Metrología aplicada al análisis de la evolución del clima.

Semana de la Ciencia y la Innovación. Metrología para el pacto verde.

10 de Noviembre 2021

Carmen García Izquierdo

Responsable del Área de Masa y Magnitudes Mecánicas

918074789

mcgarciaiz@cem.es

CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

1. Metrología
2. Actividades a nivel BIPM
3. Proyectos Metrología para el clima
4. Red Europea de Metrología para el Clima y Océanos

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

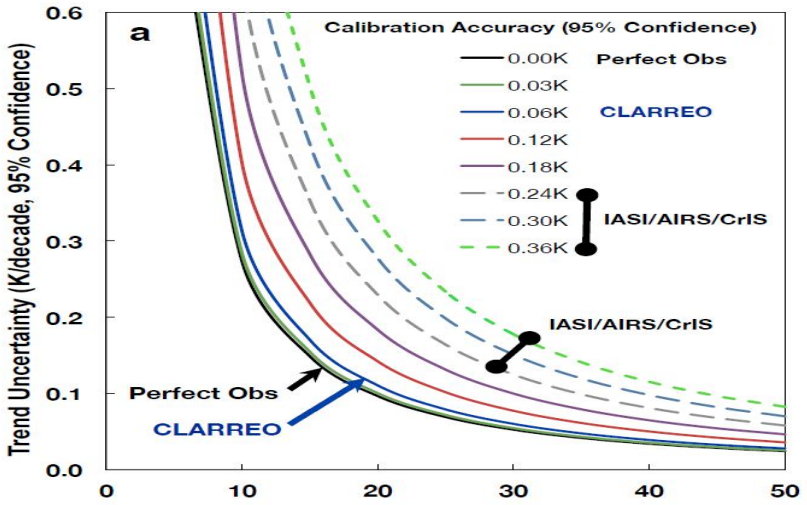
El clima en La Tierra está cambiando, con catastróficas consecuencias para la sociedad

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sostiene que probablemente lleguemos a un calentamiento globar de 1,5 ºC, dependiendo del **aumento año a año**, entre el 2030 y el 2052

Normalmente la cuantificación de estas tendencias requieren décadas de medidas. **No tenemos tanto tiempo**!

El establecimiento de **estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático** deben basarse en una cuantificación robusta de la tendencia.

Una detección inequívoca de esta tendencia solo es posible si se basa en medidas robustas, comparables y trazables a referencias invariables:
Sistema Internacional de Unidades



METROLOGIA

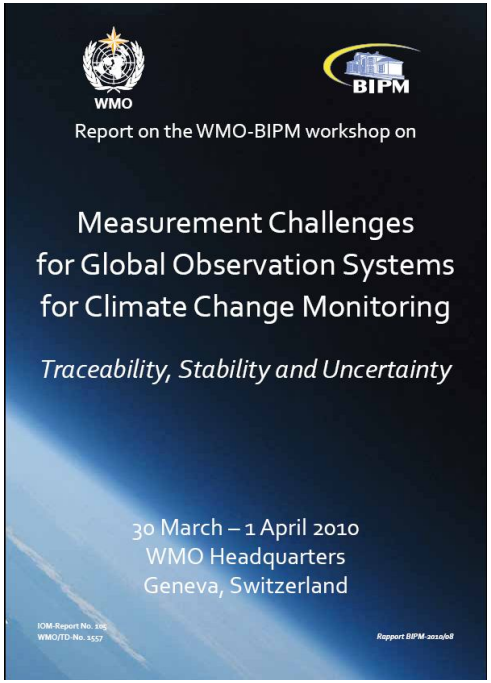
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

World Meteorological Organization
Working together in weather, climate and water

MRA

BIPM

Michel Jarraud, Secretario General de la WMO, firmó el Acuerdo de Reconocimiento mutuo en nombre de la WMO. La firma tuvo lugar el *1 de Abril de 2010*

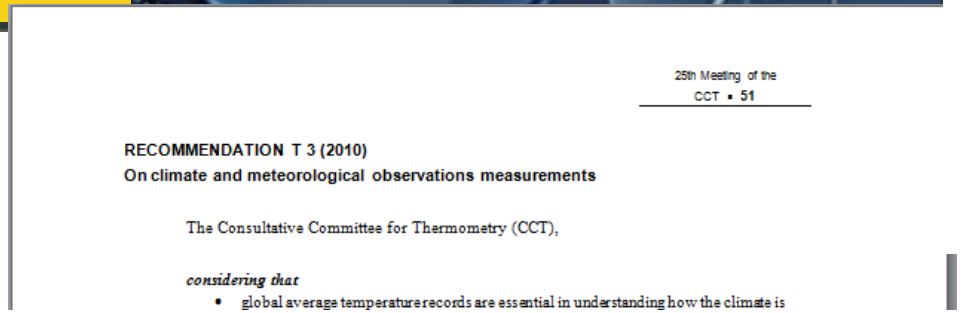


La firma del Acuerdo de reconocimiento Mutuo por la WMO ha implicado un acercamiento y aumento de la cooperación, especialmente con miembros trabajando en metrología térmica

