



Instituto Nacional de
Metrología de Colombia



GUÍA SOBRE EL USO DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

BOGOTÁ D. C.
2025

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA DE COLOMBIA

María del Rosario González Márquez

Directora General

José Álvaro Bermúdez Aguilar

Secretario General

Laura Lorena Rivera Roa

Jefa Oficina Asesora de Planeación

Edna Julieth Villarraga Farfán

Subdirectora de Metrología Química y Biología

Jairo Gustavo Ayala Forero

Subdirector de Metrología Física

Alexandra Hernández Moreno

Subdirectora de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano

Rodolfo Manuel Gómez Rodríguez

Jefe Oficina de Informática y Desarrollo Tecnológico

AUTORES

Edwin A. Cristancho-Pinilla, Alexander Martínez-López, Cristhian Paredes

FOTOGRAFÍAS

Equipo de Comunicaciones INM

ISBN: 978-628-95752-7-9



Primera edición, abril de 2025

Para citar este documento:

Instituto Nacional de Metrología de Colombia (2025). Guía sobre el uso del Sistema Internacional de Unidades (SI). Bogotá, Colombia

Para mayor información, contacte a:

Instituto Nacional de Metrología - INM, Colombia

Av. Cra. 50 No. 26 – 55 Int. 2 CAN

Bogotá

Teléfono: +57 (601) 254 22 22

www.inm.gov.co

contacto@inm.gov.co

AGRADECIMIENTOS

Este documento ha sido posible gracias al liderazgo y compromiso de los colaboradores del Instituto Nacional de Metrología — INM. La revisión del contenido se llevó a cabo a través de diferentes espacios de discusión y validación técnica, entre los cuales se destacan el Seminario de Investigación del Grupo de Investigación en Metrología Química y Biología (GIMQB), el Grupo de Investigación en Metrología Científica e Industrial (GIMCI), la Mesa Técnica Conjunta de las Subdirecciones de Metrología Física, Metrología Química y Biología, y de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano, y el Equipo Asesor Técnico Científico (EATC) del INM. A todos ellos, nuestro sincero agradecimiento por su valioso aporte en la construcción y revisión de este documento.

Este documento se diagramó con el sistema tipográfico \LaTeX , haciendo uso de la librería `siunitx` (Wright, 2022) para la representación de números y unidades de medición.

PREFACIO

Esta guía surge como una herramienta fundamental para promover la correcta aplicación de las unidades de medida en Colombia. El Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM), en cumplimiento del mandato de la institucionalidad colombiana, asume la responsabilidad de difundir el Sistema Internacional de Unidades, SI, como parte esencial de su misión institucional. Esta labor, en línea con el compromiso de garantizar la exactitud y uniformidad en las mediciones, fortalece la calidad y competitividad del país. En este sentido, el INM observa estrictamente las directrices establecidas en el Brochure del SI, emitido por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), asegurando que la implementación del sistema respete las decisiones internacionales. Esta guía busca orientar a usuarios y sectores estratégicos en el uso adecuado del SI, consolidando su relevancia en el desarrollo científico, técnico y económico nacional y, en general, el bienestar de la población.

Los avances en ciencia y tecnología dependen de la realización de mediciones, el análisis de sus resultados y la toma de decisiones fundamentadas en ellos. Las transacciones comerciales, así como múltiples acciones y determinaciones relacionadas con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible —como la salud pública, la disponibilidad de energía o la protección del medio ambiente— también se basan en resultados de medición que deben ser confiables y comparables.

La metrología, entendida como la ciencia de las mediciones, tiene como referente mundial al *Sistema Internacional de Unidades* (SI), adoptado por la mayoría de países para facilitar la comunicación científica, técnica y comercial. Su aplicación garantiza uniformidad, exactitud y transparencia en las mediciones, promoviendo la competitividad y la integración con los mercados globales.

En Colombia, la adhesión a la *Convención del Metro* en 2012 representó un paso significativo hacia la adopción del SI. Sin embargo, el uso de unidades de medición que no pertenecen a este sistema aún persiste en diversas actividades económicas y sociales, lo que genera confusión y costos inesperados para los usuarios. En este contexto, resulta fundamental fortalecer la divulgación y el uso del SI a nivel nacional.

Uno de los principales beneficios de implementar el SI es la facilitación del comercio internacional. El uso de unidades como el litro, en lugar del galón, en la comercialización de combustibles líquidos, elimina barreras innecesarias y evita tener que presentar los productos en formatos distintos según el mercado. Esto mejora la competitividad y favorece la diversificación de los productos colombianos.

Por el contrario, la falta de uniformidad en el sistema de unidades de medición también impacta negativamente la logística y el transporte de mercancías, generando inconsistencias que pueden traducirse en pérdidas económicas y obstáculos comerciales. Asimismo, la utilización de unidades no reconocidas por el SI afecta a los consumidores, quienes enfrentan dificultades para comparar precios y tomar decisiones informadas. La persistencia de unidades tradicionales, como la libra colombiana de 500 gramos o la arroba, genera confusión y puede propiciar inequidades en las transacciones. El uso del galón, en lugar del litro, eleva los costos de evaluación de la eficiencia en combustibles líquidos. En sectores como el energético, la preferencia por la *Unidad Térmica Británica* (BTU, por su sigla en inglés *British Thermal Unit*) en lugar del julio complica la interpretación de la información técnica y dificulta la toma de decisiones en el mercado.

El uso adecuado del SI en Colombia también desempeña un papel clave en la educación y en la consolidación de una cultura científica. Un sistema unificado de unidades de medición facilita el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, permitiendo a los estudiantes acceder a datos e información internacional sin recurrir a conversiones complejas e innecesarias. La profundización en la adopción

del SI contribuirá al desarrollo de una sociedad basada en el conocimiento, alineada con las mejores prácticas globales.

Como parte de la *Convención del Metro*, Colombia ha adquirido el compromiso de promover el SI en sus normas técnicas y en sus prácticas comerciales. Su implementación efectiva requiere el esfuerzo coordinado del Estado, del sector académico y del sector productivo. La transición hacia el SI no solo responde a una obligación regulatoria y legal, sino que constituye una necesidad estratégica para mejorar el desempeño del país en el contexto internacional. Invitamos a todas las instituciones y profesionales a utilizar esta guía como referencia para garantizar la expresión adecuada de unidades y de los resultados de medición.

María del Rosario González Márquez
Directora General

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de unidades de medición son conjuntos organizados de referencias que permiten expresar propiedades de objetos o fenómenos de manera coherente y reproducible. El *Sistema Internacional de Unidades* (SI) tiene sus raíces en el sistema métrico decimal, cuyo origen se remonta a la Revolución Francesa. En Colombia, la adopción del SI se inició a mediados del siglo XIX y, desde 2012, con la adhesión a la *Convención del Metro* a través de la Ley 1512, se reforzó el compromiso de integrarnos a la comunidad internacional mediante su uso unificado (República de Colombia, 2012), y de adoptar su aplicación obligatoria en todos los ámbitos. Ya desde 2011, con la creación del Instituto Nacional de Metrología (INM), se le había asignado la función de difundir el SI (República de Colombia, 2011), complementando así la labor de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), responsable de definir las unidades legales de medición conforme a las prácticas internacionales.

El SI es el lenguaje universal de la metrología: un sistema básico de signos y reglas aceptado globalmente para transmitir información en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la industria, el comercio y otras actividades humanas. En este sentido, constituye una herramienta esencial para garantizar la exactitud y la coherencia de las mediciones en las sociedades contemporáneas, democratizando su realización y su uso. El SI es fundamental para el avance científico, la innovación, la facilitación del comercio internacional y la protección del consumidor. Su aplicación adecuada es clave para el funcionamiento de la infraestructura de la calidad, que incluye actividades de normalización, metrología, reglamentación técnica, acreditación y, en general, evaluación de la conformidad.

Esta guía, elaborada por primera vez en Colombia, es de dominio público y tiene como objetivo ofrecer una referencia clara y práctica sobre el uso correcto del SI, dirigida a actores clave desde la perspectiva de la infraestructura de la calidad, incluidos:

- Entidades públicas que elaboran leyes o reglamentos técnicos, o que actúan, como en el caso del INM, como autoridad de metrología científica e industrial, o como en el caso de la SIC, como autoridad de metrología legal.
- El organismo nacional de normalización y las unidades sectoriales de normalización, que emiten documentos normativos como guías y normas técnicas; y el organismo nacional de acreditación, que expresa en sus certificados el alcance en unidades de medición.
- Autoridades de inspección, vigilancia y control que implementan reglamentos técnicos y que pueden tener responsabilidades de **verificación**.
- Laboratorios de **calibración** y de ensayo que brindan servicios para asegurar la **trazabilidad metrológica** de las mediciones.
- Universidades y centros de investigación que promueven el conocimiento científico.
- Empresas e industrias que buscan ofrecer productos y servicios de calidad.
- Ciudadanos interesados en asegurar que las mediciones en su vida diaria sean exactas y confiables.

A lo largo de esta guía se presentarán las bases conceptuales del SI, sus unidades de medición básicas, derivadas y aceptadas, las reglas para el uso de sus símbolos y nomenclatura, así como una lista de buenas prácticas y errores comunes que facilitan su correcta aplicación. Finalmente, se incluye como anexo un conjunto de términos comunes al referirse a las mediciones y su proceso.

Este documento toma como marco conceptual el *Brochure del SI*, en su novena edición (2024), publicado por la *Oficina Internacional de Pesas y Medidas* (BIPM, 2024) (por su nombre en francés *Bureau International des Poids et Mesures*), junto con el *Vocabulario Internacional de Metrología* (VIM), en su tercera edición JCGM (2012), publicado por el *Comité Conjunto de Guías en Metrología* (*Joint Committee for Guides in Metrology*). Algunos términos adicionales se han tomado del *Vocabulario de*

Metrología Legal (OIML, 2022). Asimismo, se ha incorporado la experiencia del *Instituto Nacional de Estándares y Tecnología* de los Estados Unidos de América (NIST, por su nombre en inglés *National Institute of Standards and Technology*), particularmente en la elaboración de listas de requisitos y recomendaciones que abordan errores comunes en el uso del SI y cómo resolverlos (NIST, 2008), como parte de su propia guía de uso del SI. Dado que el VIM se encuentra en proceso de actualización, se prevé que este documento también será actualizado conforme a sus futuras versiones.

