carbon Monoxide + Propane) Gas Mixtures at T(260 to 350) K and up to 12 MPa. Journal of Chemical Thermodynamics Volumen 192, Mayo 2024, 107260 <https://doi.org/10.1016/j.jct.2024.107260>.
 - Magnetic Measurement System and Environmental Magnetic Field Compensation at CEM. IEEE Transactions on Magnetics, Volume: 60, Issue: 11, November 2024. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10568201>.
 - Traceability routes for magnetic measurements: filling the gap between the magnetism community and the European NMIs offering. Acta Imeko Vol. 13 No. 4 (2024). <https://doi.org/10.21014/actaimeko.v13i4.1762>.
 - Emerging innovations in health metrology for diagnostic imaging. Measurement: Sensors, available online 27 December 2024, 101649. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101649>.



OE2- Mantener y mejorar la realización práctica de las unidades de medida, desarrollar nuevos métodos de medida y materiales de referencia y ampliar y mejorar las capacidades de medida y calibración (CMCs).

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:

Nº de capacidades de medida y calibración mejoradas o nuevas	Nº de comparaciones internacionales	Nº de estudios/desarrollos de nuevos patrones en curso
43 Objetivo: 1, 2	17 Objetivo: 11, 16	15 Objetivo: 6, 8

Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 100 %.

A continuación se resumen las actividades más relevantes llevadas a cabo para el cumplimiento de este objetivo en cada línea del plan de actuación.

1. Participación en comparaciones internacionales

La participación en comparaciones internacionales es la herramienta indispensable para asegurar la comparabilidad de nuestros resultados de medida y son necesarias para la publicación y el mantenimiento de nuestras capacidades de medida y calibración en la base de datos del BIPM (<https://www.bipm.org/kcdb/>). Las áreas tienen previsto realizar acciones en las comparaciones listadas a continuación:

Área de Masa y Magnitudes Mecánicas

- a) CCM.M-K2.2024, comparación clave coordinada por NRC/NPL; comparación de múltiplos y submúltiplo del kilogramo en acero inoxidable (100 mg, 2 g, 20 g, 500 g y 10 kg). Se han realizado las medidas en el CEM.
- b) EURAMET.M.M- K7, comparación clave coordinada por Tubitak; comparación de múltiplos y submúltiplos del kilogramo en acero inoxidable (5 kg, 100 g, 10 g, 5 g y 500 mg): Se han realizado las medidas en el CEM.
- c) EURAMET.M.P-K15.2, comparación clave coordinada por INRIM; patrones de presión absoluta en el rango de 10^{-4} Pa a 1 Pa: Agenda de la comparación en revisión.
- d) Comparación suplementaria coordinada por Inacal (administrativa) y el CEM (referencia); presión absoluta neumática en el intervalo de 25 kPa a 200 kPa, por el método de comparación directa: Comparación en preparación, se espera caracterizar los patrones viajeros en 2025.
- e) CCM.F-K4, comparación clave coordinada por el NIST; máquinas de fuerza en el rango (2 MN, 4 MN): Comparación no iniciada por problemas del laboratorio coordinador.

- f) CCM.T-K3, comparación clave coordinada por el PTB; máquinas de par en el rango (20 N·m, 50 N·m): Comparación no iniciada por problemas del laboratorio coordinador.
- g) CCM.T-K1, comparación clave coordinada por el CEM; máquinas de par en el rango (500 N·m, 1 kN·m): Comparación retrasada, patrón viajero del CEM caracterizado.

Área de Termodinámica y Medioambiente

- a) CCT-K11, comparación de cuerpos negros en el rango de 34.5 °C a 41.5 °C; realización de medidas: Se ha realizado las medidas en la fecha prevista.
- b) CCT-K9.2, coordinada por el CEM; calibración de termómetros en puntos fijos entre el Hg y el Al: Se ha redactado el Draft B y se está esperando la aprobación del CCT.
- c) CCT-K9.3, coordinada por el CEM; calibración de termómetros en puntos fijos entre el Ar y el Zn: Se han realizado las medidas.
- d) CCT-K4.X, coordinada por el CEM; calibración de termómetros en los puntos fijos del Al y la Ag: Se han realizado las medidas.

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) EURAMET.L-K7.n01, comparación clave de patrones a trazos: Se han realizado las medidas.
- b) EURAMET.L-K4.n01, comparación clave de patrones de diámetro: Esta comparación está pilotada por el CEM que ha elaborado el protocolo, preparado el proyecto y realizado las primeras medidas.
- c) CCL-K3.n01, comparación clave de patrones angulares. Calibration of Polygon Angle Standards: Se han realizado las medidas, aunque con cierto retraso a lo previsto en el protocolo.
- d) Afrimets.L-K1, comparación clave: Se ha desestimado participar en esta comparación debido a que se han generado muchos retrasos y el CEM ya participó a finales del 2023 en la comparación Euramet.L-K1.n01.

Área de Electricidad y Energía

- a) EURAMET-K6a (3V, 10 Hz- 1 MHz): El CEM realizará las medidas en junio del 2025.
- b) EURAMET-K6c (3V, 500 kHz-100 MHz): El CEM realizará las medidas en junio del 2025.
- c) EURAMET EM-S45 de bajas corrientes: El CEM realizará las medidas a finales del 2025.
- d) BIPM.EM-K12 comparación bilateral con el BIPM del patrón de resistencia basado en el efecto Hall cuántico. El BIPM se desplazará con su patrón cuántico al CEM para realizar la comparación a finales de 2025.
- e) EURAMET.EM-k4. Patrón de capacidad de 10 pF, la redacción del protocolo está finalizado.