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

May 2010

CIPM - CCT Recommendation



25th Meeting of the CCT • 51

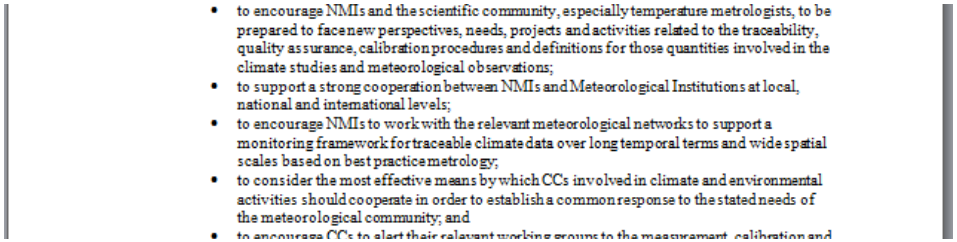
RECOMMENDATION T 3 (2010)
On climate and meteorological observations measurements

The Consultative Committee for Thermometry (CCT),

considering that

- global average temperature records are essential in understanding how the climate is

- Alentar a los **Centros Nacionales de Metrología** y a la comunidad científica, especialmente a los metrólogos térmicos, **a prepararse para afrontar nuevas perspectivas y actividades** relacionadas con la trazabilidad, aseguramiento de la calidad, procedimientos de calibración y definición de aquellas magnitudes involucradas en los estudios climáticos y observaciones meteorológicas.



- to encourage NMIs and the scientific community, especially temperature metrologists, to be prepared to face new perspectives, needs, projects and activities related to the traceability, quality assurance, calibration procedures and definitions for those quantities involved in the climate studies and meteorological observations;
- to support a strong cooperation between NMIs and Meteorological Institutions at local, national and international levels;
- to encourage NMIs to work with the relevant meteorological networks to support a monitoring framework for traceable climate data over long temporal terms and wide spatial scales based on best practice metrology;
- to consider the most effective means by which CCs involved in climate and environmental activities should cooperate in order to establish a common response to the stated needs of the meteorological community; and
- to encourage CCs to alert their relevant working groups to the measurement, calibration and

- Apoyar una **cooperación robusta** entre los Centros Nacionales de Metrología y las Instituciones Meteorológicas a nivel local, nacional e internacional

- Fomentar que los **Centros Nacionales de Metrología trabajen en las redes meteorológicas más relevantes** con el fin de apoyar un marco adecuado para la generación de datos climáticos trazables a gran escala, temporal y espacialmente, y basados en buenas prácticas metrológicas

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

2014, XXVII CIPM - CCT se creó el **Task Group «Environment»**

2017, El TG Env pasó a ser permanente: **Working Group Environment**

2021, Un nuevo **TG «Air T»** ha sido creado, como parte del WG ENV

CEM involucrado en esta estructura desde su creación y participando muy activamente

CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

Miembros del CIPM-CCT-WG Env en WMO

World Meteorological Organization
Working together in weather, climate and water

Andrea Merlone (INRiM)

Chair ET MU + GSRN SG5 + GCW Permafrost + Member ET QTC

Christian Monte (PTB)

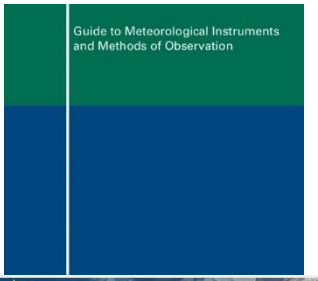
Vice Chair ET – Radiation

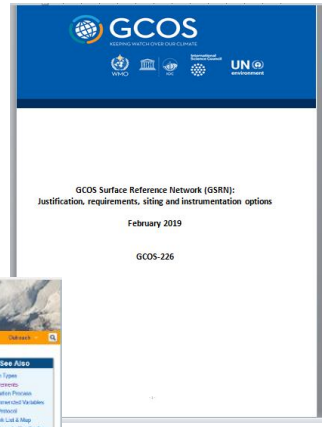
Carmen G. Izquierdo (CEM) Member ET QTC + ET Surface & Sub Surface

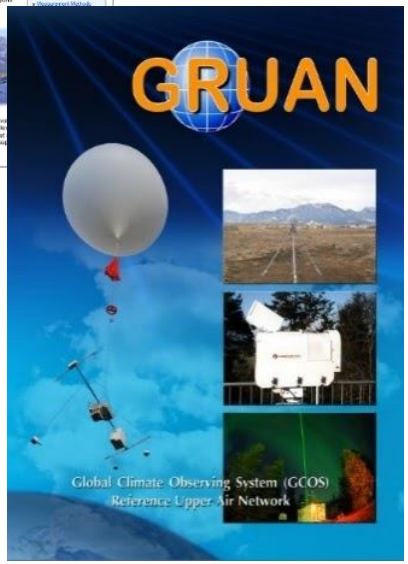
Gaber Beges (LMK) Member ET QTC

Stephanie Bell (NPL) Member ET QTC

Yong-Gyoo Kim (KRISS) Member ET MU – ET Upper Air







Contribuido en:

- Armonizar el lenguaje, terminología
- Cursos de formación sobre términos metrológicos, incertidumbres y metrología térmica
- Revisión de la guía “WMO Guide on Instruments and Methods of Observations
- Apoyo a la organización de comparaciones de laboratorios
- Experimentos para analizar la clasificación de las medidas según su emplazamiento
- Apoyo en el establecimiento de una Clasificación de la calidad de las medidas
- Estudios de evaluación de Incertidumbres Medida

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

Plan Estratégico (2021-2030) :

Objetivos, actividades y apoyo a proyectos:

WMO (INFCOM and SERCOM) (*),

GCOS (GRUAN and GSRN) (*),

Ciencia de la Criosfera (GCW),

Oceanografía (*)

Mediambiente Ártico (SIOS) (*)

Metrología para la temperatura del aire (ATM) (*)

(*) Participación del CEM

CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Strategy Document for Rolling Programme Development for 2021 to 2030

The Consultative Committee for Thermometry

Achievements 2017-2020	Future Scan 2021-2025	Future Scan 2025-2030+
Working Group for Environment		
CIPM RECOMMENDATION T3 (2010) "On climate and meteorological observations measurements" and the ToR of the CCT WG Environment are the basis for establishing long term collaboration with the scientific community involved in research on climate and environmental monitoring and motivates specific projects and actions from the NMIs.	Data comparability: Include as reliable as possible uncertainty analysis in historical data; study and assess traceability. Water content measurements (air and soil): Develop suitable measurement techniques and guides. Evolving technologies, such as non-contact instruments, for meteorological and climatological measurements will be constantly followed, with dedicated activities and studies.	CCT recommends NMIs to include in their vision documents all possible actions within the expertise of the thermal metrology community contributing to improve measurement quality and knowledge on observation and monitoring of the environment and climate.

Achievements 2017-2020	Future Scan 2021-2025	Future Scan 2025-2030+
The "Metrology for Meteorology and Climate" – MMC **Conference series** and associated workshops and satellite events • were fully participated in and endorsed by CCT WG ENV members • represent world top level events for increasing the collaboration between thermal metrologists and the stakeholder communities. Joint Research projects such as MeteoMet, INCIPIT, CRS, COAT progressed the scientific studies and technical research on improving calibration and measurement procedures and uncertainty evaluation. A metrology network on climate and ocean observation has been formed by EURAMET. The "ATM – Air Temperature Metrology" EURAMET project was launched in 2018, to execute an intercomparison of calibration procedures for thermometers in air and produce a guide. The project formed the basis to launch global initiatives on solving calibration and measurement issues for air temperature. APMP comparison on air temperature thermometers was also started in 2018. TG Air Temperature established.	Improved techniques, proposals of best practices (also for inclusion in the WMO guide no. 8) and on-site calibration devices will be addressed to cryosphere observations (high mountains and polar areas). Establishing reference test sites with the highest quality SI-traceable measurements of ECVs, including prototypes of climate reference stations and research infrastructures to support the implementation plan of the GSRN. Arctic Metrology: polar activities will continue with on site calibration campaigns, the implementation of the "Metrology Laboratory" at the arctic station in Ny-Ålesund, and a WMO intercomparison of thermometers and shields in polar environment. On-site thermometer shield with the minimum environmental effects will be designed and tested. Support in the validation of records associated to extreme events (such as temperature extremes and heat waves, precipitation events, pressure, wind speed etc.), through metrological analysis of the whole measuring process and instrumentation. Improved monitoring techniques for essential fresh water natural and artificial reservoirs and the creation of measurement recommendations.	The WG-ENV will continue to facilitate project proposals for funding and joint activities among the members on activities. WG-ENV members will continue studying and characterizing temperature, humidity and radiation sensors for ocean applications, ground based systems and radiosondes. Provide roadmap to address needs of data quality arising from possible new climate evolution scenarios. The CCT-WG-ENV will promote and contribute to interdisciplinary initiatives, worldwide and at regional level, to create forums and expert teams, to address the stakeholder's needs under coordinated efforts with other areas of metrology, also under future CIPM initiatives.