Considerando que el *Brochure del SI* está disponible únicamente en francés e inglés, y que la guía del NIST también se publica en inglés, esta guía en castellano facilita el acceso al SI tanto para Colombia como, potencialmente, para otros países de la región. Su publicación coincide con un año especial para la metrología: en 2025 se conmemoran los 150 años de la firma de la Convención del Metro. Esta efeméride es una invitación a reflexionar sobre la importancia de profundizar en el uso correcto del SI y de sus unidades aceptadas, como el litro en la comercialización de combustibles líquidos o el kilogramo en el comercio de productos del sector agropecuario.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BIPM	Oficina Internacional de Pesas y Medidas <i>Bureau International des Poids et Mesures</i>
CGPM	Conferencia General de Pesas y Medidas <i>Conférence Générale des Poids et Mesures</i>
CIPM	Comité Internacional de Pesas y Medidas <i>Comité International des Poids et Mesures</i>
CIPM-TG-DSI	Grupo de Trabajo del "SI Digital" del CIPM <i>CIPM Task Group on Digital SI</i>
FAIR	Encontrables, Accesibles, Interoperables y Reutilizables <i>Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable</i>
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional <i>International Electrotechnical Commission</i>
IFCC	Federación Internacional de Química Clínica y Laboratorios Médicos <i>International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine</i>
INM	Instituto Nacional de Metrología de Colombia
IoT	Internet de las cosas <i>Internet of things</i>
ISO	Organización Internacional de Normalización <i>International Organization for Standardization</i>
IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
IUPAP	Unión Internacional de Física Pura y Aplicada <i>International Union of Pure and Applied Physics</i>
JCGM	Comité Conjunto de Guías en Metrología <i>Joint Committee for Guides in Metrology</i>
NIST	Instituto Nacional de Patrones y Tecnología de Estados Unidos de América <i>National Institute of Standards and Technology of the United States of America</i>
OIML	Organización Internacional de Metrología Legal <i>Organisation Internationale de Métrologie Légale</i>
PDI	Identificador Digital Persistente <i>Persistent Digital Identifier</i>
SI	Sistema Internacional de Unidades <i>Système International d'Unités</i>
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIM	Sistema Interamericano de Metrología
VIM	Vocabulario Internacional de Metrología <i>Vocabulaire international de métrologie</i>



Índice general

1	El Sistema Internacional de Unidades (SI)	1
1.1	Origen, evolución, importancia y beneficios del SI.	1
1.2	Definiendo la unidad de una magnitud.	3
1.3	Unidades básicas del SI.	3
1.4	Relación entre las unidades del SI y las constantes físicas.	5
1.5	Unidades derivadas del SI.	5
1.6	Prefijos del SI.	7
1.7	Unidades que no pertenecen al SI cuyo uso es aceptado en el SI.	8
1.8	El SI en la era digital.	9
2	El uso unificado del SI	11
2.1	Problemas por el no uso unificado del SI.	11
2.1.1	Ejemplos de problemas	11
2.1.2	Impacto en la industria y el comercio	12
2.2	Uso correcto del SI.	13
2.3	Comparación de uso correcto e incorrecto.	14
3	Uso correcto del SI y recomendaciones	15
4	Conclusiones	23
	.Anexo A. Glosario de términos	24



1. El Sistema Internacional de Unidades (SI)

El *Sistema Internacional de Unidades* (SI) es el marco universalmente aceptado para expresar mediciones de manera exacta y coherente. Su existencia no se basa en un conjunto de reglas estáticas, sino en un consenso global que responde a la necesidad de garantizar la comparabilidad (**trazabilidad metrológica**) de las mediciones en la ciencia, la industria y otros ámbitos sociales y humanos. A lo largo del tiempo, el SI ha evolucionado gracias a la contribución de científicos, legisladores, empresarios y ciudadanos, adaptándose a los avances tecnológicos y a las demandas del mundo moderno. En este capítulo se abordan sus orígenes, sus principios fundamentales y su papel en la metrología contemporánea.

Este capítulo está organizado en ocho secciones. La primera aborda el origen, la evolución, la importancia y los beneficios del SI. En la segunda se explica cómo se define una **unidad de medición** a partir de una **magnitud**. La tercera sección presenta las unidades básicas del SI, mientras que la cuarta expone la relación de estas unidades con constantes físicas. La quinta sección está dedicada a las unidades derivadas del SI, y la sexta a los prefijos utilizados para expresar múltiplos y submúltiplos. La séptima sección describe las unidades que no pertenecen al SI pero cuyo uso es aceptado. Finalmente, la octava sección examina el proceso de adaptación del SI a la era digital.

1.1 Origen, evolución, importancia y beneficios del SI

La *Convención del Metro* es un tratado diplomático firmado originalmente por diecisiete Estados el 20 de mayo de 1875, y se considera uno de los mayores avances en la promoción internacional del sistema métrico decimal. Su lema, *À tous les temps, à tous les peuples* (Para todos los tiempos, para todos los pueblos)¹, refleja su propósito de proporcionar un sistema para la **medición** válido en cualquier lugar y momento.

No obstante, en sus inicios, el sistema métrico decimal no alcanzaba plenamente ese ideal, ya que la definición de sus tres unidades básicas —el metro, el kilogramo y el segundo— se basaba en propiedades de la Tierra, como su tamaño y su periodo de rotación, los cuales cambian con el tiempo. Por esta razón, las unidades fueron redefinidas progresivamente. Inicialmente, las definiciones se basaron en objetos materiales, como el prototipo internacional del kilogramo. Posteriormente, se adoptaron fenómenos

¹La traducción del francés *peuples* al inglés empleada por el BIPM fue *people*. En esta guía se ha preferido la traducción *pueblos*, por ser más fiel al significado original en francés.

naturales, estados físicos o experimentos, como el punto triple del agua, utilizado desde 1967 para la definición del kelvin, unidad de temperatura termodinámica.

Así, el avance del conocimiento científico y el desarrollo de capacidades técnicas impulsaron una evolución hacia definiciones más abstractas y universales, con menor dependencia de objetos físicos. Un ejemplo clave es la definición del metro adoptada en 1983, basada en la velocidad de la luz en el vacío (CGPM, 1983). Aunque esa definición implicaba un valor fijo para dicha constante, conservaba la estructura tradicional al indicar que el metro es la distancia que recorre la luz en un intervalo específico de tiempo. Al igual que otras definiciones de la época, esta dependía de condiciones experimentales particulares para su realización.

El nombre *Sistema Internacional de Unidades* y su sigla “SI”, sucesor del sistema métrico decimal, se oficializaron en 1960 durante la 11ª *Conferencia General de Pesas y Medidas* (CGPM (1960)), la máxima autoridad mundial en metrología. Posteriormente, en 2018, durante la 26ª CGPM, se llevó a cabo una profunda revisión del SI, marcando un hito en el camino hacia su universalización (CGPM, 2018). Este avance representa uno de los logros más significativos en la construcción de un sistema de medición verdaderamente global y coherente.

La definición actual del SI, basada en un conjunto de constantes físicas, adopta un enfoque más general, coherente y flexible. En lugar de depender de condiciones experimentales específicas que puedan limitar la exactitud de su realización, permite el uso de cualquier relación física válida que vincule las constantes definidoras con la unidad que se desea realizar. Este enfoque proporciona una forma más abstracta y universal de definir las unidades de medición, liberándolas de las limitaciones impuestas por las capacidades científicas o tecnológicas del momento.

Además, esta estrategia abre la puerta a futuros avances científicos y tecnológicos que podrían permitir realizar las unidades con una exactitud aún mayor, mediante nuevos métodos o ecuaciones. En principio, no existe un límite teórico para la exactitud con la que pueden definirse y realizarse las unidades. Una excepción notable es la definición del segundo, que actualmente se basa en la transición hiperfina del átomo de cesio, es decir, en un estado particular de un átomo específico. A diferencia de las demás unidades del SI, esta definición aún depende de un fenómeno físico concreto (BIPM, 2024).

El uso coherente del SI garantiza que las mediciones sean comparables y reproducibles, lo cual es esencial para sectores como la salud, el comercio o la protección del medio ambiente. Por ejemplo, en la industria alimentaria, una correcta aplicación de las unidades de masa y volumen asegura que los productos cumplan con especificaciones normativas, protegiendo así al consumidor. En el ámbito de la salud, el uso adecuado de unidades como la concentración o la temperatura puede ser determinante para la eficacia de un tratamiento.

Entre las principales ventajas del uso del SI se destacan:

- **Universalidad:** Es utilizado por la mayoría de países del mundo, lo que facilita el comercio internacional y la colaboración científica.
- **Coherencia:** Las unidades derivadas se obtienen de forma lógica y sin factores de conversión arbitrarios a partir de las unidades básicas.
- **Facilidad de uso:** El sistema decimal en la mayoría de sus unidades simplifica los cálculos y las conversiones.
- **Evita ambigüedad:** Su conjunto consistente de reglas y definiciones permite expresar las mediciones de manera clara y sin confusiones.

En las siguientes secciones y capítulos de esta guía se profundizará en las unidades del SI, su uso práctico, las reglas para su escritura, las convenciones de estilo y ejemplos concretos para facilitar su aplicación en distintos sectores.