Área de Química y Salud

- a) EURAMET.QM-S13 Capacidades preparativas de soluciones hidroalcohólicas: No ha habido evolución con el borrador final de la comparación.
- b) CCQM-K84.2024 Comparación de CO en aire; se prevé realizar las mediciones iniciales: Esta comparación se ha retrasado y la composición ha bajado de 200 nmol/mol de CO/aire a 150 nmol/mol de CO/aire.

- c) EURAMET.QM-K3.2019 Capacidades analíticas de mezclas de automoción: Los resultados de esta comparación han servido para apoyar la revisión de las CMC del ciclo XXV.
- d) EURAMET.M.FF-S19 Comparación volumen, juego de matraces de vidrio de 500 mL y de 5 000 mL: Debido al traslado del laboratorio de caudal de VSL, la comparación se pospuso por lo que no se han realizado aún las medidas en el CEM.
- e) Comparación bilateral con IPQ para evaluación de la equivalencia de verificaciones de etilómetros entre participantes: Se pospone el desarrollo de esta comparación ya que no está claro su utilidad ya que Portugal utiliza gas seco por lo que no está garantizada la equivalencia en concentración de acuerdo con el método de gas húmedo obligatorio en España. Se pospone a 2025.

2. Estudios para la mejora de patrones

Una de las principales responsabilidades del CEM es el mantenimiento y mejora de los patrones nacionales de medida. Esta actividad incluye algunas acciones de mejora y mantenimiento de los patrones adicionales a las contempladas en los proyectos de investigación del OE1. En concreto las acciones previstas son las siguientes:

Área de Termodinámica y Medioambiente

- a) Puesta en marcha de calibración en punto fijo del Co-C para clientes: Todas las piezas necesarias para la fabricación del punto fijo han sido adquiridas, se espera abordar la construcción en 2025.
- b) Medida de temperaturas termodinámicas de diversas células de puntos fijos para termometría de radiación sin asignación previa: Cu (pequeña), Co-C, Ru-C, Re-C y WC-C: Debido a la rotura de los hornos de alta temperatura esta actividad se ha pasado a 2025
- c) Aunque no estaba previsto, se ha determinado la emisividad del cuerpo negro de alta temperatura a 30 mm y 20 mm con nuevas geometrías. Esta actividad ha sido necesaria para la calibración de termómetros de radiación con blancos extensos de clientes hasta 1600 °C.

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) Automatización del registro continuo de condiciones ambientales en el laboratorio mediante uso de sensores propios, realización de programas de adquisición de datos y almacenamiento continuo: Se ha desplegado en el laboratorio una red de módulos PoE (Power over Ethernet) para la conexión de los diferentes sensores de temperatura a un PC de control en el que se almacenarán los datos registrados. Todo el hardware está instalado y se está finalizando el desarrollo del software.
- b) Cableado de fibra óptica en el área. Continuar con las adquisiciones y puesta en marcha de las conexiones: Se han establecido contactos con algunos proveedores no llegando a poder realizar la instalación durante el año en curso. Paralelamente otras áreas han mostrado interés en este tipo de conexión decidiéndose abordar la tarea en conjunto.
- c) Actualización del comparador interferométrico CEM-TEK 1200, se ha instalado el comparador una vez actualizado y al realizar las primeras validaciones los resultados no han sido satisfactorios, por tanto se mantiene el contacto continuo con el proveedor para solventar los problemas que el equipo está dando.

Área de Masa y Magnitudes Mecánicas

Se han realizado las siguientes actividades de mejora de patrones que no estaban previstas:

- a) Optimización de las máquinas de carga directa de fuerza por la instalación del nuevo software: Tras la instalación de un nuevo software para la automatización de las máquinas de fuerza de carga directa, dichas máquinas fueron caracterizadas y optimizadas para obtener las CMCs y el rendimiento máximo.
- b) Nueva caracterización de la máquina de par de carga directa de 1 kN·m: Esta nueva caracterización ha sido realizada aplicando los conceptos de la nueva guía para las medidas de fuerza publicada por EURAMET en 2022. Con este trabajo se adquiere el conocimiento adecuado para contribuir al desarrollo de la nueva guía de par de EURAMET (proyecto nº 1596: "Guidelines for the uncertainty determination and calibration of torque measurements").
- c) Nueva caracterización de la máquina de par por comparación de 20 N·m: al igual que en el caso anterior, se han seguido las pautas de la guía EURAMET.
- d) Optimización de las matrices de transferencia y diseminación de la unidad de masa: A finales año se empezó la optimización de las matrices para la diseminación y transferencia de la unidad de masa. Con esta actividad se aumenta la fiabilidad y robustez del proceso de diseminación.
- e) Mejora del comparador implicado en la diseminación del patrón nacional de densidad de sólidos: La mejora de este comparador, implica por un lado un control más exhaustivo de sus características metrológicas y, por otro lado, que pueda utilizarse en un rango más amplio de diferencias entre los patrones de densidad y las muestras cuya densidad se desea determinar.

3. Desarrollo de nuevas técnicas y métodos de medida

Esta actividad incluye, en línea con la anterior, nuevos desarrollos de técnicas o métodos de medida no contemplados en los proyectos de investigación del OE1:

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) Estudio de la técnica de microscopía óptica 3D Extended Phase Shift Interferometry (ePSI) para medida de patrones de amplificación: El estudio de esta técnica de microscopía óptica requiere de unos patrones de amplificación nuevos que se prevé recibir en enero de 2025, por lo que se ha decidido incluir esta actividad en la planificación del primer trimestre del 2025.