Achievements 2017-2020	Future Scan 2021-2025	Future Scan 2025-2030+
Collaboration and stakeholders WG-ENV members are formally members of expert teams in the WMO INFCOM and SERCOM, in the Global Cryosphere Watch, the GCOS (GRUAN and GSRN Task Teams) and the BSRN. WG-ENV members are involved and supporting official WMO worldwide laboratory intercomparisons in Europe, Asia, Latin America and Africa. Formal collaborations with national meteorological and hydrological services, universities, research centres and manufacturers have been established.	**Collaboration and stakeholders** The relationships with key world and international Institutions such as WMO, GCOS, and IAPWS will be sustained to provide channels for impact in the work of the WG-ENV. CCT-WG-ENV members will continue to contribute as experts in WMO, GCOS task teams. CCT-WG-ENV, together with operational meteorologists, climatologists and metrologists, to contribute with studies and activities to GCOS for the definition of the key aspects of GSRN in terms of station features, data characteristics and target uncertainties.	**Collaboration and stakeholders** Impact: CCT members continue to organize events, meetings, workshops, conferences and training to discuss and plan common activities with the climate and environmental communities. The GCOS Surface Reference Network (GSRN) of observing stations on land implementation plan was approved by WMO in 2021 and will require a continuous support from the thermal metrology community, being temperature and humidity of air and soil key observables.
Task Group for Air Temperature		
In 2020 a new Task Group on "Air temperature" was formed, tasked: • To work towards and propose a practical definition of air temperature • To work towards and propose how to evaluate the uncertainty contributions in air temperature measurements To develop guidelines for the calibration of thermometers in air.	Practical definition of air temperature proposed Method proposed on how to evaluate the uncertainty contributions in air temperature measurements Draft guide for the calibration of thermometers in air	Practical definition of air temperature agreed by CCT and promulgated to key stakeholders Method for evaluating the uncertainty contributions in air temperature measurement agreed by CCT Guide for the calibration of thermometers in air published on CCT website

Actividades técnicas. Metrología para el clima: Comenzamos en el 2011/Europa

METEOMET
Metrology for Meteorology

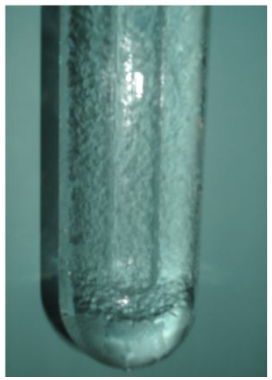
EMRP
European Metrology Research Programme
Programme of EURAMET

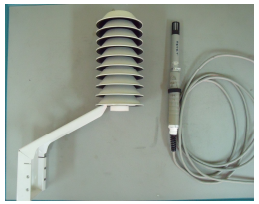
The EMRP is jointly funded by the EMRP participating countries within EURAMET and the European Union

24 Institutos Nacionales de Metrología
12 Universidades
13 Centros de Investigación
9 Fabricantes de instrumentación
12 Agencias de Meteorología

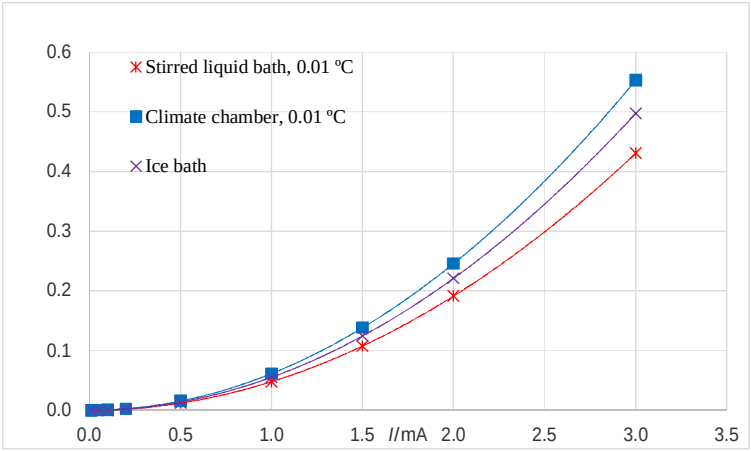
Implicación del CEM

Desarrollo de procedimientos para el estudio y caracterización de termómetros:





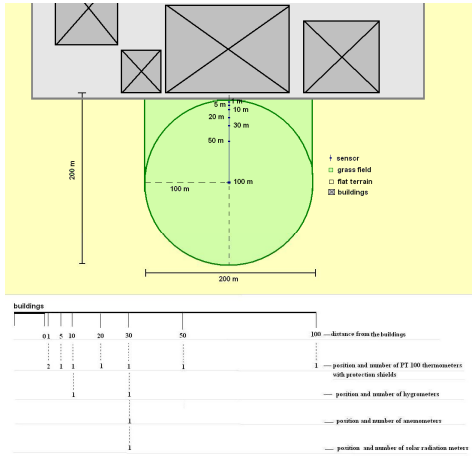
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