1.2 Definiendo la unidad de una magnitud

Según el SI, una **unidad de medición** es una magnitud particular definida y adoptada por convenio, con la cual se comparan otras magnitudes de la misma naturaleza para expresar su valor. Esto significa que el valor de una magnitud se expresa como el producto de un número y una unidad:

$$Q = \{Q\}[Q] \quad (1.1)$$

donde Q es el símbolo que representa la magnitud, $\{Q\}$ es el valor numérico de dicha magnitud, y $[Q]$ es su unidad. De manera equivalente, el valor numérico se puede obtener como la razón entre la magnitud y su unidad:

$$\{Q\} = \frac{Q}{[Q]} \quad (1.2)$$

Por ejemplo, si la longitud del largo de una mesa es de 2 metros, el número **2** representa la relación entre esa longitud y la unidad de referencia, el metro (m):

$$l = 2 \text{ m} \quad (1.3)$$

$$\{l\} = \frac{l}{\text{m}} = 2 \quad (1.4)$$

En el SI, cada **magnitud** tiene una única unidad de base o derivada asignada, lo que facilita la coherencia en las mediciones. Las definiciones de las unidades, basadas en constantes físicas, aseguran su invariabilidad en el tiempo y su reproducibilidad en cualquier momento y lugar. Esto es esencial para garantizar la **trazabilidad metrológica** en todos los ámbitos: desde la investigación científica, la verificación y control de los instrumentos de medición que protegen a los consumidores, hasta la producción industrial y la vida cotidiana.

1.3 Unidades básicas del SI

Las unidades básicas del SI se definen a partir de constantes físicas (Sección 1.4). Las constantes físicas garantizan la estabilidad de las definiciones de las unidades. La Figura 1.1 presenta las siete unidades básicas del SI, cada una asociada a una magnitud física. En el diagrama, cada unidad se identifica mediante un color, un símbolo y una constante física definidora: el símbolo de la unidad aparece en el círculo externo, y la constante correspondiente en el círculo intermedio.

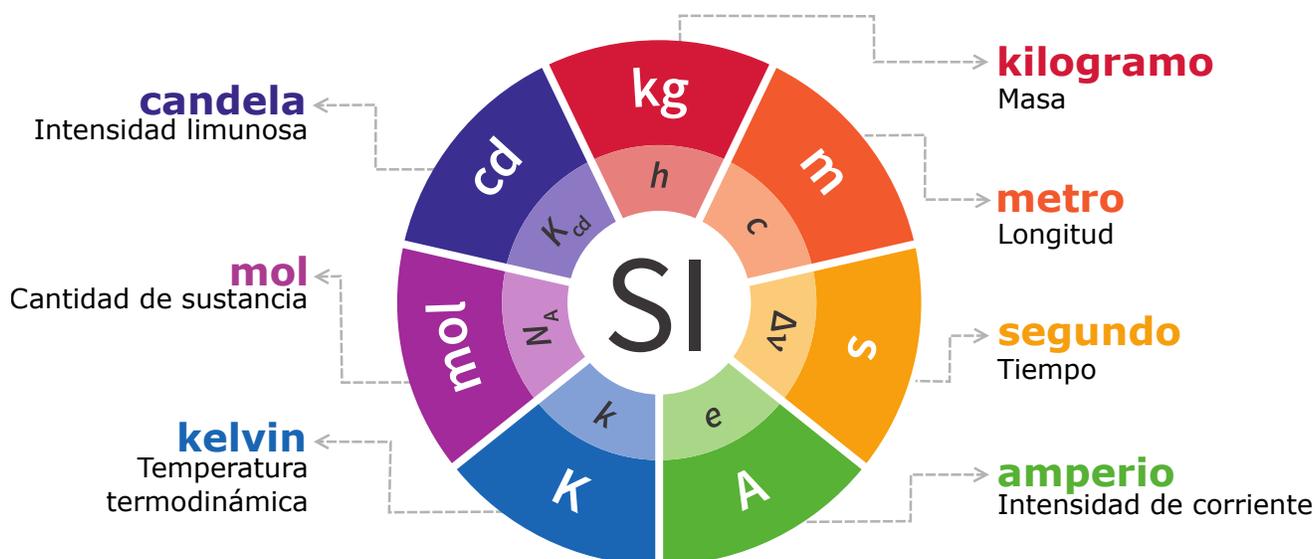


Figura 1.1: Unidades básicas del SI.

La Tabla 1.1 resume las siete unidades básicas del SI, junto con sus respectivas magnitudes, símbolos y definiciones actuales, todas fundamentadas en constantes físicas.

Magnitud física	Unidad	Símbolo	Definición
Longitud	metro	m	A partir de la velocidad de la luz en el vacío (c), cuyo valor es exactamente $299\,792\,458$ m/s.
Masa	kilogramo	kg	A partir de la constante de Planck (h), con un valor exactamente igual a $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J·s.
Tiempo	segundo	s	Mediante la frecuencia de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio-133, que es exactamente $9\,192\,631\,770$ Hz.
Corriente eléctrica	amperio	A	A partir del valor exacto de la carga elemental (e), igual a $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C.
Temperatura termodinámica	kelvin	K	A partir de la constante de Boltzmann (k), con un valor exactamente igual a $1.380\,649 \times 10^{-23}$ J/K.
Cantidad de sustancia	mol	mol	A partir de la constante de Avogadro (N_A), cuyo valor es exactamente $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ /mol.
Intensidad luminosa	candela	cd	Mediante la eficacia luminosa (K_{cd}) de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, con un valor exactamente igual a 683 lm/W.

Tabla 1.1: Unidades básicas del SI

1.4 Relación entre las unidades del SI y las constantes físicas

El SI utiliza siete constantes físicas como referencia para la definición de sus unidades básicas. Estas constantes definidoras varían desde constantes fundamentales de la naturaleza, como la constante de Planck (h) y la velocidad de la luz en el vacío (c), hasta constantes técnicas, como la eficacia luminosa (K_{cd}), o las constantes de proporcionalidad, como la de Boltzman (k) o de Avogadro (N_A). Las constantes se fijan con valores exactos y sirven de base para realizar las unidades de manera coherente y universal. La Tabla 1.2 presenta las constantes utilizadas para definir las unidades básicas del SI, junto con sus símbolos, valores y unidades.

Constante física	Símbolo	Valor	Unidades
Velocidad de la luz en el vacío	c	299 792 458	m/s
Constante de Planck	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$	J s
Frecuencia de la radiación del cesio-133	$\Delta\nu_{Cs}$	9 192 631 770	Hz
Carga elemental	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$	C
Constante de Boltzmann	k	$1.380\,649 \times 10^{-23}$	J/K
Constante de Avogadro	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23}$	1/mol
Eficacia luminosa	K_{cd}	683	lm/W

Tabla 1.2: Constantes físicas utilizadas en la definición de las unidades básicas del SI

Estas definiciones modernas permiten que las unidades del SI sean replicables en cualquier laboratorio metrológico del mundo que cuente con los recursos técnicos y científicos adecuados. El uso de estas constantes físicas como base para las unidades básicas facilita demostrar la **trazabilidad metrológica** y la **exactitud de medición** en todo el planeta.

Además, a medida que la tecnología continúa avanzando, se abren nuevas posibilidades para realizar estas unidades con niveles de exactitud aún mayores, sin necesidad de modificar las definiciones actuales basadas en constantes físicas.

1.5 Unidades derivadas del SI

Las unidades básicas del SI pueden combinarse entre sí para formar unidades derivadas, utilizadas para expresar valores de magnitudes físicas más complejas. Algunas de estas unidades derivadas tienen nombres propios y símbolos especiales; por ejemplo, el newton, el pascal, el vatio o el julio.

En la versión actual del *Brochure del SI* se reconocen 22 unidades de medición derivadas que cuentan con nombres y símbolos propios. Estas, junto con las siete unidades básicas, permiten expresar una amplia variedad de unidades derivadas necesarias en ciencia, ingeniería, comercio y otros campos (BIPM, 2024).

La Tabla 1.3 presenta las 22 unidades derivadas que tienen símbolos especiales, mientras que la Tabla 1.4 proporciona ejemplos de magnitudes derivadas cuyas unidades se expresan mediante combinaciones de unidades básicas, pero que no poseen nombres ni símbolos especiales.

Magnitud derivada	Nombre especial de la unidad	Símbolo	Expresión en términos de las unidades básicas
ángulo plano	radián ²	rad	—
ángulo sólido	estereorradián ³	sr	—
frecuencia	hercio	Hz	1/s
fuerza	newton	N	kg m/s ²
presión, tensión	pascal	Pa	kg/(m s ²)
energía, trabajo, cantidad de calor	julio	J	kg m ² /s ²
potencia, flujo radiante	vatio	W	kg m ² /s ³
carga eléctrica	culombio	C	As
diferencia de potencial eléctrico	voltio	V	kg m ² /(s ³ A)
capacitancia	faradio	F	s ⁴ A ² /(kg m ²)
resistencia eléctrica	ohmio	Ω	kg m ² /(s ³ A ²)
conductancia eléctrica	siemens	S	s ³ A ² /(kg m ²)
flujo magnético	weber	Wb	kg m ² /(s ² A)
densidad de flujo magnético	tesla	T	kg/(s ² A)
inductancia	henrio	H	kg m ² /(s ² A ²)
temperatura Celsius	grado Celsius ⁴	°C	K
flujo luminoso	lumen ⁵	lm	cd sr
iluminancia	lux	lx	cd sr/m ²
actividad referida a un radionucleido	becquerel	Bq	1/s
dosis absorbida, kerma	gray	Gy	m ² /s ²
dosis equivalente	sievert ⁶	Sv	m ² /s ²
actividad catalítica	katal	kat	mol/s

Tabla 1.3: Unidades derivadas con nombres especiales del SI

²El radián es la unidad coherente del ángulo plano. Un radián es el ángulo subtendido en el centro de una circunferencia por un arco de longitud igual al radio. Esto sugiere $\text{rad} = \text{m}/\text{m}$, pero esta representación no es intrínseca y puede inducir a error ya que el ángulo no es el mismo tipo de magnitud que otras relaciones de longitud. Una definición alternativa es que un ángulo recto es igual a $(\pi/2)$ rad. El radián es también la unidad coherente para el ángulo de fase. En los fenómenos periódicos, el ángulo de fase aumenta 2π rad en un periodo.

