



ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA Repository Istituzionale

LE UNITÀ DI MISURA: UN SISTEMA INTERNAZIONALE TRA COSTANTI DELLA NATURA E
TECNOLOGIA IN COSTANTE EVOLUZIONE

Original

LE UNITÀ DI MISURA: UN SISTEMA INTERNAZIONALE TRA COSTANTI DELLA NATURA E TECNOLOGIA IN COSTANTE EVOLUZIONE / Calonico, Davide. - In: MERCATO & CONSUMATORI. - Supplemento al Quaderno Informativo "Mercato&Consumatori" - Atti Convegno "150 anni della Convenzione del Metro: la metrologia tra passato e futuro":(2025), pp. 4-6.

Availability:

This version is available at: 11696/89360 since: 2026-03-24T14:58:02Z

Publisher:

Ministero delle Imprese e del Made in Italy

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



mercato
& consumatori

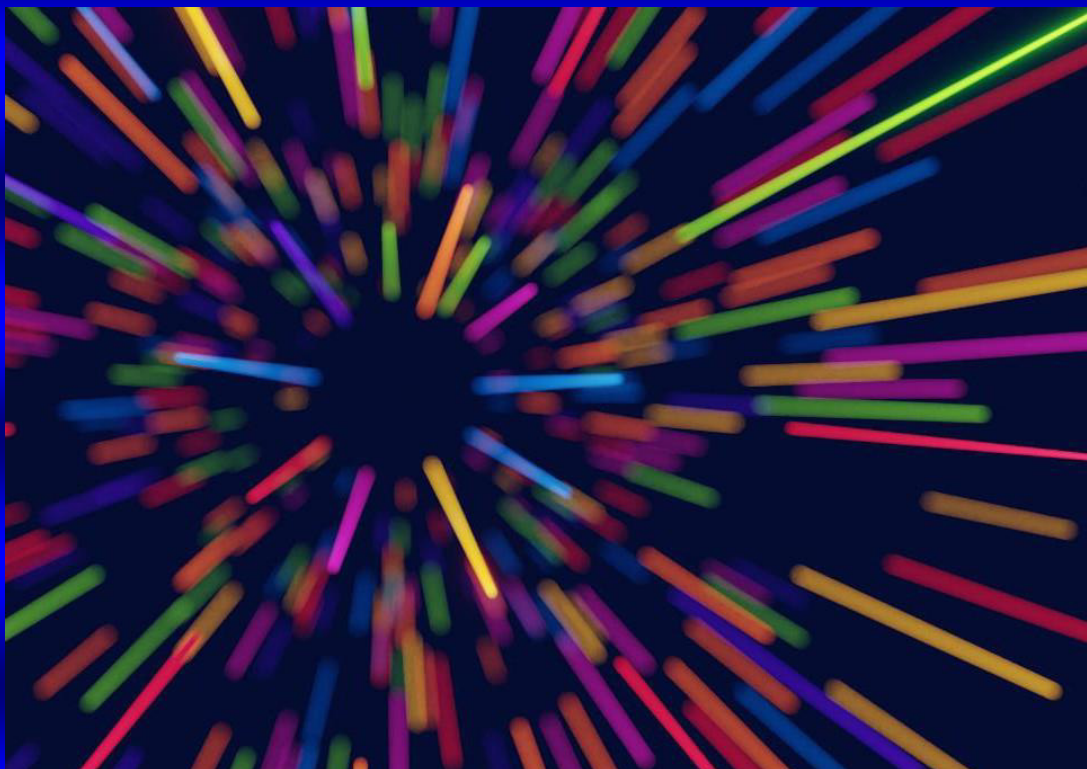


Supplemento quaderno informativo

Interventi al Convegno

“150 anni della Convenzione del Metro: la
metrologia tra passato e futuro”

Roma, 6 giugno 2025



LE UNITÀ DI MISURA: UN SISTEMA INTERNAZIONALE TRA COSTANTI DELLA NATURA E TECNOLOGIA IN COSTANTE EVOLUZIONE

Intervento di Davide Calonico²

Nel 2025 celebriamo non solo i 150 anni della Convenzione del Metro, ma anche la vitalità di un sistema che, pur nato da un trattato diplomatico, è oggi una delle infrastrutture scientifiche e tecnologiche più importanti al mondo.