Área de Química y Salud

- a) Estudio de la certificación de sistemas de medida de remota de emisiones de gases de escape: Se ha comenzado la redacción de un proyecto interno para la realización de un estudio piloto con instrumentos de medida de emisiones de gases de vehículos en remoto.
- b) Aunque no estaba previsto, se ha desarrollado una técnica analítica basada en OF-CEAS (*Optical Feedback Cavity Enhanced Absorption Spectroscopy*) para impurezas de agua y cloruro de hidrógeno en diferentes matrices gaseosas (He, H₂, aire, N₂)

Área de Electricidad y Energía

Se han realizado los siguientes nuevos desarrollos no previstos:

- c) Desarrollo de un sistema de compensación activa para la cancelación del campo magnético terrestre, necesario para el patrón de campo magnético.
- d) En el laboratorio de estaciones de carga se han puesto en servicio los simuladores de carga en corriente continua y alterna, realizando los primeros ensayos. También se ha incorporado un nuevo patrón de Energía en corriente continua para el laboratorio de Estaciones de carga.

4. Mejora de nuestras capacidades de medida y calibración (CMC)

El número de capacidades de medida de calibración mejoradas o nuevas tiene un valor significativamente alto (40) debido a la circunstancia de que varias áreas (Electricidad y Energía, Termodinámica y Medioambiente y Química y Salud) han procedido a revisar algunas de las que ya se tenían o a incluir algunas nuevas. Debe mencionarse que las 3 CMCs que completan el valor del indicador (43) corresponden a CMCs eliminadas en la parte de química por obsoletas.

5. Otras Actividades

Las áreas técnicas también han realizado las siguientes acciones relacionadas con este objetivo:

Área de Termodinámica y Medioambiente

- a) Automatización de procesos, enlace del programa TEMPLAB con las hojas de cálculo que generan los certificados de calibración: Se ha modificado el programa para que incluya las hojas de cálculo de resultados y a partir de ellos la generación del certificado en las calibraciones de termómetros de resistencia de platino y termopares en puntos fijos. Queda pendiente la parte de calibración por comparación y de termómetros de radiación que se espera realizar en 2025.

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) Automatización de procesos, modificación de programas para evaluación de datos, incertidumbres y generación de certificados: En el laboratorio Primario de Longitud se está trabajando en el programa de tratamiento de datos de patrones a trazos calibrados en el sistema de calibración de patrones bidimensionales. El programa, elaborado en Python, ya incluye un módulo de consultas a WECO-GESLAB para recuperar la información. Está previsto que el programa también incluya una salida en formato digital (XML o JSON) para su posterior reutilización. Se espera que esté operativo en el primer trimestre de 2025.

En el laboratorio de Instrumentos Topográficos se ha modificado el programa de tratamiento de datos de miras topográficas, de tal forma que incluya también el certificado de calibración. Se está en proceso de validación del mismo para posteriormente su puesta en vigor.

Área de Electricidad y Energía

- a) Adquisición e incorporación de nuevo patrón de Energía en DC: El patrón se ha adquirido y ya está en marcha.
- b) Adquisición e incorporación de nuevo patrón de Energía para mejorar las medidas del patrón SMMD del laboratorio de Potencia y Energía en el rango de 20 A a 80 A: El patrón se ha adquirido y se ha iniciado la modificación del software asociado para optimizar su funcionamiento
- c) Adicionalmente se ha puesto en marcha de forma satisfactoria el nuevo criostato de Efecto Hall Cuántico.



OE3- Impulsar la normativa metrológica y en especial la del Control Metrológico del Estado, para lograr que éste sea proporcional, eficiente y se lleve a cabo de forma homogénea y coherente en todo el territorio nacional.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:

<p>Nº de proyectos de disposiciones normativas</p> <p>6✓</p> <p>Objetivo: 2, 4</p>	<p>Nº de reuniones del Observatorio de Control Metrológico</p> <p>3✓</p> <p>Objetivo: 1, 2</p>	<p>Nº de participaciones en comités de WELMEC y OIML</p> <p>23✓</p> <p>Objetivo: 16, 18</p>
<p>Nº de reuniones de la CML</p> <p>6✓</p> <p>Objetivo: 3, 5</p>	<p>Nº de reuniones con agentes económicos</p> <p>7✓</p> <p>Objetivo: 5, 6</p>	

Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 100 %.

Las principales actividades del CEM en este objetivo se han orientado a impulsar la cohesión de la actividad de la metrología legal en España, estableciendo mecanismos de coordinación entre los agentes implicados, así como habilitar herramientas que faciliten la aplicación uniforme y eficiente del control metrológico del Estado y a elaborar un plan normativo que tenga en cuenta la necesidad de someter a control metrológico aquellos instrumentos que lo precisen, así como las actualizaciones o modificaciones de la legislación existente. En concreto, las principales actividades han sido las siguientes:

1. Impulsar la actividad de la Comisión de Metrología Legal

La actividad de la Comisión de Metrología Legal ha sido bastante elevada debido, reuniéndose hasta seis veces, debido sobre todo a las últimas modificaciones de la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del estado de determinados instrumentos de medida, siendo finalmente publicada la Orden ITU/1475/2024, de 17 de diciembre.

2. Desarrollo de una Plataforma Virtual de Metrología Legal

Entre las actividades que se habían contemplado en el Plan de Digitalización del CEM 2021-2024 se estableció el desarrollo de una plataforma virtual para metrología legal que englobe a todos los actores, a todos los pasos y todos los instrumentos englobados por el control metrológico de Estado. Debido a la complejidad de este proyecto y debido a la falta de presupuesto sólo se pudo avanzar en el desarrollo de un posible pliego de prescripciones técnicas para la contratación de estudio de viabilidad.