³El estereorradián es la unidad coherente para el ángulo sólido. Un estereorradián es el ángulo sólido subtendido en el centro de una esfera por un área de la superficie igual al radio elevado al cuadrado. Esto sugiere $\text{sr} = \text{m}^2/\text{m}^2$, pero esta representación no es intrínseca y puede inducir a error, ya que el ángulo sólido no es el mismo tipo de magnitud que otras relaciones de área. Una definición alternativa es que una esfera completa subtiende 4π sr alrededor de su centro.

⁴El grado Celsius se utiliza para expresar temperaturas en grados Celsius. El valor numérico de una diferencia o intervalo de temperatura es el mismo cuando se expresa en grados Celsius o en kelvin.

⁵En fotometría, el nombre steradián y el símbolo sr suelen mantenerse en las expresiones para las unidades.

⁶El CIPM brinda recomendaciones para el uso del sievert.

En la Tabla 1.4 se presentan algunos ejemplos de unidades derivadas. Además de la magnitud correspondiente, se incluyen los símbolos y su expresión en términos de unidades básicas del SI.

Magnitud derivada	Símbolos	Expresión en SI
área	A	m^2
volumen	V	m^3
velocidad	v	m/s
aceleración	a	m/s^2
densidad	ρ	kg/m^3
fracción másica	w	kg/kg
intensidad de campo magnético	H	A/m
momento de fuerza o par de torsión	Nm	$kg\,m^2/s^2$
Concentración de cantidad de sustancia	C	mol/kg

Tabla 1.4: Ejemplos de unidades derivadas del SI

1.6 Prefijos del SI

El SI utiliza prefijos que modifican las unidades de medición para expresar valores mayores o menores en potencias de diez. No deben usarse prefijos sueltos ni combinados entre sí. Su uso sigue las mismas reglas tipográficas que los símbolos de las unidades.

Los símbolos de los prefijos que representan múltiplos (valores mayores) se escriben con letra mayúscula, con excepción de deca, hecto y kilo, cuyos símbolos se escriben en minúscula. Los símbolos de los submúltiplos (valores menores) se escriben siempre en minúscula. Los nombres y símbolos de los prefijos del SI se presentan en la Tabla 1.5.

Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo	Factor
deca	da	10^1	deci	d	10^{-1}
hecto	h	10^2	centi	c	10^{-2}
kilo	k	10^3	mili	m	10^{-3}
mega	M	10^6	micro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	pico	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
exa	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}
zetta	Z	10^{21}	zepto	z	10^{-21}
yotta	Y	10^{24}	yocto	y	10^{-24}
ronna	R	10^{27}	ronto	r	10^{-27}
quetta	Q	10^{30}	quecto	q	10^{-30}

Tabla 1.5: Prefijos del SI

Por ejemplo, 1 km equivale a 1000 m, y 1 mg es igual a 0.001 g. El uso adecuado de los prefijos contribuye a una comunicación clara y exacta, y facilita el análisis e interpretación de los resultados de medición.

1.7 Unidades que no pertenecen al SI cuyo uso es aceptado en el SI

El SI es la referencia internacional para todas las unidades de medición. No obstante, algunas unidades fuera del SI son ampliamente utilizadas y se espera que lo sigan siendo en el futuro. Por esta razón, el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) ha aceptado oficialmente el uso de ciertas unidades no pertenecientes al SI junto con este. Estas unidades se presentan en la Tabla 1.6.

Nombre	Símbolo	Valor en unidades del SI
<i>Tiempo</i>		
minuto	min	1 min = 60 s
hora	h	1 h = 3600 s
día	d	1 d = 86 400 s
<i>Longitud</i>		
unidad astronómica	au	1 au = 149 597 870 700 m
<i>Ángulo plano y fase</i>		
grado	°	1° = $\pi/180$ rad
minuto	'	1' = $\pi/10800$ rad
segundo	"	1" = $\pi/648000$ rad
<i>Área</i>		
hectárea	ha	1 ha = 1×10^4 m ²
<i>Volumen</i>		
litro	L, l	1 L = 1×10^{-3} m ³ = 1 dm ³
<i>Masa</i>		
tonelada	t	1 t = 1000 kg
dalton	Da	1 Da = $1.660\,539\,066\,60 \times 10^{-27}$ kg
<i>Energía</i>		
electronvoltio	eV	1 eV = $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ J
<i>Magnitudes logarítmicas</i>		
neper	Np	—
bel	B	—
decibelio	dB	—

El litro tiene símbolo alternativo (L). Se recomienda usar la letra mayúscula L para evitar confusión con el número 1.

Tabla 1.6: Unidades fuera del SI aceptadas por magnitud y sus valores equivalentes en unidades del SI

La versión 2024 del *Brochure del SI* incluye estas 15 unidades de medición fuera del SI con nombres y símbolos propios (BIPM, 2024). Aunque su uso sigue siendo común, es importante tener en cuenta que

emplearlas implica renunciar a algunas de las ventajas del SI, como la coherencia en las conversiones y la facilidad de uso dentro de un sistema unificado.

Los prefijos del SI pueden aplicarse a algunas de estas unidades —por ejemplo, al litro o a la tonelada— pero no a todas. En particular, no se deben aplicar prefijos a unidades de tiempo como el minuto o la hora.

1.8 El SI en la era digital

La transformación digital está redefiniendo la manera en que interactuamos con nuestro entorno, facilitando el acceso, procesamiento y uso eficiente de la información mediante la automatización de procesos. Esta evolución es impulsada por la creciente presencia de sistemas digitales tanto en la vida cotidiana como en ámbitos especializados. En este contexto, la gestión de los datos asociados a las mediciones adquiere un papel crucial, ya que su correcta estructuración, interoperabilidad y trazabilidad son fundamentales para garantizar la confiabilidad y utilidad de la información en la era digital.

La digitalización ha abierto nuevas posibilidades a través de esquemas que permiten la comunicación entre sistemas computacionales, habilitando el Internet de las Cosas (IoT) y potenciando la automatización de procesos. Además, el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático y modelos de lenguaje ha impulsado el avance de la inteligencia artificial. Este panorama tecnológico tiene un impacto significativo en la evolución de la ciencia de las mediciones y en la prestación de los servicios metrológicos, transformando la manera en que se generan, procesan y utilizan los datos de medición.

Sin embargo, los sistemas digitales no fueron diseñados originalmente para gestionar explícitamente las unidades de medición. La información almacenada y transmitida por los computadores suele representarse como valores adimensionales, en los que las unidades no están intrínsecamente asociadas a los datos numéricos. En muchos casos, estas unidades se incorporan de formas que dificultan su interpretación por parte de los sistemas computacionales, lo que puede generar errores en la conversión y el uso de datos. Esta limitación ha generado consecuencias críticas cuando distintos sistemas informáticos intercambian información utilizando sistemas de medición incompatibles (Hanisch et al., 2022).

Frente a estas limitaciones y en respuesta a los desafíos de la transformación digital, el SI está evolucionando. La expectativa es que la transmisión de información metrológica entre sistemas computacionales se realice de manera inequívoca, confiable y segura, superando las restricciones de los sistemas digitales tradicionales.

Históricamente, el SI ha facilitado la comunicación de resultados de medición entre humanos. No obstante, con la creciente automatización y la interconexión de sistemas digitales, es esencial que los datos metrológicos también sean legibles y procesables por máquinas. Para responder a esta necesidad, la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) ha impulsado la creación del **SI Digital**, una iniciativa que busca garantizar la coherencia, interoperabilidad y accesibilidad de las mediciones en entornos digitales.

Con el fin de facilitar la integración del SI en el ecosistema digital, el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) estableció el *Grupo de Trabajo sobre el SI Digital* (CIPM-TG-DSI), con el objetivo de desarrollar un marco de referencia que asegure un entorno digital uniforme, inequívoco y seguro para el intercambio de datos metrológicos. Como resultado, se ha propuesto el **Marco Digital del SI**, diseñado para que la información de las mediciones sea encontrable, accesible, interoperable y reutilizable, de acuerdo con los principios FAIR (por sus siglas en inglés: *Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*). Este marco se concibe como una red de herramientas, servicios y aplicaciones que

materializan el SI Digital, fortaleciendo la confianza en las mediciones en un mundo cada vez más digitalizado.

En este contexto, el BIPM ha desarrollado el **Punto de Referencia del SI** (*SI Reference Point*), un conjunto de herramientas diseñadas para proporcionar una referencia digital autorizada del SI. En pocas palabras, este punto de referencia evoluciona desde el tradicional *Brochure del SI* —creado para los humanos— hacia un conjunto semántico orientado a la comunicación de información metrológica entre máquinas.

Punto de Referencia del SI Digital



El Punto de Referencia del SI Digital es un servicio del BIPM que constituye la referencia digital autorizada para todo lo relacionado con el SI. Este servicio proporciona Identificadores Digitales Persistentes (PID) para:

- Las unidades del SI
- Los prefijos del SI
- Las constantes físicas que definen las unidades

También ofrece una herramienta de análisis para los PID y un modelo semántico para unidades compuestas.

El servicio es de libre acceso y está disponible en la dirección web <https://si-digital-framework.org/SI>.

En Colombia, la política pública busca impulsar la innovación digital en los sectores público y privado con el fin de mejorar la productividad, la competitividad y el bienestar social (DNP, 2019). En este contexto, y reconociendo el papel que ha jugado el SI en la comunicación de resultados de medición entre humanos, el SI Digital se proyecta como una herramienta clave para facilitar la interpretación entre sistemas informáticos respecto al manejo de los datos metrológicos y su procesamiento confiable.

A nivel internacional, el uso del SI Digital será uno de los pilares que permitirán a las infraestructuras de la calidad asegurar que las mediciones, las declaraciones de producto y las certificaciones asociadas sean aceptadas y reconocidas en los mercados globales.