Il **Sistema Internazionale delle Unità di Misura (SI)** è un linguaggio comune che unisce scienza, industria e società, e che continua a evolversi per rispondere alle sfide del presente e del futuro.

Un sistema fondato sulle costanti della natura

Dal 2019, il SI è basato su **sette costanti fondamentali della fisica**, come la velocità della luce nel vuoto, la costante di Planck e il numero di Avogadro. Queste costanti non sono solo simboli astratti: sono valori fissati per convenzione, che permettono di definire le sette unità fondamentali (metro, secondo, chilogrammo, ampere, kelvin, mole e candela).

Questa scelta rappresenta un cambio di paradigma: non si definisce più il metro come “la lunghezza di un cammino percorso dalla luce”, ma si fissa la velocità della luce e si deduce da essa la definizione del metro. È un sistema che abbraccia la tecnologia in costante evoluzione, mantenendo però l’universalità e la stabilità come principi guida. Infatti, dal 2019 non siamo più costretti a seguire una particolare strada per realizzare la definizione: scegliamo quanto di meglio ci offre la tecnologia contemporanea per realizzarla.

Un linguaggio comune per superare la Torre di Babele



Nel celebre dipinto di Pieter Bruegel il Vecchio, la Torre di Babele simboleggia la confusione dei linguaggi. Il SI, invece, è nato proprio per evitare questa confusione nel mondo delle misure. È un linguaggio condiviso da tutti i Paesi, che consente lo scambio di beni, dati e conoscenze in modo affidabile e trasparente. Anche se alcuni “dialetti” persistono (come le unità anglosassoni), il SI resta il riferimento globale.

E l’Italia, attraverso l’**INRiM**, è parte attiva di questa comunità scientifica internazionale, contribuendo alla definizione, alla diffusione e al miglioramento delle unità di misura.

La storia moderna della unità del Sistema Internazionale a è passata attraverso tre fasi:

² Direttore scientifico dell’INRiM

1. La definizione tramite artefatti: oggetti fisici come il cilindro campione del chilogrammo, conservato a Sevres. Il limite di un artefatto è la possibilità di cambiare del tempo, quindi la loro stabilità, o addirittura la possibilità di essere danneggiati, distrutti, e comunque sono unici, la realizzazione coincide con la definizione e il mondo può solo dotarsi di copie che vanno tarate regolarmente con l'unico campione primario.
2. La definizione tramite stati fisici specifici: come fu il punto triplo dell'acqua per il kelvin, o la lunghezza d'onda della luce emessa da una lampada al cripton per il metro. Più universali, ma con limiti di accuratezza e un forte legame con la tecnologia presente all'epoca di definizione, non sono sempre aggiornabili.
3. La definizione tramite costanti fondamentali: valori immutabili della natura, che permettono di definire le unità in modo stabile, riproducibile e accessibile ovunque, oltre a usare per la realizzazione ogni tecnologia disponibile e congrua ai tempi.

Questa evoluzione ha il chiaro obiettivo di garantire universalità, perennità, riproducibilità, accuratezza e stabilità. In altre parole, fare in modo che un chilogrammo sia sempre un chilogrammo, ovunque e in qualsiasi momento.