3. Participación en comités y grupos de trabajo de organismos nacionales e internacionales de metrología legal

Además de la participación en las reuniones plenarias de OIML o WELMEC se ha participado en reuniones de grupos de trabajo como WELMEC WG11, WELMEC WG8 o el OIML DTG.

4. Consolidación del Observatorio del Control Metrológico del Estado (OCME)

En 2022 se creó el OCME como un grupo de consulta y trabajo dentro de la Comisión de Metrología Legal (CML), cuyo fin primordial es compartir experiencias y conocimientos así como proponer soluciones, dentro del ámbito regulatorio, en la ejecución del control metrológico del Estado, elaborar propuestas de documentos de buenas prácticas y de recomendaciones relacionadas con la actividad de evaluación de la conformidad y de verificaciones que puedan ser sometidas a la consideración de la CML.

Durante el año se ha realizado la coordinación del plenario del OCME, convocando las reuniones oportunas y redactando las actas, así como trasladando a la CML sus conclusiones. También se ha llevado a cabo una reunión con los coordinadores de los distintos grupos de trabajo para homogenizar criterios y nuestros expertos han participado en los grupos de trabajo formados.

5. Encuentros con agentes implicados

Es importante mantener contacto con los distintos agentes implicados en el Control Metrológico del Estado como fabricantes, distribuidores, etc. Durante el año se han tenido reuniones, entre otros con AFME sobre estaciones de carga de vehículos eléctricos, con CIEMAT sobre aspectos relativos a los medidores de partículas o con el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Democrático sobre contadores de gas.

6. Mantenimiento del plan normativo

Cabe destacar la publicación de la Orden ITU/1475/2024, de 17 de diciembre, por la que se modifica la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del estado de determinados instrumentos de medida. Esta publicación es la culminación de varios años de trabajo que han resuelto los problemas detectados en la aplicación de la Orden ICT/155/2020, ha actualizado alguno de los procedimientos y ha derogado la Orden ITC/3721/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado en la fase de comercialización y puesta en servicio de los instrumentos de trabajo denominados manómetros, manovacúmetros y vacúmetros con elementos receptores elásticos e indicaciones directas, destinados a la medición de presiones, por su falta de ejecución desde su publicación. Asimismo, ha incluido nuevos anexos que establecen el control metrológico de:

- los sistemas de medida en camiones cisterna para suministro de líquidos criogénicos con un punto de ebullición menor que $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$, para el suministro de dióxido de carbono licuado y para el suministro de gas natural licuado,
- las estaciones de carga de vehículos eléctricos y
- los instrumentos destinados a medir el número de partículas emitidas por los vehículos equipados con motores de encendido por compresión.

Además la modificación de Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014 de 22 de diciembre, de Metrología, la del Real Decreto 1342/2007, de 11 de octubre por el que se aprueba el estatuto del Centro Español

de Metrología y la Orden de verificadores de medidas eléctricas han entrado en las fases previas a su publicación.

También es importante señalar la aprobación por parte del Gobierno del proyecto de la Ley de Industria y Autonomía Estratégica y su remisión a las Cortes Generales. Este proyecto de ley modificaría algunos aspectos de la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología y reconoce el control metrológico del Estado como un servicio de interés público y económico general.

7. Utilizar herramientas de prospección para conocer las necesidades normativas

Hace 10 años de la evaluación de las necesidades metrológicas del país realizada por una consultora externa. Este estudio profundo tanto a nivel legal como científico, ha sido la base de nuestros planes estratégicos hasta el momento. En estos 10 años el panorama legal, científico y tecnológico ha cambiado significativamente, por lo que se hace necesario volver a sondear las necesidades del país por lo que se ha llevado a cabo el proceso de contratación de una prospectiva, por una consultora externa, que evalúe las necesidades metrológicas del país tanto en aspectos regulatorios como científicos e industriales. El contrato ha sido adjudicado a KPMG que ya ha empezado a realizar el trabajo.



OE4- Incrementar los niveles de servicio y de calidad dentro del ámbito industrial y de trazabilidad metrológica, dando un mayor nivel de soporte a la infraestructura para la calidad.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:

<p>Nº de servicios</p> <p>1189•</p> <p>Objetivo: 1.000, 1.400</p>	<p>Plazo de emisión del certificado</p> <p>55,6 %!</p> <p>Objetivo: 100,0 %, 100,0 %</p>	<p>Plazo de gestión de ofertas</p> <p>87,1 %!</p> <p>Objetivo: 90,0 %, 95,0 %</p>
<p>Porcentaje de calibraciones CMC</p> <p>79,2 %✓</p> <p>Objetivo: 50,0 %, 70,0 %</p>	<p>Nº de documentos de calidad actualizados</p> <p>91!</p> <p>Objetivo: 100, 120</p>	<p>Plazo de ejecución de los servicios</p> <p>66,5 %!</p> <p>Objetivo: 90,0 %, 95,0 %</p>
<p>Nº de comparaciones nacionales</p> <p>5!</p> <p>Objetivo: 12, 15</p>	<p>Nº de participaciones en organizaciones</p> <p>125✓</p> <p>Objetivo: 75, 100</p>	

Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 85,9 %.

A pesar del elevado grado de cumplimiento de este objetivo no ha podido ser completado al 100 % sobre todo por el problema de plazos en la emisión de los certificados y en la ejecución de los servicios voluntarios de calibración y ensayo. Este es un problema sobre el que se debe trabajar en 2025. También es de destacar el bajo número de comparaciones nacionales activas en el año, en la mayoría de los casos por que durante el año han medido los laboratorios participantes y sólo ha tenido que hacerse el seguimiento, quedando pendiente la elaboración de los informes finales en el siguiente año.