2. El uso unificado del SI

El uso correcto de los símbolos para representar unidades y magnitudes es fundamental para evitar ambigüedades al compartir información sobre resultados de medición y al tomar decisiones basadas en ellos. El documento oficial que describe las reglas para el uso y la representación adecuadas del SI es el *Brochure del SI*, publicado por el BIPM (2024) en inglés y francés, siendo este último el idioma oficial de la Convención del Metro y el que se utiliza para resolver cualquier controversia.

En este capítulo se presentan diversas situaciones y obstáculos derivados del uso no unificado del SI, así como los criterios básicos para su aplicación adecuada. Se enfatiza que no basta con utilizar unidades del SI: es igualmente esencial que su uso sea correcto, es decir, conforme con las reglas establecidas para su escritura, simbolización y estilo.

2.1 Problemas por el no uso unificado del SI

El uso no unificado del SI puede dar lugar a malentendidos, errores costosos y riesgos significativos, especialmente en contextos industriales, científicos y comerciales. Estos problemas pueden derivar en pérdidas económicas, poner en riesgo la seguridad y la salud, y dificultar la colaboración internacional.

2.1.1 Ejemplos de problemas

A lo largo de la historia, varios incidentes han evidenciado las consecuencias del uso inadecuado de las unidades de medición.

Uno de los casos más conocidos es el de la misión *Mars Climate Orbiter* (MCO, por su sigla en inglés), lanzada por la *Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio* de los Estados Unidos (NASA, por su nombre en inglés *National Aeronautics and Space Administration*) para estudiar el clima de Marte. La sonda se perdió debido a un error de conversión entre unidades del sistema imperial y del SI. El equipo de control en tierra utilizó libras-fuerza (lbf) en lugar de newtons (N) para calcular una maniobra de corrección de trayectoria. Este fallo provocó que la sonda ingresara en la atmósfera marciana a una altitud mucho menor a la prevista, lo que causó su desintegración. El incidente representó una pérdida de aproximadamente 125 millones de dólares y subrayó la importancia de utilizar un sistema único de unidades: el SI. El análisis posterior atribuyó la causa principal a la falta de verificación en la conversión de datos, lo que llevó a la implementación de nuevas políticas de control de calidad en futuras misiones (MIB, 1999; Sauser et al., 2009).

En el ámbito médico, también se han documentado errores asociados al uso incorrecto o poco claro de unidades del SI. Por ejemplo, la confusión entre miligramos (mg) y microgramos (μg) ha ocasionado sobredosis mil veces superiores a las prescritas. La administración de 1 mg en lugar de 1 μg puede tener consecuencias fatales, especialmente en tratamientos delicados como la quimioterapia o la administración de hormonas. Estos errores han llevado a casos de intoxicación grave y han motivado a muchas instituciones de salud a adoptar el uso exclusivo del SI, acompañado de campañas de capacitación para el personal médico. Además, la implementación de sistemas informáticos de prescripción ha contribuido significativamente a reducir la incidencia de estos errores (Bemt et al., 2000; Garrouste-Orgeas et al., 2012; Wheeler et al., 2005).

2.1.2 Impacto en la industria y el comercio

La falta de unificación en el uso del SI afecta negativamente la eficiencia operativa y la competitividad económica. Los sectores industrial y comercial requieren normas técnicas claras y consistentes para garantizar la calidad, la seguridad y la conformidad de productos y servicios.

En la industria manufacturera, errores en especificaciones técnicas debido a confusión entre unidades pueden generar rechazos de productos y sobrecostos. Por ejemplo, una empresa del sector automotriz tuvo fallos en la línea de producción al recibir piezas con tolerancias expresadas en diferentes unidades (pulgadas y milímetros). Esto obligó al rediseño de componentes y resultó en la pérdida de contratos.

En el comercio internacional, la falta de uniformidad en las unidades de medición puede generar disputas comerciales y dificultades al demostrar el cumplimiento de normas técnicas. Los exportadores, al ajustarse a las normas de los países de destino, deben convertir a unidades. Esto incrementa los costos operativos y puede generar errores en el etiquetado o en la documentación técnica de los productos.

En la comercialización de combustibles, el uso de unidades distintas —como galones y litros— entre países complica la comparación de precios y afecta la transparencia para los consumidores. La adopción del litro como unidad de medición facilita las transacciones, mejora la evaluación de la eficiencia de combustibles y máquinas, y promueve prácticas comerciales más claras. Colombia es actualmente la segunda economía más grande a nivel mundial que aún utiliza el galón para la comercialización de combustibles líquidos, con impactos negativos para consumidores y empresarios.

Litros y galones para la comercialización de combustibles

El uso del litro como unidad de medición en lugar del galón en la comercialización de combustibles líquidos facilita la comparación internacional de precios y volúmenes. Este cambio reduce la posibilidad de errores en la documentación y el etiquetado de productos, contribuyendo a una mejor protección al consumidor.

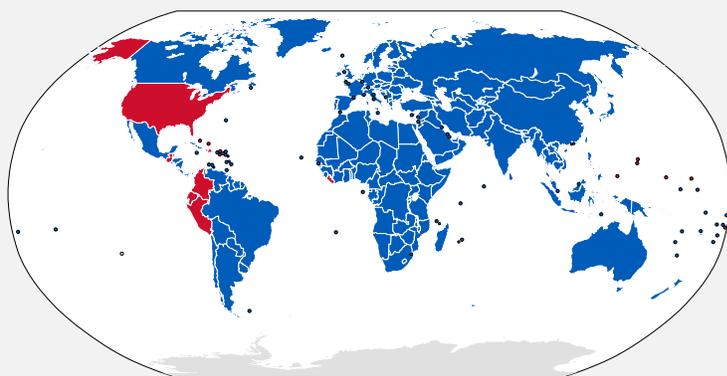


Imagen adaptada de Wikimedia Commons (2025).

Colombia es de los pocos países del mundo que aún usa el galón para los combustibles. El mapamundi de la izquierda muestra en azul los países donde los combustibles se compran en litros, mientras en rojo están los países que aún usan el galón estadounidense. Esta problemática se ahonda con el hecho de que algunos países pequeños utilizan el galón imperial, que es un 20% más grande que el galón estadounidense.

2.2 Uso correcto del SI

Para garantizar la coherencia en el uso del SI, es fundamental seguir una serie de reglas que aseguren una representación clara y estandarizada de las unidades de medición. Algunas de estas reglas básicas son:

- Utilizar los símbolos de las unidades en caracteres romanos (rectos, no cursivos ni itálicos).
- Escribir los nombres de las unidades en minúscula, incluso cuando el símbolo de la unidad derive de un nombre propio (por ejemplo, newton). La única excepción es cuando el nombre de la unidad inicia una oración.
- No emplear abreviaturas para los símbolos ni para los nombres de las unidades.
- Dejar un espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad (por ejemplo, 25 °C).
- Escribir los números con más de cuatro dígitos agrupándolos en bloques de tres, separados por espacio (por ejemplo, 1 234 567.89).

Los siguientes ejemplos ilustran la aplicación correcta de las unidades del SI o de unidades no SI que son igualmente aceptadas, en diversos contextos:

- El producto tiene una masa⁷ de 2.5 kg.
- La temperatura ambiente es de 25 °C.
- El vehículo se desplaza a una rapidez de 90 km/h.
- Se suministraron 1000 L de agua potable a la comunidad.
- Compré una lámpara de 60 W para mi habitación.
- El fin de semana se registró una contaminación promedio de ozono de 30 µg/m³.
- Mi teléfono móvil tiene una batería con una capacidad de carga de 3.6 Ah.

Capacidad de carga de la batería en teléfonos móviles



Un parámetro común en el mercado de los celulares es la “capacidad de la batería”. Sin embargo, esta expresión hace referencia en realidad a la magnitud *capacidad de carga*, que representa la cantidad de carga eléctrica que la batería puede suministrar durante un intervalo de tiempo. Esta magnitud se expresa típicamente en miliamperios hora (mAh). Un valor usual es 3500 mAh. Sin embargo, para evaluar de forma más adecuada el desempeño de una batería es conveniente considerar la *energía* que puede suministrar, lo que requiere considerar la tensión de operación del dispositivo.^a

Veamos un ejemplo con los valores de la batería en la imagen: supongamos que dos fabricantes declaran la misma capacidad de carga de 3500 mAh. Si una batería opera a una tensión de 3.70 V y la otra a 3.90 V, la energía almacenada en cada caso será:

$$U \cdot I \cdot t = P \cdot t = E$$

$$(3.70 \text{ V})(3500 \text{ mAh}) = 12.95 \text{ Wh}$$

$$(3.90 \text{ V})(3500 \text{ mAh}) = 13.65 \text{ Wh}$$

donde U es la diferencia de potencial eléctrico (tensión), I la intensidad de corriente, t el tiempo, P la potencia y E la energía. Los valores 12.95 Wh y 13.65 Wh ofrecen una mejor estimación de la capacidad energética real de cada batería y, por lo tanto, del desempeño esperado de los dispositivos.

^aTensión es equivalente a fuerza electromotriz, diferencia de potencial eléctrico o voltaje BIPM (2024), p. 138.

