

Riferibilità metrologica per le misure dell'osservatorio meteorologico di Moncalieri

Guido Roggero, Andrea Merlone, Fabio Bertiglia, Giuseppina Lopardo

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Torino

Daniele Cat Berro, Luca Mercalli - *Società Meteorologica Italiana*

Alba Gilabert - *Centre for Climate Change, Department of Geography, University Rovira i Virgili, Tarragona (Spain)*



1. Giugno 2012, osservatorio di Moncalieri (capannina sulla facciata NW della torre). Letture affiancate tramite termometro automatico «Vaisala» precedono la rimozione del sensore SIAP per la taratura, e garantiscono la continuità della serie di dati durante le procedure (f. INRiM).

2. Interno dell'osservatorio durante la taratura del sensore di temperatura in capannina. La freccia indica la «camera climatica» trasportabile per sensori meteo. La taratura avviene per confronto con campioni nazionali di pressione e temperatura.

Riassunto

Le misure effettuate in ambito meteorologico spesso vengono assunte valide così come fornite dallo strumento, senza le necessarie verifiche di qualità. Negli ultimi anni il mondo della metrologia si è interessato a questo tipo di misure per garantirne qualità e riferibilità. Torino, in particolare, con l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), è il quartier generale del progetto europeo *MeteoMet*, finalizzato a instaurare una connessione stabile tra la ricerca metrologica e le misure meteorologiche. Quest'articolo vuole dare le conoscenze metrologiche di base per la meteorologia, attraverso l'esempio di una reale operazione di taratura di strumenti. Gli apparecchi sono quelli in uso presso l'osservatorio meteorologico di Moncalieri, protagonisti della prima taratura *in situ*, resa possibile dalle risorse umane ed economiche messe a disposizione dal progetto di ricerca *MeteoMet*. Si illustra nei dettagli la procedura che ha portato alla curva di taratura e il calcolo dell'incertezza ad essa relativa. Sono poi analizzati i risvolti climatologici legati all'introduzione di tale curva di



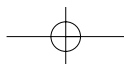
correzione per i dati della serie storica di Moncalieri, con particolare riferimento alle temperature minime e massime giornaliere. In coda all'articolo si trova anche un piccolo dizionario di metrologia, che aiuta il lettore a comprendere meglio il lavoro presentato.

Introduzione

Nel giugno 2012 i metrologi dell'INRiM, Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, sono sulla torretta dell'osservatorio meteorologico di Moncalieri per la taratura dei sensori di temperatura dell'aria. Quest'attività nasce dall'*exchange letter* siglata dalla Società Meteorologica Italiana, che gestisce l'osservatorio, con il progetto europeo *MeteoMet: Metrology for meteorology*, metrologia al servizio della meteorologia (www.meteomet.org).

La metrologia è la **scienza delle misure**, il termine deriva dal greco *μετρον* (*metron*, misura), *λογος* (*logos*, discorso) e la sua origine risale alla nascita dell'agricoltura e delle società complesse (più di 10.000 anni fa) per definire le unità di massa, lunghezza e superficie [1]. Attualmente negli istituti nazionali di metrologia sono conservati i campioni delle varie grandezze fisiche, che sono alla base della catena di **riferibilità** di tutte le misure effettuate sul territorio nazionale (vedi il dizionarietto di metrologia a p. 59-61); spesso, come nel caso dell'INRiM, questi istituti sono an-