Tra le unità fondamentali, il secondo è oggi al centro di nuove ricerche. L'obiettivo è migliorare ulteriormente la sua definizione, sfruttando orologi atomici sempre più precisi, come quelli ottici, sempre basati sugli atomi, ma che ne sfruttano transizioni nel dominio del visibile e non delle microonde come avviene oggi. Questo perché l'evoluzione tecnologica della società ha nuovi bisogni: dai sistemi di navigazione satellitare alla finanza, dalla scienza dei materiali alla medicina, la precisione del tempo è sempre più un'esigenza trasversale.

La metrologia non è un vezzo per scienziati, ma una necessità per la società. Serve per garantire la correttezza delle transazioni commerciali, la sicurezza dei prodotti, l'affidabilità dei dati scientifici. Inoltre, deve essere pronta a rispondere ai bisogni emergenti, senza diventare un limite per l'innovazione.

Come dimostra la storia delle telecomunicazioni in fibra ottica negli anni '80 e '90, la mancanza di procedure metrologiche può rallentare lo sviluppo. Per questo, la metrologia deve essere pragmatica, evolutiva e collaborativa.

Le costanti della natura e la liberazione dagli artefatti

L'evoluzione del Sistema Internazionale delle unità di misura (SI) ha raggiunto un traguardo straordinario: oggi le unità fondamentali non sono più ancorate ad artefatti fisici, ma a costanti universali della natura. Questo cambiamento ha reso le definizioni immutabili, stabili e riproducibili ovunque, aprendo la strada a una metrologia più democratica e tecnologicamente avanzata.

Definire le unità attraverso costanti come la **costante di Planck** o la **velocità della luce** significa che ogni laboratorio nel mondo può realizzare la stessa unità con metodi diversi, purché coerenti con la definizione. Non è più necessario cambiare la definizione ogni volta che si scopre un metodo migliore, ma basta migliorare la realizzazione.

Questo approccio ha eliminato molte delle “barriere invisibili” che in passato hanno rallentato l’innovazione. Un esempio emblematico è l’orologio al cesio: anche se oggi esistono orologi più precisi, non possono essere usati come riferimento ufficiale finché non si aggiorna la definizione del secondo.

Il passaggio dagli artefatti alle costanti ha riguardato tutte le unità fondamentali. Il **chilogrammo**, un tempo definito da un cilindro di platino-iridio conservato a Parigi, è oggi legato alla costante di Planck. Il **metro**, che era una barra metallica, è ora definito dalla velocità della luce. E il **secondo**, che un tempo si basava sulla rotazione terrestre, è oggi ancorato a una transizione atomica.

Questi cambiamenti hanno permesso di aumentare l’accuratezza e di ridurre l’incertezza, rispondendo alle esigenze di una società che richiede misure sempre più precise, dalla geodesia all’esplorazione spaziale.

Il prossimo grande passo sarà la ridefinizione del secondo, prevista intorno al 2030. Gli orologi ottici, che utilizzano transizioni atomiche nella banda della luce visibile, offrono accuratezza e stabilità superiori a quella degli orologi al cesio. Ma per adottarli come riferimento ufficiale, serve un consenso internazionale e la capacità di disseminare il tempo in modo affidabile.

La sfida non è solo scientifica, bisogna garantire che tutti i Paesi possano accedere a questa nuova definizione, e che le infrastrutture siano pronte a supportarla.

L’Italia protagonista nella metrologia mondiale

L’Italia, attraverso l’INRiM, ha dato contributi fondamentali all’evoluzione del Sistema Internazionale. Tre esempi recenti lo dimostrano:

- La **fontana atomica di cesio**, tra le cinque migliori al mondo per la realizzazione del secondo,
- La misura del parametro reticolare su una **sfera perfetta di silicio**, utilizzata per determinare con precisione la costante di Avogadro,
- La misura della velocità del suono nel **risonatore acustico a microonde**, che ha permesso la misura più accurata della costante di Boltzmann.

Questi risultati sono il frutto di una collaborazione internazionale tra istituti diversi uniti dallo stesso obiettivo di costruire un linguaggio comune per la scienza, la tecnologia e la società.