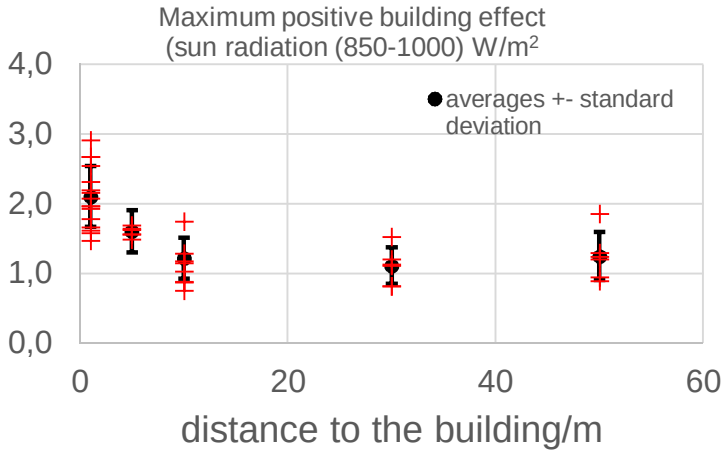


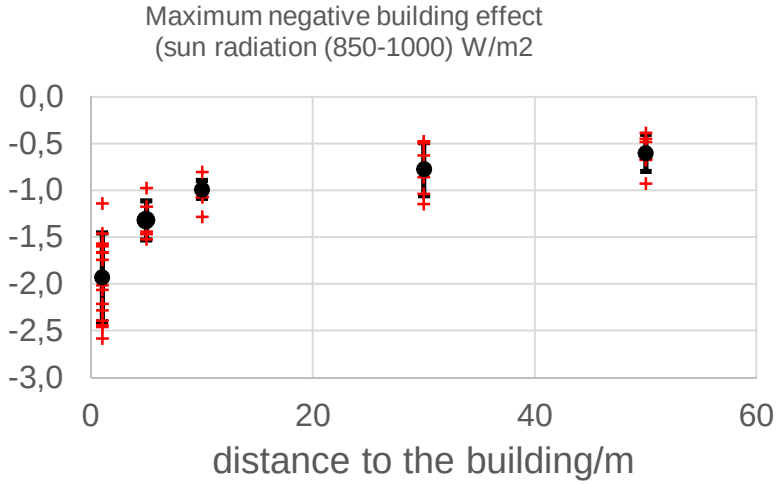
Publicación: Meteorol Appl. 2019;26:117–129. DOI: 10.1002/met.1746

Implicación del CEM

Estudio de la influencia de los edificios en las medidas de la temperatura del aire:



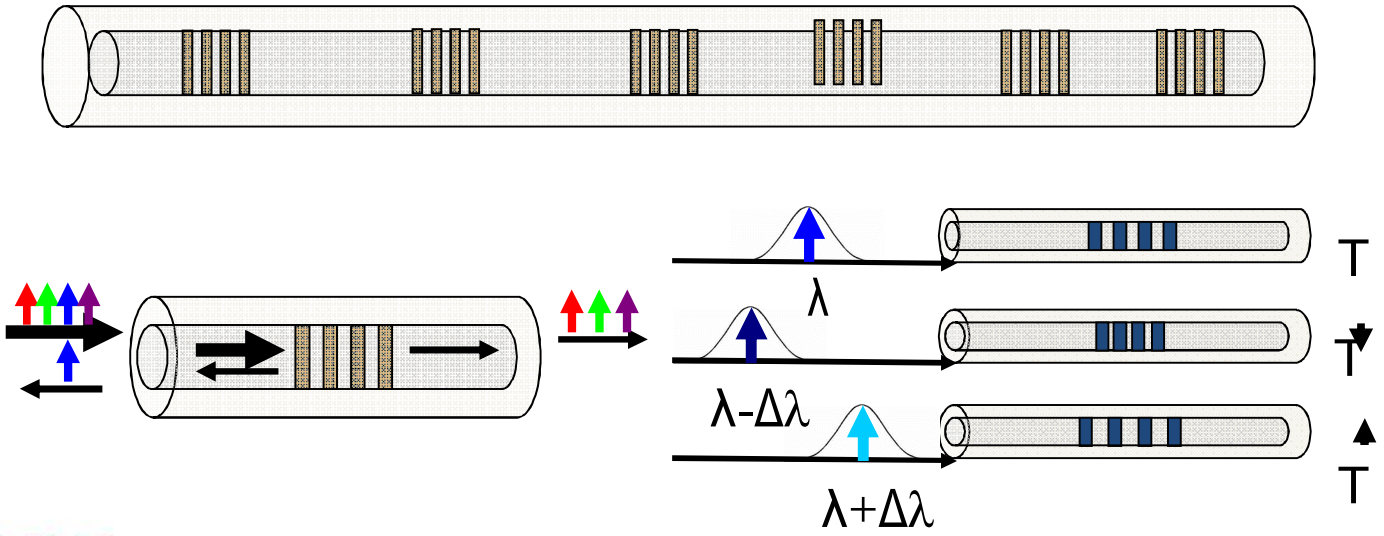




Trabajo considerado por la WMO en el establecimiento de reglas de clasificación de las medidas

Implicación del CEM

Medidas de la temperatura del **agua del mar** con fibra óptica/redes de Bragg:

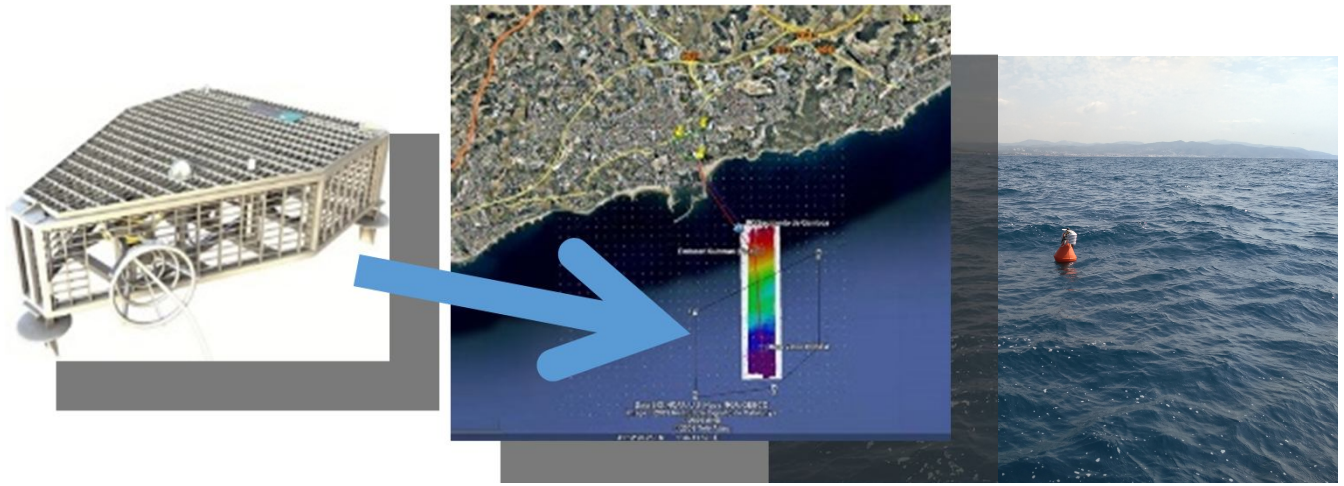


IO CSIC

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

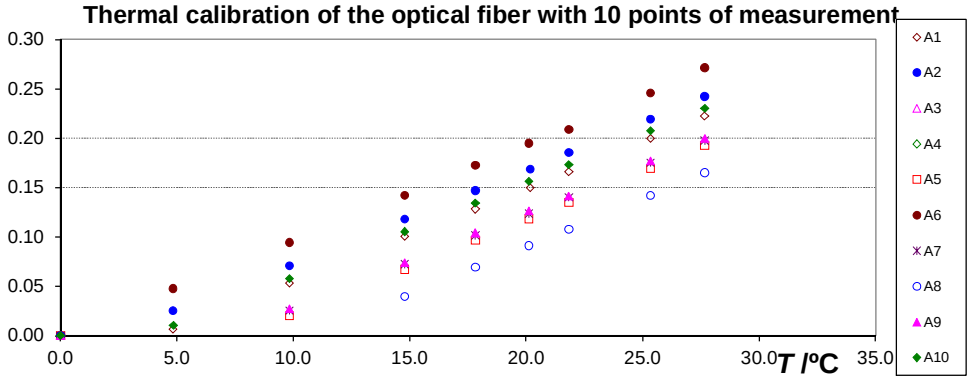
sarti

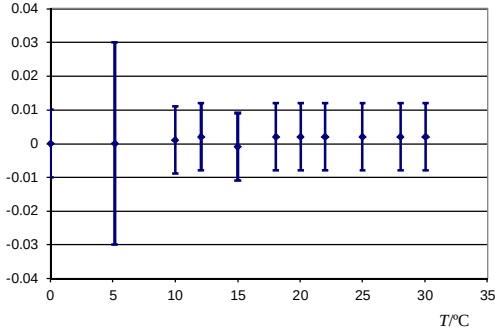
CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