⁷Ver Capítulo 3, Tabla 3.14

2.3 Comparación de uso correcto e incorrecto

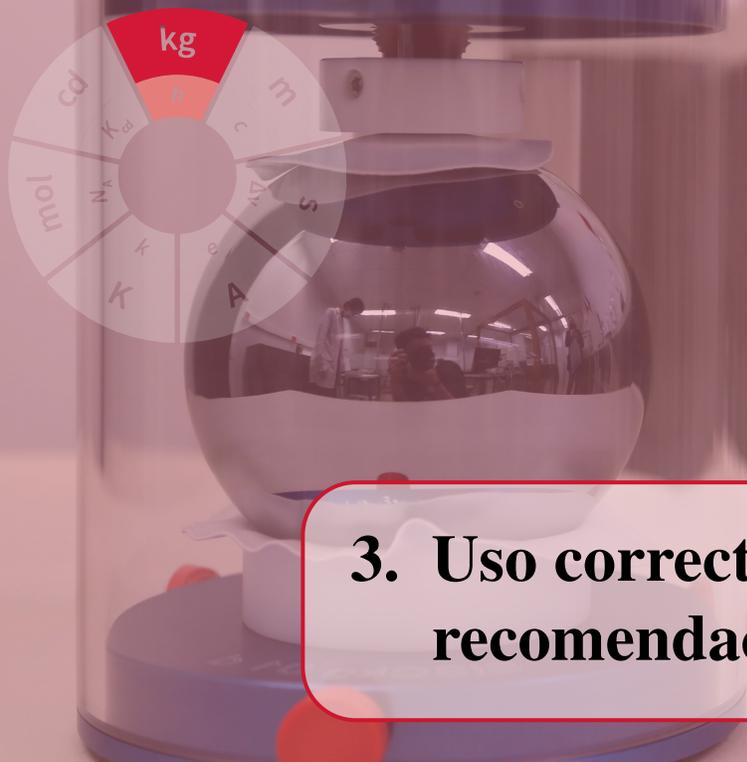
La Tabla 2.1 ilustra ejemplos del uso correcto e incorrecto de unidades del SI y algunas unidades derivadas. Esta comparación permite identificar errores comunes que pueden comprometer la claridad, coherencia y profesionalismo de documentos técnicos, académicos o normativos.

Magnitud	Correcto	Incorrecto
Longitud	10 m	10 mts, 10 M
Masa	2.5 kg	2.5 Kg*, 2500 gr
Tiempo	60 s	60 seg, 60''
Corriente eléctrica	15 A	15 Amps, 15 amp
Temperatura	25 °C	25 grados, 25C
Cantidad de sustancia	1 mol	1 Mole
Intensidad luminosa	500 cd	500 candels
Velocidad	85 km/h	85 kph, 85 Km/h
Volumen	1000 L	1000 lt, 1000 lts
Presión	105 kPa	105kPa (sin espacio)

* La escritura errónea del kilogramo de la manera “Kg” se puede interpretar como kelvin gramo, que no es una unidad masa.

Tabla 2.1: Comparación entre el uso correcto e incorrecto de unidades del SI

Esta lista tiene un carácter ilustrativo y no pretende ser exhaustiva, ya que existen muchos otros aspectos que requieren atención al elaborar documentos en los que se emplean unidades del *Sistema Internacional de Unidades* (SI). En el Capítulo 3 se presentan 18 elementos clave que orientan sobre los principales aspectos a considerar para un uso correcto del SI.



3. Uso correcto del SI y recomendaciones

Este capítulo está diseñado para orientar a quienes elaboran documentos en los que se expresan resultados de medición. Está dirigido a un público amplio, que incluye servidores públicos responsables de actos administrativos, investigadores que publican reportes o artículos técnicos, docentes que preparan materiales educativos, estudiantes que desarrollan trabajos académicos, personal técnico de laboratorios de primera parte (productores), segunda parte (usuarios) o tercera parte (independientes), cuyas mediciones respaldan decisiones de consumo, regulación o gestión del conocimiento.

El uso adecuado de las unidades de medición en documentos técnicos y administrativos puede representar un desafío. Por esta razón, este capítulo presenta un conjunto de requisitos y recomendaciones que buscan facilitar la revisión del uso del *Sistema Internacional de Unidades* (SI), ayudando a verificar que se apliquen correctamente sus reglas y las convenciones de estilo para expresar magnitudes físicas de forma clara, coherente y conforme con los lineamientos internacionales.

3.1 Usar tipografía correcta para símbolos de unidades y magnitudes

Los símbolos de las unidades deben escribirse en caracteres romanos⁸ (rectos, no itálicos ni en cursiva), mientras que los símbolos de las magnitudes deben ir en cursiva (tipo itálico). Los exponentes y los prefijos de las unidades también deben ir en tipo recto. Los superíndices y subíndices de los símbolos de las magnitudes deben utilizar cursiva si representan variables o términos algebraicos.

Asimismo, los símbolos que representan términos definidos —como los elementos químicos— deben ir en tipo romano (recto). Esto aplica también para cuando se usan los términos definidos como subíndices en los símbolos de las magnitudes, a pesar de que el símbolo de la magnitud esté en cursiva. La Tabla 3.1 muestra ejemplos de uso correcto e incorrecto de la tipografía asociada a símbolos del SI:

⁸Caracteres romanos se refiere al uso de caracteres rectos. No se refiere al estilo tipográfico de fuentes romanas (tipo serif), sino solo al estilo de letras no inclinadas.

Uso correcto	Uso incorrecto
Volumen = $V = 1.5 \text{ L}$	Volumen = $V = 1.5 \text{ L}$
$c_{\text{H}^+} = 0.001 \text{ mol/kg}$	$c_{\text{H}^+} = 0.001 \text{ mol/kg}$
$t = 3 \text{ s}$	$t = 3 \text{ s}$
A_{max}	A_{max}
A para la magnitud escalar área	A para la magnitud escalar área
A para la unidad amperio	A para la unidad amperio
Ar para el elemento argón	Ar para el elemento argón

Tabla 3.1: Uso correcto e incorrecto de la tipografía

3.2 Utilizar símbolos de unidades sin plural ni punto

Los símbolos representan el nombre de las unidades de medición y, por tanto, no deben llevar una “s” final para denotar pluralidad. Tampoco deben terminar en punto, a menos que coincidan con el final de una oración.

Estas reglas aplican sin importar el idioma en que esté redactado el texto, ya que los símbolos del SI son universales y no se traducen ni adaptan gramaticalmente. La Tabla 3.2 presenta ejemplos de uso correcto e incorrecto:

Uso correcto	Uso incorrecto
Una longitud de 30 m	Una longitud de 30 ms
El tiempo en esta vuelta fue de 30 s.	Le tomó 30 s. esta vuelta.

Tabla 3.2: Uso correcto e incorrecto de los símbolos

3.3 Usar exclusivamente unidades del SI, unidades derivadas y unidades de uso aceptado en el SI

Para expresar los valores de las magnitudes, se deben utilizar exclusivamente las unidades del SI, sus unidades derivadas y aquellas unidades no pertenecientes al SI cuyo uso ha sido aceptado formalmente.

Cuando se considere necesario, por razones de comunicación con el público objetivo, se pueden presentar valores equivalentes en otros sistemas de unidades, pero únicamente entre paréntesis y después del valor en unidades del SI o de uso aceptado.

El uso de unidades no reconocidas en el SI, como el galón o la libra, no es coherente con el compromiso de Colombia como país signatario de la Convención del Metro. La Tabla 3.3 muestra ejemplos de uso correcto e incorrecto de unidades de medición:

Uso correcto	Uso incorrecto
Este vehículo tiene una eficiencia de 1 L por 30 km	El vehículo tiene una eficiencia de 1 galón por 30 millas
El terreno tiene 900 ha de cultivo de arroz	El terreno tiene 1345 fanegadas de cultivo de arroz
La temperatura ambiente es 21.6 °C	La temperatura ambiente es 21.6 grados centígrados

Tabla 3.3: Uso correcto e incorrecto de las unidades

3.4 Usar los símbolos del SI aceptados y evitar las abreviaturas

Deben emplearse únicamente los símbolos aceptados del SI, evitando el uso de abreviaturas o formas no oficiales para expresar unidades de medición. Esto incluye tanto los símbolos de unidades como los nombres de unidades, así como los símbolos y nombres de prefijos del SI.

El uso de abreviaturas no oficiales puede generar ambigüedades, afectar la comprensión del contenido técnico y comprometer la coherencia en la documentación. La Tabla 3.4 presenta algunos ejemplos de uso correcto e incorrecto:

Uso correcto	Uso incorrecto
10.5 s o 10.5 segundos	10.5 s. ó 10.5 seg.
40 cm ³ o 40 centímetros cúbicos	40 cc. ó 40 cent. cub.
60 m/s o 60 metros por segundo	60 mps.

Tabla 3.4: Uso correcto e incorrecto de los símbolos como alternativa a las abreviaturas

3.5 Evitar las abreviaturas “ppm”, “ppb” y “ppt”

No deben utilizarse las abreviaturas “ppm”, “ppb” ni “ppt”, ni expresiones como “parte por millón”, “parte por billón” o “parte por trillón” para representar valores de magnitudes. Estas formas no hacen parte del SI y pueden inducir a error, especialmente en contextos internacionales o multilingües.

En particular, las abreviaturas “ppb” y “ppt” son propensas a confusión debido a que el significado de “billón” y “trillón” varía entre idiomas: en español, un billón equivale a 10^{12} , o sea un *un millón de millones* mientras que en inglés estadounidense corresponde a 10^9 , o sea *mil millones*. Así mismo, el trillón es 10^{18} en español, o sea *un millón de billones*, pero en inglés es solo 10^{12} , que equivale a un billón en español. La Tabla 3.5 presenta ejemplos de cómo expresar correctamente estas relaciones utilizando prefijos del SI:

Uso correcto	Uso incorrecto
2 µL/L	2 ppm
4.3 nm/m	4.3 ppb
7 ps/s	7 ppt

Tabla 3.5: Uso correcto e incorrecto de abreviaturas no aceptadas

3.6 Usar los símbolos de las unidades sin modificaciones con subíndices o información adicional

Los símbolos (o nombres) de las unidades de medición no deben modificarse añadiendo subíndices, paréntesis u otra información complementaria, aun si esta se relaciona con la magnitud o con las condiciones de uso. Cualquier especificación adicional debe incluirse en el contexto del texto, pero nunca integrada al símbolo de la unidad. La Tabla 3.6 presenta ejemplos comunes de este error y su forma correcta de expresión:

Uso correcto	Uso incorrecto
$U_{\max} = 1000 \text{ V}$	$U = 1000 \text{ V}_{\max}$
Una fracción de masa del 10 %	10 % (m/m) o 10 % del peso
Velocidad máxima = 50 km/h	Velocidad = 50 km/h máximo