che dei poli di innovazione e ricerca, sia per migliorare i campioni (ridurre l'incertezza) sia per lo studio e la caratterizzazione di strumenti commerciali e la definizione di procedure di misura in ambito industriale. L'attuale emergenza climatica e il dibattito scientifico e politico che ne consegue richiedono misure robuste ed affidabili che rendano oggettivi e confrontabili i dati di rilevanza meteo-climatica. Per poter rafforzare le affermazioni sui cambiamenti climatici questi confronti devono poter esser fatti tra siti diversi e periodi diversi. In questo contesto si colloca un sempre maggiore interesse del mondo meteorologico verso le misure di variabili ambientali [2], il che ha portato l'EMRP (*European Metrology Research Programme*), un consorzio europeo che unisce tutti i principali istituti di metrologia, a finanziare il progetto *MeteoMet*, coordinato dall'INRiM (Torino), in cui sono coinvolti 18 istituti e 16 Paesi, e che ha proprio l'obiettivo di **migliorare la riferibilità metrologica delle misure meteorologiche**. Uno degli obiettivi di questo progetto è stata la costruzione di una camera climatica portatile, per la taratura *in situ* degli strumenti meteo, realizzata nei laboratori di metrologia di Torino. La taratura dei sensori di temperatura dell'aria dell'osservatorio di Moncalieri è stata il banco di prova per tale progetto, l'operazione è stata svolta sul posto, uti-





MeteoMet: migliorare la misurazione dei cambiamenti climatici
(Andrea Merlone e Chiara Musacchio, INRiM Torino)

Il crescente interesse verso problematiche ambientali, e la necessità di fare fronte ai cambiamenti climatici cui assistiamo, hanno portato la comunità scientifica internazionale ad interrogarsi in maniera più diffusa su temi riguardanti le osservazioni meteorologiche. Non solo, i fenomeni, spesso devastanti, correlati ai cambiamenti del clima, impattano sulle scelte politiche, tecnologiche e sociali che coinvolgono la nostra vita quotidiana. Ad esempio attraverso leggi, norme e abitudini che tendono a ridurre le emissioni di gas responsabili dell'innalzamento globale della temperatura.

Solo misure precise e ottenute con strumenti dotati di un elevato livello di affidabilità possono confermare l'effettiva responsabilità delle attività umane e farne conseguire le indispensabili e urgenti azioni correttive.

Proprio per rispondere a queste necessità, dal 2011 è in corso un importante progetto a livello europeo, denominato *MeteoMet «Metrology for Meteorology»* (www.meteo-met.org) e promosso dall'*European Association of National Metrology Institutes* (EURAMET) nell'ambito dell'*European Metrology Research Programme* (EMRP). Coordina il progetto Andrea Merlone, fisico, dell'Istituto Nazionale di Ri-



3. Partecipanti al meeting di apertura del progetto MeteoMet1, tenutosi proprio al Collegio Carlo Alberto di Moncalieri il 12-13.10.2011.

lizzando cioè una sorta di laboratorio di taratura mobile, che, installato all'interno della torretta, ha permesso ai ricercatori di procedere con rapidità e senza bisogno di smontare completamente la strumentazione da caratterizzare. Gli strumenti utilizzati sono di fatto il prototipo preliminare alla camera vera e propria, progettata e realizzata anche grazie a quest'esperienza sul campo. La scelta di effettuare questa prima taratura all'osservatorio di Moncalieri è legata all'importanza della sua serie di temperatura, ininterrotta dal 1865. Le serie termometriche storiche sono basilari per lo studio del clima recente, e a partire dagli anni 1950 sono state elaborate tecniche per la loro analisi statistica [3], al fine di mettere in luce disomogeneità causate da agenti esterni, diversi dalla variabilità climatica, ad esempio legate all'effetto crescente dell'isola di calore urbana, alla costruzione di nuovi edifici, a modificazioni del *set up* sperimentale (insieme degli strumenti) e altro. Spesso, infatti, le serie storiche

non sono corredate da sufficienti informazioni riguardo la storia del sito, la natura e le caratteristiche dei sensori utilizzati (i cosiddetti **metadati**), il che tra l'altro rende estremamente difficile stimare un'incertezza su tali misure [4] e un processo di validazione di tipo statistico è l'unico possibile. Tutti i metodi di omogeneizzazione sono indirizzati a una validazione e correzione dei dati a posteriori, basata sul confronto tra serie diverse (metodi relativi) o sull'analisi di trend all'interno di una singola serie (metodi assoluti). L'approccio metrologico è invece orientato verso la **garanzia della qualità dei dati già all'origine**, mediante caratterizzazione degli strumenti, loro taratura e stima dell'incertezza di misura. Le serie storiche del passato non possono che essere analizzate a posteriori, ma se potissimo in futuro disporre di serie validate a priori con dati riferibili ed accompagnati dalla relativa incertezza, le valutazioni quantitative sui cambiamenti climatici sarebbero molto più robuste.

cerca Metrologica, l'INRiM, con sede a Torino, a capo di un team di giovani ricercatori che hanno con successo vinto una gara serrata, per fare aggiudicare all'Italia i fondi europei per questo tipo di ricerca, tra 120 progetti originariamente proposti.