En cuanto al número de actividades se ha realizado un 5,9 % más que en 2023. Esta ligera subida no se considera muy significativa pareciendo que el nº de servicios voluntarios se ha estancado.

1. Asistencia a reuniones y comités de metrología aplicada

Al igual que en metrología legal, para mantener el CEM al tanto de los avances en las tecnologías, de las necesidades de las distintas partes interesadas así como para mantener nuestros compromisos internacionales como firmantes del tratado de reconocimiento mutuo CIPM-MRA, es necesario que los expertos técnicos del CEM participen en las reuniones de los comités técnicos tanto a nivel nacional como internacional. Durante el año cabe destacar:

- a) Participación en el CIPM y en sus grupos de trabajo.
- b) Coordinación del Sectorial Task Group on Climate Change and Environment.

- c) Presidencia del Comité Consultivo de Termometría.
- d) Participación en las reuniones de directores del BIPM.
- e) Participación en las reuniones de los Comités Consultivos del CIPM: CCM, CCT, CCEM, CCL, CCQM, CCAUV, CCU y FORUM-MD.
- f) Participación en grupos de trabajo de WMO y GCOS: AOPC, GSRN, etc.
- g) Participación en las reuniones de los comités técnicos de EURAMET y en sus grupos de trabajo: TCF, TCM, TCT, TCEM, TCL, TCMC, TCAUV y TCQ.
- h) Participación en las reuniones de las Redes Europeas de Metrología: COO, Adv-Manu, Quantum, Smart Grids, Mathmet, Clean Energy, POLMO y Energy Gases
- i) Participación en las reuniones de los comités técnicos de IMEKO.
- j) Coordinación y participación en las reuniones de los subcomités técnicos de ENAC.

2. Comparaciones nacionales

El CEM contribuye apoya a los laboratorios nacionales tanto en metrología legal como industrial organizando y coordinando numerosas comparaciones nacionales. Las comparaciones previstas para el año:

Área de Masa y Magnitudes Mecánicas

- a) CEM-P23-02 calibración de un transmisor de vacío y de un manómetro de vacío en el rango (5×10^{-7} , 35) hPa: Queda pendiente la elaboración del informe final.
- b) CEM FM/01-23 calibración de 3 transductores de fuerza a compresión de 200 kN, 1 kN y 500 N: El informe final ha sido enviado a los participantes.
- c) CEM-FM/02-23 calibración de una llave de referencia de 1 kN m y una herramienta dinamométrica de 200 NM: Comparación retrasada por rotura de uno de los patrones viajeros. Las medidas de los laboratorios finalizaron en diciembre y está pendiente la realización del informe final.
- d) CEM-M23-03 calibración de una balanza de precisión y elaboración del informe final: Medidas de todos los participantes finalizadas e informe final de la comparación emitido.
- e) CEM-M23-02 calibración de una balanza analítica y elaboración del informe final: Medidas de todos los participantes finalizadas e informe final de la comparación emitido
- f) Finalización de la comparación CEM-M23-01 de la calibración de una pesa de 20 kg y elaboración del informe final: Medidas de todos los participantes finalizadas e informe final de la comparación emitido.
- g) CEM-P-23-01 calibración de un conjunto pistón-cilindro y elaboración del informe final: Comparación no iniciada.
- h) Finalización de la comparación CEM-P-22-01 de la calibración de un transmisor barométrico: Informe final enviado a final de año a los participantes.
- i) Comparación de presión diferencial neumática no iniciada.

- j) CEM-P24-01, transmisor barométrico, barómetro digital e indicador eléctrico por simulación: Medidas de los participantes finalizadas y análisis de la comparación en proceso.
- k) CEM-24-M-01 de pesas de clase F1: 5 kg; 2 kg; 500 g; 1 g: Medidas de los participantes en proceso
- l) CEM-24-M-02 de pesas de 1000 kg; 500 kg: Medidas finalizadas, análisis realizado y borrador del informe finalizado.
- m) CEM-24-M-03, Balanza industrial de 300 kg: Medidas finalizadas, análisis en proceso.
- n) CEM-24-M-04, Balanza industrial de 15 kg: Medidas finalizadas.

Área de Termodinámica y Medioambiente

- a) SCTC11-2023-2 Comparación nacional de termómetros de resistencia de platino, que incluye la comparación del indicador y del termómetro de lectura directa: Comparación en progreso, realizadas en el CEM las medidas iniciales e intermedias.
- b) SCTC11-2023-1 Comparación nacional de termómetros de radiación de infrarrojo: Comparación finalizada.
- c) SCTC11-2024-1 Comparación nacional de termopares de metales comunes: Medidas de los participantes en proceso.

Área de Química y Salud

- a) Comparaciones nacionales de volumen V01/23 y V02/23: No se realizaron. Se han planificado y elaborado los protocolos de las comparaciones V01/24, V02/24 y V03/24 previstas.
- b) Comparaciones bilaterales con el opacímetro patrón: Realizadas las 17 comparaciones bilaterales del opacímetro de referencia con los opacímetros de los laboratorios acreditados.
- d) Comparaciones de componentes gaseosos: no se ha lanzado ninguna comparación.
- e) Comparación nacional de refractómetros CEM-2024/R01: Esta comparación no estaba prevista habiéndose realizado ya todas las medidas.
- f) Comparación nacional de etilómetros CEM-2024/E01: Protocolo lanzado.