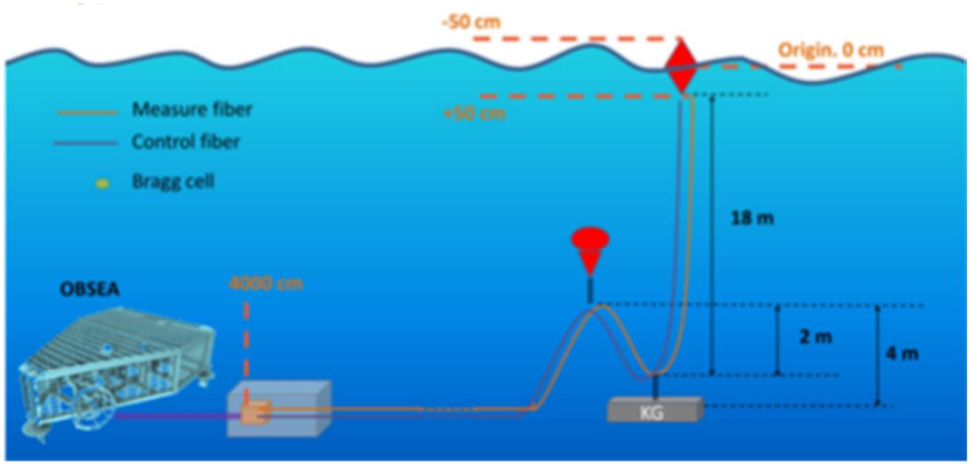


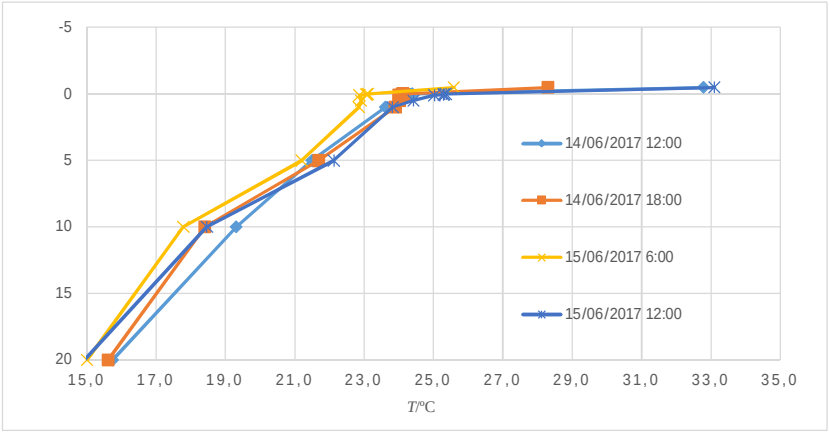
Implicación del CEM

Medidas de la temperatura del agua del mar con fibra óptica:









CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Publicación:Measurements 127 (2018) 124–133,
https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.05.056

Actividades en las que el CEM está trabajando

Medidas de precipitación por métodos de no contacto:

Contribuir al desarrollo de documentos normativos en CEN TC318 sobre medidas de presipitación por métodos de no contacto.

Definir la cadena de trazabilidad óptima

Establecer procedimientos de Calibración

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

CoAT

Actividades en las que el CEM está trabajando

Coordinación del proyecto19SIP06 COAT:

Mejorar la comparabilidad de las medidas de temperatura del aire en ambientes extremos.

Comparación de termómetros y pantallas de radiación en el Ártico

- **4 socios**: CEM (España), INRiM (Italia), CNR-ISP (Italia), EDI (Suiza)

  + CEM: Carmen García Izquierdo (coordinadora)
  + INRiM: Andrea Merlone
  + CNR-ISP: Angelo Viola
  + EDI (Meteoswiss) : Yves-Alain Roulet

- **Socio Externo Primario**: WMO. Bruce W. Forgan

- Visión multidisciplinar: (metrología, meteorología/clima, ciencias polares)

- Octubre 2020-Marzo 2024

CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Actividades realizadas:

- **Protocolo de la comparación**. Documento realizado en colaboración con la WMO
- Acondicionamiento del Área donde se realizará la comparación
- Recopilando instrumentación de los fabricantes:

  (pantallas de radiación+ termómetros)

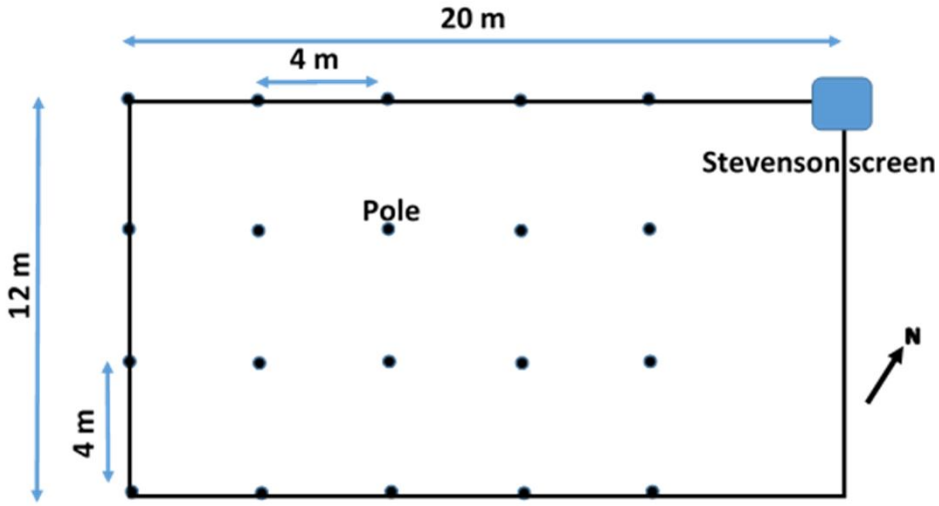
Próximas actividades:

- Calibración de toda la instrumentación
- Envío de toda la instrumentación al Ártico(Marzo 2022)
- Despliegue de toda la instrumentación (Junio 2022)
- 1 Año de medidas en el Ártico (Junio 2022-Junio 2023)
- Calibraciones finales, análisis and elaboración de documentos (Junio 2023-Marzo2024)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

CoAT

Localización: Ny-Ålesund-Svalbard 78.55’ N (Norway).



CEM: organización de un curso de metrología en el Ártico

EURAMET

CLIMATE AND
OCEAN OBSERVATION

Red Europea de Metrología para el Clima y observaciones de los Oceanos

-Necesidad de establecer un dialogo a largo plazo con la comunidad climática

-Cambio climático: reto de la Unión Europea.

Objetivo: La Creacción de una estructura metrológica, formada por Institutos Nacionales de metrología que trabaje a nivel global

- Estrechar lazos con Instituciones que trabajen en materia de Clima y Oceano. Detectar necesidades metrológicas y ofrecer soluciones.
- Coordinar la Metrología Europea para satisfacer las necesidades detectadas
- Mostrar lo que la metrologia puede hacer
- Resaltar la importancia de la Metrología.