Il progetto, giunto al suo quinto anno e finanziato sino a oltre il 2017, punta a trasferire competenze metrologiche all'ambito delle osservazioni meteorologiche per realizzare un sistema di raccolta dati più robusto. Due ambiti di studio, solo apparentemente lontani, dovranno incontrarsi e lavorare scambiandosi informazioni e dati.

La rilevanza di *MeteoMet* è evidenziata dal numero di Istituti e Nazioni partecipanti: 21 partner (18 Istituti Metrologici finanziati e 3 atenei aderenti in qualità di *un-funded*), 20 collaboratori tra Istituti Meteorologici Nazionali, Istituti di Ricerca, Organizzazioni ed Industrie, 9 Università. Il progetto si prefigge il compito di assicurare riferibilità e il miglioramento delle tecniche di misura di pressione, temperatura, umidità e velocità del vento nell'atmosfera. Le finalità principali del progetto sono quelle di ottenere dati climatici robusti cui deve essere associato il corretto livello di incertezza; sviluppare nuove e migliori strumentazioni di misura; svolgere campagne di confronto metrologico di strumenti per misure meteo e assicurare la giusta interpretazione delle serie storiche.

Un grande consorzio, il più grande in Europa nell'ambito dei progetti EURAMET, sia per rispondere alle sfide del progetto che richiede multidisciplinarietà e competenze scientifiche e metrologiche ai massimi livelli, sia per costituire un forum per discutere e proporre procedure comuni e uniformare l'approccio alle misure tramite un processo di disseminazione dei risultati più capillare. La partecipazione di istituti meteorologici in tutta Europa, e operanti in diverse regioni, permetterà poi di testare i nuovi strumenti e le nuove procedure sviluppate in diverse condizioni ambientali, sia in quelle più estreme del Polo Nord o dell'Himalaya, sia in quelle più prossime a noi, quali gli ambienti urbani. Ricercatori italiani afferenti al progetto hanno infatti già installato sistemi di taratura presso la piramide di ricerca vicina al campo base dell'Everest, del comitato EV-K2-CNR, ora permanenti.

Presso la base artica di Ny Ålesund è stata inoltre svolta una missione che nel 2014 ha portato i metrologi a tarare strumenti operanti direttamente in ambiente polare, per fornire maggiore qualità ai record di dati di temperatura e pressione atmosferica. Proprio in ambito artico sono in corso proposte di ulteriore estensione del progetto *MeteoMet*.

L'osservatorio di Moncalieri

L'osservatorio meteorologico di Moncalieri si trova presso il Collegio Carlo Alberto (44° 59' 52" N/07° 41' 43"E, 267 m), è stato fondato nel 1859 e dal 1864 vengono registrati i valori di temperatura, generando una serie storica ancora attiva, oggi come allora gestita dalla Società Meteorologica Italiana (www.nimbus.it/moncalieri/moncalieri.asp). Dal 1990 la strumentazione è stata inserita all'interno di uno «Stevenson screen» (Fig. 1) posto su un balcone della torre (esposizione Nord-Ovest) in posizione quasi identica a quella dell'antica finestra meteorica. Come spesso avviene, gli strumenti in uso attualmente, una centralina SIAP SM 3840, sono stati installati nel 2001 senza prevedere tarature periodiche per validare i dati, le misure lette sono state quindi assunte valide fino alla taratura effettuata dai ricercatori dell'INRiM.

Il contesto urbano ha sicuramente un'influenza sulle misure (che risultano in media fino a 2 °C più elevate di quelle misurate da stazioni rurali nelle vicinanze [5]), ma