Área de Electricidad y Energía

Se presentaron en el subcomité de electricidad de ENAC los resultados de la comparación en tensión continua. Se ha programado para dar consistencia a los resultados nacionales, realizar a nivel nacional la continuidad de las comparaciones europeas. Durante el 2025 se realizará la comparación nacional de Potencia y Energía.

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) Comparación nacional de calibración de patrones de diámetro con mediciones de diámetro y determinación de defecto de redondez acordada en el STC-3 ENAC. LC-CEM-2024/D01: Se ha elaborado el protocolo de la comparación nacional de calibración de patrones de diámetro con mediciones de determinación de defecto de redondez acordada en el STC-3 de ENAC. Se han

realizado las primeras medidas en el CEM en mayo del 2024 y se han realizado las medidas intermedias en noviembre del 2024. La comparación continúa durante el 2025.

3. Actualización de documentos de calidad

El sistema de gestión de la calidad del CEM es un sistema vivo que requiere actualizaciones de sus documentos para mantenerlos al día de los nuevos desarrollos. Durante el año se han revisado un total de 91 documentos técnicos y generales entre procedimientos, programas y formatos.



OE5- Aumentar la eficiencia en los servicios de control metrológico y aplicar nuevos desarrollos tecnológicos para su realización.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:



Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 99,6 %.

El grado de cumplimiento es prácticamente del 100 %, el único indicador que no se cumple, por muy poco, es el plazo de emisión del certificado, sin embargo el valor de cumplimiento de este indicador es tal vez un poco restrictivo, ya que es también del 100 %.

El plazo de gestión ofertas y ejecución de servicios es excelente y en cuanto al nº de servicios es un 7 % más elevado que en 2023.

También cabe mencionar que dentro del Grupo de Metrología Legal del CEM, en el que participan representantes de todas las áreas, se han mejorado diversos procedimientos generales para mejorar la eficiencia de nuestros servicios

En cuanto a las demás actividades realizadas se destacan las siguientes:

1. Actualización de los procedimientos de trabajo

Área de Magnitudes Dinámicas

- Puesta en marcha del nuevo patrón desarrollado por el CEM CEMVelox: Se ha realizado la instalación definitiva del CEMVelox en las instalaciones del CEDEX. Se ha anclado de forma fija la barra soporte a la plataforma de hormigón. El sistema permite colocar y retirar la electrónica de control así como el sistema de medición para evitar que queden expuestos sin que los técnicos del laboratorio de cinemómetros se encuentren presentes. El sistema permite realizar ensayos en carretera para ciertos cinemómetros, lo que evita tener que realizar desplazamientos a Horcajo, alcanzando mayor eficiencia al obtener ahorros en tiempo y costes. en su emplazamiento definitivo en las instalaciones del CEDEX en la autovía de Colmenar.
- Realización de pruebas para conectar el nuevo sistema de adquisición de datos (EMU3) de forma remota: Se han realizado diversas pruebas por parte del laboratorio de cinemómetro hasta haber conseguido conectar el sistema EMU3 con las espiras. Se ha habilitado una conexión a internet que permite al sistema EMU3 enviar los datos captados al laboratorio de cinemómetros habiéndose

realizado una prueba piloto con fabricantes y proporcionándoles un procedimiento de actuación para la toma de datos.

Área de Longitud e Ingeniería de Precisión

- a) Elaboración de procedimiento para la elaboración del módulo F para los instrumentos de medida de longitud (longitud de cable): Finalmente no se ha realizado la elaboración de este procedimiento ya que en su lugar se ha participado en el grupo de metrología legal y se ha elaborado el procedimiento CEM-PT0234, "EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD BASADA EN LA CERTIFICACIÓN DEL PRODUCTO O DE LOS PRODUCTOS, MÓDULOS F Y F1", genérico para el CEM.



OE6- Impulsar la formación de especialistas en metrología, así como potenciar la enseñanza y la divulgación de esta materia en escuelas, universidades y a la sociedad.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:



Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 99,6 %.

El grado de cumplimiento es prácticamente del 100 %, el único indicador que no se cumple, por muy poco, es el plazo nº de accesos a la revista y la web.

Entre las actividades realizadas destacan:

1. Desarrollo de planes de formación generales y específicos

1.1 Fomentar las estancias de prácticas

Alumnos de la UPM y UCM realizaron estancias en el CEM así como técnicos del PTB, GEOSTM e INEN (institutos de metrología de Alemania, Georgia y Ecuador)

1.2 Colaboración en másteres universitarios

Expertos del CEM han colaborado como docentes en:

- Máster de Tecnologías Cuánticas de la UC3M.
- Máster de Metrología de la UNED.

1.3 Cursos a demanda

Se han impartido, o se han contribuido en los siguientes cursos externos:

- Diseño, fabricación, comercialización, control, vigilancia y legislación de productos cosméticos.
- Curso de termometría de radiación (en dos partes: teoría y práctica)
- Curso de formación en evaluación de la conformidad de cinemómetros.

- d) Curso de verificación remota de cinemómetros.
- e) Curso de analizadores de gases de escape.
- f) Metrología en normalización.

2. Difusión

2.1 Revista e-medida

Se publicaron los números de julio y diciembre de la revista y se inscribió en LATINDEX.

2.2 Vídeos divulgativos

Además de la publicación de los videos sobre la candela y el mol realizados por los divulgadores de Quantum Fracture se publicaron en nuestro canal los siguientes videos:

- WAC - Differential sampling and subsampling.
- ¿Cómo se miden los defectos de forma?
- La metrología está en lo que menos te imaginas.