33 Centros Nacionales de Metrología forman parte de la RED

CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

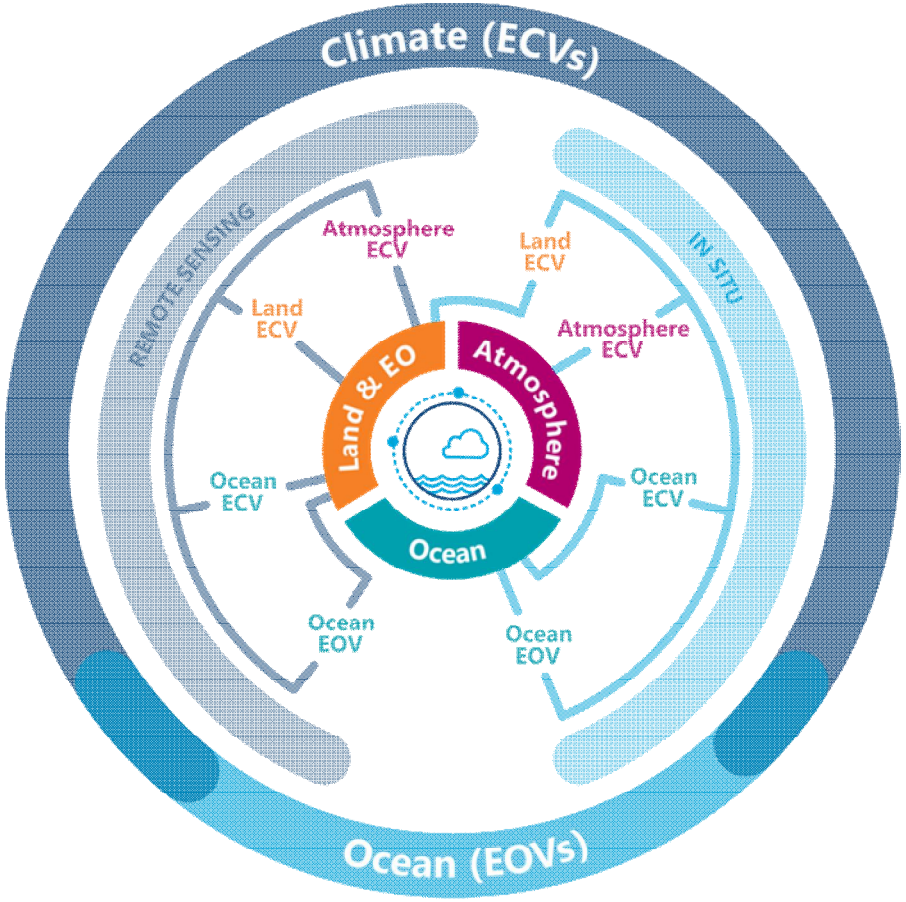
Estructura:

+3 secciones: Clasificación de GCOS para las Variables Climáticas Esenciales. Variables Oceánica Esenciales definidas por EOOS están incluidas:

1. Atmosfera
2. Océanos
3. Tierra

+Teledetección: aplicable a las tres secciones

Presidenta de la Red: Emma Woolliams, NPL
Co-presidenta de Océanos: Paola Fisicaro, LNE
Co-presidenta de Atmósfera: Céline Pascale, METAS
Co-presidente Tierra y Observación: Nigel Fox, NPL



GCOS
GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM

The Global Ocean Observing System

EURAMET

GCOS Essential Climate Variables (ECVs)
GOOS Essential Ocean Variables (EOVs)

54 Physical, chemical and biological measurements of the ocean, atmosphere and land that characterise the Earth's climate (and additional ocean variables for other applications)

The Essential Climate Variables

Domain	Essential Climate Variables	
Atmospheric (over land, sea and ice)	Surface:	Air temperature, **precipitation**, air pressure, surface radiation budget, wind speed and direction, water vapour.
	Upper air:	**Earth radiation budget (including solar irradiance), upper air temperature (including MSU radiances), wind speed and direction, water vapour, cloud properties.**
	Composition:	**Carbon dioxide**, methane, **ozone**, other long-lived greenhouse gases, **aerosol properties**.
Oceanic	Surface:	**Sea surface temperature**, sea surface salinity, **sea level, sea state, sea ice**, currents, **ocean colour (for biological activity)**, carbon dioxide partial pressure.
	Sub-surface:	Temperature, **salinity**, currents, nutrients, carbon, ocean tracers, phytoplankton.
Terrestrial	River discharge, water use, ground water, **lake levels, snow cover, glaciers and ice caps**, permafrost and seasonally-frozen ground, **albedo, land cover (including vegetation type), fraction of absorbed photosynthetically active radiation (fAPAR), leaf area index (LAI), biomass, fire disturbance, soil moisture.**	

Mayo 2018: Declaración de la RED

Junio 2019: Formalización de la RED

Diciembre 2020: Documento con las necesidades a abordar por la Red

.....Trabajando en la agenda estratégica

https://www.euramet.org/climate-and-ocean-observation/

Próximos eventos:

El clima no entiende de fronteras

Gracias