2.3 Metrología histórica

- a) Se publicó una edición facsímil de la 13ª edición publicada en 1876 del libro "Nuevo Sistema Legal de Pesas y Medidas Puesto al Alcance de Todos" de Melitón Martí. Este libro fue adoptado por Decreto Real como libro de texto para las Escuelas Normales y Superiores y recomendado para los Institutos de Instrucción pública. Su re-edición es nuestro homenaje al 175 aniversario de la implantación del Sistema Métrico Decimal en España.
- b) Se ha publicado la 3ª edición del "Resumen de los trabajos preparatorios de la Comisión Internacional para la realización de los prototipos internacionales y la creación de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (1871-1872)" del General D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero. Esta nueva edición es uno de los hitos previstos en 2025 para la conmemoración del 150 aniversario del BIPM (Oficina Internacional de Pesas y Medidas).
- c) Se estudió la posibilidad de poner en marcha las visitas guiadas del museo con guías de la Asociación de jubilados o con la colaboración del Ayuntamiento de Tres Cantos. Esto no podrá ser llevado a cabo hasta que no se realice la modificación del Estatuto del CEM.

2.4 Eventos

Como es habitual celebramos el 20 de mayo el evento conmemorativo del día mundial de la metrología, un evento híbrido centrado en la sostenibilidad, en el que contamos con importantes figuras como el Presidente de RENFE D. Raül Blanco o la Presidenta de la Comunidad de Medioambiente de la AEC Dña. Begoña Beltrán Morey. En esta ocasión se celebró también por vez primera el reconocimiento de la UNESCO como día internacional.

Durante la Semana de la Ciencia se colaboró, con el Instituto de la Ingeniería de España, en la organización del evento, también híbrido, "Sistema Métrico Decimal. Un Cambio Cultural y un Reto Político del Siglo XIX" que conmemoraba el 175 aniversario de la implantación en España del Sistema Métrico Decimal a través de la Ley de Pesas y Medidas de 19 de julio de 1849. También se lanzó una Escape Room sobre la temperatura, celebrando el 200 aniversario del nacimiento de Lord Kelvin.



OE7- Colaborar con las industrias y la infraestructura de la calidad en auditorías y asesoramientos e impulsar la cooperación y coordinación con las Comunidades Autónomas y organismos que actúan en el control metrológico e impulsar la vigilancia de mercado.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:

<p>Nº auditorías ENAC</p> <p>13</p> <p>Objetivo: 10, 15</p>	<p>Nº de comunicaciones</p> <p>25</p> <p>Objetivo: 20, 25</p>	<p>Nº de actividades de vigilancia de mercado</p> <p>0!</p> <p>Objetivo: 5, 10</p>
<p>Nº asesorías y revisiones por pares</p> <p>5✓</p> <p>Objetivo: 3, 4</p>	<p>Nº de reuniones de la Comisión de Metrología legal y sus grupos de trabajo</p> <p>6✓</p> <p>Objetivo: 3, 5</p>	

Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 80 %.

Aunque el cumplimiento es bastante bueno no ha sido superior debido a la no realización de actividades de vigilancia de mercado. Estas actividades se realizan en colaboración con las Comunidades Autónomas habiéndose decidido, dentro de la Comisión de Metrología Legal, retomarlas en 2025.

Caben destacar las siguientes actividades:

1. Asesorías y revisiones por pares

- Nuestros expertos técnicos han participado en las revisiones por pares a los institutos nacionales de metrología, entre otros, Italia, Portugal y Georgia.
- Finalización del asesoramiento a GEOSTM dentro del TWINNING PROJECT ENI/2021/429-749. "Strengthening of institutional as well as human capacities of Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) according to the international/EU best practices".

2. Auditorías ENAC

Nuestros expertos técnicos han participado en hasta 13 auditorías de ENAC a laboratorios de calibración y a organismos de control y de verificación metrológica.

3. Otras actividades

- Mejora de la cooperación y apoyo a los LL. AA.: Se ha elaborado un informe sobre el estado de la metrología científica en España, en colaboración con los LL. AA. Dicho informe se presentó en la reunión de junio del Consejo Superior de Metrología.
- Colaboración con ROA en la implementación de los relojes ópticos de ambas instituciones: Se mantiene reuniones de seguimiento de las actividades y se ha participado en el curso de formación de EURAMET sobre tiempo y frecuencia que se celebró en las instalaciones del ROA.



OE8- Hacia el CEM del 2030.

El resultado de los indicadores establecidos en el Plan estratégico de métricas para 2024 es:

Incremento plantilla 11,2 % ✓ Objetivo: 3,0 %, 7,0 %	Nº de horas de formación interna 9.225,6 ✓ Objetivo: 2.000,0, 2.400,0	Ingresos por servicios y proyectos 3.723.634 ✓ Objetivo: 2.500.000, 3.000.000
Grado de satisfacción del empleado 4,16 ✓ Objetivo: 3,00, 4,00	Grado de liderazgo en igualdad de genero 54,5 % • Objetivo: 50,0 %, 70,0 %	Nuevos clientes 0,63 % ! Objetivo: 2,00 %, 5,00 %
Grado ejecución del capítulo 6 94,4 % ✓ Objetivo: 60,0 %, 80,0 %	Aseguramiento de la operatividad de las instalaciones y equipos 4 • Objetivo: 4, 6	Quejas recibidas 0,41 % ✓ Objetivo: 5,00 %, 2,00 %
Clientes totales al año 703 ✓ Objetivo: 500, 600	Huella de carbono (t CO2) 12 ✓ Objetivo: 400, 250	Energía alternativa generada (MWh) 570 ✓ Objetivo: 430, 480
Consumo energético (MWh) 2.735 ! Objetivo: 2.500, 2.000	Consumo de agua de red (m3) 8.035 ! Objetivo: 6.500, 6.100	
Informe de seguimiento de cumplimiento de los objetivos del Plan de Transformación digital 96,6 % ✓ Objetivo: 75,0 %, 90,0 %		

Por tanto el grado de cumplimiento de este objetivo es de un 90,08 %.

No se podido llegar al máximo cumplimiento del objetivo de reducción del consumo energético y de agua debido al incremento de personal y de la actividad científica. Con la entrada en funcionamiento de la nueva planta solar se espera lograr el objetivo de reducción de consumo en 2025.

Entre las actividades llevadas a cabo a lo largo del año destacamos:

1. Atraer y retener talento

1.1 Revisión de la RPT

Se han realizado diversos contactos con nuestro ministerio, sin embargo no ha habido avances destacados en la revisión de la RPT del CEM.

1.2 Oferta de Empleo Público

La solicitud de incluir en los próximos Presupuestos Generales del Estado la dotación necesaria para afrontar los gastos del proceso selectivo de la escala de OOAA del MINCOTUR especialidad metrología está en suspenso hasta que haya nuevos Presupuestos Generales del Estado.

1.3 Formación continua

A lo largo del año se ejecutó el plan de formación del CEM, habiendo recibido nuestro personal más de 9000 horas de formación. Algunos de los cursos fueron organizados en el CEM como el “Curso básico de incertidumbre de medida. Introducción a la guía GUM” o el curso “Introducción a la metrología”.

1.4 Igualdad de género

El día 8 de marzo, como viene siendo habitual se publicó un nuevo video en nuestro canal de YouTube.

1.5 Actualización y mejora de complementos

No ha habido avances en esta actividad.

1.6 Otras actividades

Se publicó en nuestra página web un listado de accesos con información sobre los distintos temas de la oposición.

2. Mejora de Infraestructuras e instalaciones

2.1 Actualización del plan de mantenimiento

Se procedió a revisar el plan de mantenimiento con la nueva empresa mantenedora.

2.2 Renovación de instalaciones e instrumentación

Con respecto a las actividades planificadas:

- a) Se ha realizado la obra de mejora y ampliación de la central fotovoltaica.
- b) Ha concluido la instalación del nuevo grupo electrógeno.
- c) Ha finalizado la obra de renovación del sistema BMS del centro.
- d) El reasfaltado y acerado del centro se ha pospuesto al no disponer de presupuesto.
- e) Se ha rediseñado el alumbrado de la colección de pesas y medidas y se espera ejecutar en 2025
- f) La renovación pintura se ha pospuesto al no disponer de presupuesto.
- g) Se ha implantado un sistema de acceso codificado a las alas de los laboratorios.
- h) Se ha puesto en servicio el apartamento para residentes.
- i) Se ha pasado la inspección de la OCA de baja tensión.

También se ejecutaron acciones de mejora no planificadas:

- a) La renovación de la entrada y garaje del laboratorio de cinemómetros.
- b) Se ha adecuado una de las viviendas para estancias de investigadores y técnicos de otros INM.

2.3 Avance y transformación del plan de digitalización

- a) Consolidar el área de informática y dotarlo de personal: No ha habido avances en este sentido.
- b) Se ha continuado con la evolución del Registro de Control Metrológico (RCM): con una Interfaz de servicios web de consulta.
- c) Se ha avanzado con la evolución del sistema de gestión de expedientes y el desarrollo del Portal de Clientes, servicios de consulta de vigencias de certificados CM.
- d) Se ha avanzado en el desarrollo de herramientas internas para la producción de Certificados de Calibración Digital (DCC). El sistema WECO-GESLAB está en disposición de emitir DCCs, dos pruebas piloto en las áreas de longitud y temperatura están en marcha.
- e) Se han desarrollado los cuadros de mando para el seguimiento de la Carta de servicios, y de los Indicadores del Plan Estratégico 2024-2026.
- f) Se avanzó en la descripción de los requerimientos para la Plataforma de Metrología Legal, aunque el proyecto está en suspenso por falta de presupuesto.
- g) Se continua avanzando en la certificación en el Esquema Nacional de Seguridad de los sistemas que apoyan la actividad del CEM y del RCM, aunque se está en espera de los avances del ministerio
- h) Se desarrolló el Preparación el Plan de Transformación Digital 2025-2026 como ampliación del plan anterior.
- i) Se han instalado y puesto en servicio los nuevos medios audiovisuales en salón de actos, salas de reuniones y aulas.

3. Defensa del medioambiente

3.1 Huella de carbono

Es de destacar la reducción significativa de nuestra huella de carbono debido al uso de energías renovables y al cambio de empresa suministradora de energía eléctrica que garantiza que, el origen de esa energía, procede del 100 % de energías renovables.

3.2 Central fotovoltaica

Se ha enviado la documentación para la legalización de la central.

3.3 Sistemas de aislamiento, refrigeración y alumbrado

Se ha continuado la renovación del alumbrado para pasar a iluminación LED con el consiguiente beneficio en eficiencia, durabilidad y sostenibilidad.

3.4 Certificación UNE EN/ISO 14001

Se ha superado el seguimiento de la certificación AENOR conforme a la norma UNE EN ISO 14001.

4. Otras actividades

Se han actualizado los procedimientos del sistema de lucha de contra el fraude y adaptación del sistema a la Ley 2/2023, de 20 de febrero, de protección al informante.

José Ángel Robles Carbonell

Director