Tabla 3.6: Uso correcto e incorrecto al usar modificadores en los símbolos

3.7 Evitar el uso ambiguo del símbolo “%”

Se acepta el uso del símbolo “%” siempre que se sigan ciertas reglas: debe colocarse un espacio entre el número y el símbolo, y no debe sustituirse con palabras como “porcentaje” o “por ciento”. Esto ayuda a mantener claridad y uniformidad en la expresión de proporciones en documentos técnicos o científicos. La Tabla 3.7 presenta ejemplos de uso correcto e incorrecto:

Uso correcto	Uso incorrecto
$l_1 = l_2(1 + 2\%)$ o $\Delta = 2\%$, donde $\Delta = (l_1 - l_2)/l_2$	La longitud l_1 excede la longitud l_2 en un 2%
$x_B = 15\%$	$x_B = 15\%$ o 15 por ciento
La fracción de la masa es 10 %	El 10% de la masa

Tabla 3.7: Uso correcto e incorrecto del símbolo porcentaje

3.8 Evitar mezclar información con símbolos de unidades

No se debe incorporar información adicional, como nombres de sustancias químicas o descripciones, directamente dentro de los símbolos de las unidades. Este tipo de combinaciones genera ambigüedad y dificulta la interpretación de los resultados. Toda información complementaria debe expresarse por fuera del símbolo de la unidad. La Tabla 3.8 muestra ejemplos ilustrativos de este error y su forma correcta de expresión:

Uso correcto	Uso incorrecto
El contenido de agua es de 20 mL/kg	El contenido es de 20 mL _{H₂O} /kg o 20 mL de agua/kg
El contenido de Hg es 5 ng/kg	5 ng Hg/kg o 5 ng de mercurio/kg
La resistencia al cuadrado es 100 Ω^2	La resistencia es 100 Ω cuadrado

Tabla 3.8: Uso correcto e incorrecto de la mezcla de símbolos e información

3.9 Mantener la claridad en la escritura de valores de magnitudes

Debe ser evidente a qué unidad está asociado un valor numérico y qué operación matemática se aplica. Esto es especialmente importante al representar multiplicaciones, intervalos y la **incertidumbre de medición**, la cual califica la calidad de los valores atribuidos a un mensurando. La Tabla 3.9 presenta ejemplos donde una escritura clara facilita la correcta interpretación de los valores de magnitudes físicas:

Uso correcto	Uso incorrecto
<i>Multiplicación</i>	
21.6 cm × 27.9 cm (21.6 cm)(27.9 cm)	21.6 × 27.9 cm
<i>Intervalos</i>	
1 MHz a 10 MHz (1 a 10) MHz	1 MHz - 10 MHz 1 a 10 MHz
20 °C a 30 °C	20 °C - 30 °C
20 a 30 °C	20 a 30 °C
<i>Incertidumbres</i>	
(123.0 ± 2.2) g 123.0 g ± 2.2 g 123.0(2.2) g	123.0 ± 2.2 g
240 × (1 ± 10%) V	240 V ± 10 %

Tabla 3.9: Uso correcto e incorrecto en la escritura de valores de magnitudes

3.10 Utilizar símbolos de unidades sin mezclar con nombres de unidades

No se deben mezclar símbolos y nombres de unidades dentro de una misma expresión. Tampoco deben aplicarse operaciones matemáticas a los nombres de las unidades. Aunque se prefiere el uso de símbolos por su brevedad y estandarización, el autor puede optar por el uso de nombres dependiendo del tipo de documento y del público objetivo, siempre que se mantenga la consistencia y no se mezclen ambos formatos. La Tabla 3.10 presenta ejemplos de uso correcto e incorrecto:

Uso correcto	Uso incorrecto
kg/m ³ o kilogramo por metro cúbico	kilogramo/m ³ kg/metro cúbico kilogramo 1/m ³ kilogramo por metro ³
L/km o litro por kilómetro m/s o metro por segundo	L por kilómetro, litro por km, litro/km m/segundo, (metro)(segundo) ⁻¹

Tabla 3.10: Uso correcto e incorrecto al combinar símbolos y nombres de unidades

3.11 Expresar valores de magnitudes con números arábigos y símbolos de unidades

Los valores de las magnitudes deben expresarse utilizando números arábigos y los símbolos de las unidades aceptadas por el SI. Aunque el autor puede decidir cómo redactar ciertos textos dependiendo del público objetivo, en documentos técnicos, científicos o reportes de medición se recomienda evitar escribir los números o las unidades con palabras. La Tabla 3.11 muestra ejemplos de uso correcto e incorrecto:

Uso correcto	Uso incorrecto
$m = 5 \text{ kg}$	$m = \text{cinco kilogramos}$, $m = \text{cinco kg}$
El volumen es de 1000 L	El volumen es de mil litros
Las trazas son de 5 ng	Las trazas son de cinco ngramos

Tabla 3.11: Uso correcto e incorrecto al expresar valores y unidades

3.12 Incluir un espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad

Debe existir un espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad, incluso cuando se utilice el valor como adjetivo. La única excepción son los símbolos de unidades de ángulo plano, como el grado ($^\circ$), el minuto ($'$) y el segundo ($''$), en los que no se usa espacio entre el número y el símbolo. La Tabla 3.12 presenta ejemplos de este principio:

Uso correcto	Uso incorrecto
Un cubo con masa de 5 kg	Un cubo con masa de 5kg, un cubo de 5-kg
Un vehículo de motor 1.6 L	Un vehículo de motor 1.6Litros
Un ángulo de $7^\circ 8' 9''$	Un ángulo de $7^\circ 8'9''$

Tabla 3.12: Uso correcto e incorrecto del espacio entre número y unidad

3.13 Mantener la claridad en el uso del término “peso”

Cuando se utilice la palabra “peso”, debe quedar claro a qué concepto se refiere. En ciencia y tecnología, el peso se define como una fuerza —la fuerza gravitacional que actúa sobre un objeto—, y su unidad en el SI es el newton (N). No debe utilizarse “peso” como sinónimo de masa. La Tabla 3.13 ilustra el uso apropiado y problemático del término:

Uso correcto	Uso incorrecto*
La masa de la esfera es de 10 kg	El peso de la esfera es de 10 kg
El peso de una esfera con una masa de 10 kg en la Tierra es de 98 N	El peso neto de la esfera es de 10 kg
El peso de una esfera con una masa de 10 kg en la Luna es de 16.2 N	La esfera pesa 10 kg

* En publicaciones científicas y documentos oficiales debe evitarse el uso de la palabra “peso” para referirse a la masa.

Tabla 3.13: Uso correcto e incorrecto del término “peso”

3.14 Distinguir claramente entre un objeto y cualquier magnitud que lo describa

Es fundamental distinguir entre un objeto físico y las magnitudes que lo describen. Por ejemplo, una superficie no es lo mismo que su área, ni una esfera es lo mismo que su masa. Esta distinción es esencial para evitar confusión, especialmente en documentos técnicos o científicos. La Tabla 3.14 muestra ejemplos que ilustran esta diferencia:

Uso correcto	Uso incorrecto
La masa de la esfera es de 2 kg	La esfera tiene 2 kg
El área de esa superficie es de 200 m ²	La superficie es de 200 m ²
Este lado de la mesa tiene una longitud de 1.5 m	La mesa tiene 1.5 m
La resistencia eléctrica del resistor es de 5 Ω	El resistor es de 5 Ω

Tabla 3.14: Uso correcto e incorrecto al distinguir objeto y magnitud

3.15 Evitar términos obsoletos como “normalidad” y “molaridad”

No deben utilizarse los términos obsoletos “normalidad” y “molaridad”, ni sus símbolos correspondientes: N (normalidad) y M (molaridad). En su lugar, se deben emplear las magnitudes establecidas en el SI, como la concentración de cantidad de sustancia de B (símbolo c_B) o la molalidad del soluto B (símbolo b_B o m_B). Estas magnitudes deben expresarse utilizando unidades del SI, como mol/m³ o mol/kg, según corresponda. La Tabla 3.15 presenta la forma correcta de expresión frente a los términos obsoletos:

Uso correcto	Uso incorrecto
Concentración de cantidad de sustancia: c_B , mol/m ³	Normalidad, N
Molalidad del soluto B: b_B , mol/kg	Molaridad, M; molal, m

Tabla 3.15: Uso correcto e incorrecto de términos obsoletos

3.16 Recomendación: Separar los dígitos en números largos

En los valores numéricos con más de cuatro cifras, a cada lado del separador decimal, se recomienda separar los dígitos en grupos de tres mediante un espacio fijo, contando desde la izquierda (parte entera) o la derecha (parte decimal). Esta práctica mejora la legibilidad y reduce errores de interpretación. No se deben utilizar comas, puntos, apóstrofos ni otros signos para agrupar cifras. En algunos casos, cuando hay solo cuatro cifras, puede omitirse la separación para evitar dejar un solo dígito aislado. La Tabla 3.16 muestra ejemplos de escritura recomendada y no recomendada:

Uso preferible	Uso no recomendado
5000	5 000
0.123 45	0.12345
11 333 555.778	11333555.77799
24 680.136	24,680.136
22 444 666.11	22,444,666.11; 22'444,666.11

Tabla 3.16: Uso preferible y no recomendado en la escritura de números grandes

3.17 Recomendación: Usar símbolos de uso común para magnitudes y operaciones matemáticas

Se recomienda utilizar símbolos normalizados para representar magnitudes físicas y operaciones matemáticas, tal como se establece en las normas IEC 80000-6 (IEC, 2022), ISO 80000-9 (ISO, 2019b) e ISO 80000-2 (ISO, 2019a). Esto favorece la comprensión entre disciplinas y la interoperabilidad de los documentos técnicos y científicos a nivel internacional. La Tabla 3.17 presenta ejemplos de uso preferible y no recomendado:

Uso preferible	Uso no recomendado
R para resistencia eléctrica	Res o resist.
A_r para masa atómica relativa	MAT o masa at. rel.
$\tan x$	tg x o tang x
$\log x$ o $\log_a x$	lg x o logax

Tabla 3.17: Uso preferible y no recomendado de símbolos normalizados

3.18 Recomendación: Usar la traducción recomendada por la Real Academia Española para las unidades que provienen de nombres propios

En casos en los que sea necesario escribir el nombre completo de ciertas unidades derivadas de nombres propios, se recomienda utilizar la traducción oficial establecida por la Real Academia Española. Ello se debe a que en el *Brochure del SI* los nombres de las unidades se consideran sustantivos, a diferencia de los símbolos de las unidades que son universales. Los plurales de estos nombres de unidades siguen las mismas reglas básicas propias del español. La Tabla 3.18 presenta los nombres aceptados y aquellos que deben evitarse:

Uso preferible	Uso no recomendado
amperio	ampere
hercio	hertz
julio	joule
vatio	watt
voltio	volt
faradio	farad
ohmio	ohm
henrio	henry

Tabla 3.18: Uso preferible y no recomendado de nombres propios de unidades



4. Conclusiones

La *Guía sobre el uso del Sistema Internacional de Unidades (SI)*, elaborada por el Instituto Nacional de Metrología de Colombia, es una herramienta clave para fortalecer la calidad, la confiabilidad y la exactitud de las mediciones en el país. Su publicación en castellano promueve el acceso amplio a los principios del SI por parte de servidores públicos, académicos, estudiantes, técnicos, profesionales del sector productivo y la ciudadanía en general, facilitando su aplicación en contextos legales, administrativos, científicos, educativos y comerciales.

El uso adecuado del SI favorece la armonización de normativas nacionales con las buenas prácticas internacionales, promoviendo transparencia, coherencia y comparabilidad en los resultados de medición. Este aspecto resulta fundamental en actividades de inspección, vigilancia y control, así como en la generación de resultados técnicamente válidos en laboratorios de calibración y ensayo.

Uno de los mayores aportes de esta guía es consolidar de forma clara y didáctica las reglas fundamentales del SI, mediante ejemplos contextualizados y recomendaciones prácticas que abordan los errores más comunes. Esto permite mejorar la redacción de documentos técnicos y administrativos, fortalecer la trazabilidad metrológica y fomentar uniformidad en la presentación de los resultados.

Asimismo, el contenido incorpora desarrollos recientes como el Marco Digital del SI y los retos que plantea la transformación digital para la ciencia de las mediciones. El SI se presenta así como un sistema en constante evolución, que se adapta a los avances tecnológicos y a las nuevas formas de interacción entre humanos y sistemas digitales.

Se recomienda adoptar esta guía como referencia para la formulación de políticas públicas, regulaciones técnicas y procesos de evaluación de la conformidad. Su incorporación en programas de formación técnica y profesional contribuirá a una mejor comprensión y aplicación del SI.

El uso continuo, correcto y consistente del SI es esencial para evidenciar la trazabilidad metrológica, sustentar decisiones basadas en datos confiables y asegurar que los resultados de medición sean válidos y aceptados tanto a nivel nacional como internacional.



Anexo A. Glosario de términos

Para facilitar el uso y aplicación de esta guía se incluyen algunos términos técnicos que son comunes al referirnos a propiedades de bienes o servicios medibles. Así, los términos magnitud, unidad de medición, medición, exactitud de medición, veracidad de medición, precisión de medición, error de medición, incertidumbre de medición, calibración, trazabilidad metrológica y verificación son traducidos del Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) (JCGM, 2012), con apoyo en la Guía Técnica Colombiana (ICONTEC et al., 2019) y la versión en castellano del Centro Español de Metrología (CEM, 2012); mientras que ajuste de un sistema de medición y verificación de un instrumento de medición se toman del Vocabulario Internacional de Metrología Legal (VIML) (OIML, 2022).

Para la presentación de los términos se sigue la siguiente estructura: en primer lugar, se muestra el término (en negrilla), seguido de la referencia del VIM o del VIML de la cual proviene, con hipervínculo a su definición oficial en las páginas del BIPM o de la OIML, respectivamente. A continuación, se indica el género gramatical del término —*f* para femenino o *m* para masculino— y, cuando aplica, otras formas de uso. Luego se presenta la definición del concepto. En algunos casos, esta se complementa con notas aclaratorias o ejemplos, tomados directamente de las fuentes oficiales. Se mantiene el orden relacional propuesto por el VIM, en lugar de un orden estrictamente alfabético.

magnitud

VIM 1.1

f

propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia

- NOTA 1 El concepto genérico de “magnitud” puede dividirse en varios niveles de conceptos específicos, como muestra la tabla siguiente. La mitad izquierda de la siguiente tabla presenta conceptos de “magnitud”, mientras que la mitad derecha presenta conceptos de magnitudes individuales.

Magnitudes genéricas		Magnitudes individuales
longitud, l	radio, r	radio del círculo A, r_A o $r(A)$
	longitud de onda, λ	longitud de onda de la radiación D del sodio, λ_D o $\lambda(D; Na)$
energía, E	energía cinética, T	energía cinética de la partícula i en un sistema dado, T_i
	calor, Q	calor de evaporación de la muestra i de agua, Q_i
carga eléctrica, Q		carga eléctrica del protón, e
resistencia eléctrica, R		resistencia eléctrica del resistor i en un circuito dado, R_i
concentración de cantidad de sustancia del constituyente B, c_B		concentración: cantidad de sustancia de etanol en la muestra i de vino, $c_i(C_2H_5OH)$
concentración en número del constituyente B, C_B		concentración en número de eritrocitos en la muestra i de sangre, $C(Erits; B_i)$
dureza C de Rockwell, HRC		dureza C de Rockwell de la muestra i de acero, HRC_i

- NOTA 2 La referencia puede ser una unidad de medición, un procedimiento de medición, un material de referencia o una combinación de ellos.
- NOTA 3 Las series de normas internacionales ISO 80000 e IEC 80000 Magnitudes y Unidades, establecen los símbolos de las magnitudes. Estos símbolos se escriben en caracteres itálicos. Un símbolo dado puede referirse a magnitudes diferentes.
- NOTA 4 El formato preferido por la IUPAC/IFCC para la designación de las magnitudes en laboratorios médicos es “Sistema-Componente; naturaleza de la magnitud”.
- EJEMPLO “Plasma (sangre) – Ion sodio; concentración de cantidad de sustancia igual a 143 mmol/L en una persona determinada en un instante dado”.
- NOTA 5 Una magnitud, tal como se define aquí, es una magnitud escalar. Sin embargo, un vector o un tensor, cuyas componentes sean magnitudes, también se considera como una magnitud.
- NOTA 6 El concepto de “magnitud” puede dividirse, de forma genérica, en “magnitud física”, “magnitud química” y “magnitud biológica”, o bien en magnitud de base y magnitud derivada.

unidad de medición

VIM 1.9

f , unidad de medida, unidad

magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número

- NOTA 1 Las unidades se expresan mediante nombres y símbolos asignados por convenio.
- NOTA 2 Las unidades de las magnitudes que tienen la misma dimensión, pueden designarse por el mismo nombre y el mismo símbolo, aunque no sean de la misma naturaleza. Por ejemplo, se emplea el nombre “julio por kelvin” y el símbolo J/K para designar a la vez una unidad de capacidad térmica y una unidad de entropía, aunque estas magnitudes no sean consideradas en general de la misma naturaleza. Sin embargo, en ciertos casos, se utilizan nombres especiales exclusivamente para magnitudes de una naturaleza específica. Por ejemplo, la unidad segundo a la potencia menos uno (1/s) se denomina hercio (Hz) para las frecuencias y becquerel (Bq) para las actividades de radionucleidos.

- NOTA 3 Las unidades de las magnitudes de dimensión uno son números. En ciertos casos se les da nombres especiales; por ejemplo, radián, estereorradián y decibel, o se expresan mediante cocientes como el milimol por mol, igual a 10^{-3} , o el microgramo por kilogramo, igual a 10^{-9} .
- NOTA 4 Para una magnitud dada, el nombre abreviado “unidad” se combina frecuentemente con el nombre de la magnitud, por ejemplo “unidad de masa”.

medición

VIM 2.1

f, medida

proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud

- NOTA 1 Las mediciones no son de aplicación a las propiedades cualitativas.
- NOTA 2 La medición supone una comparación de magnitudes o el conteo de entidades.
- NOTA 3 Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medición, un procedimiento de medición y un sistema de medición calibrado conforme a un procedimiento de medición especificado, incluyendo las condiciones de medición

exactitud de medición

VIM 2.13

f, exactitud

proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando

- NOTA 1 El concepto “exactitud de medición” no es una magnitud y no se expresa numéricamente. Se dice que una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medición.
- NOTA 2 El término “exactitud de medición” no debe utilizarse en lugar de veracidad de medición, al igual que el término “precisión de medición” tampoco debe utilizarse en lugar de “exactitud de medición”, ya que esta última incluye ambos conceptos.
- NOTA 3 La exactitud de medición se interpreta a veces como la proximidad entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

veracidad de medición

VIM 2.14

f, veracidad

proximidad entre la media de un número infinito de valores medidos repetidos y un valor de referencia

- NOTA 1 La veracidad de medición no es una magnitud y no puede expresarse numéricamente, aunque la norma ISO 5725 especifica formas de expresar dicha proximidad.
- NOTA 2 La veracidad de medición está inversamente relacionada con el error sistemático, pero no está relacionada con el error aleatorio.
- NOTA 3 No debe utilizarse el término exactitud de medición en lugar de “veracidad de medición” y viceversa.

precisión de medición

VIM 2.15

f, precisión, precisión de medida

proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas

- NOTA 1 Es habitual que la precisión de una medición se exprese numéricamente mediante mediciones de dispersión tales como la desviación típica, la varianza o el coeficiente de variación bajo las condiciones especificadas.
- NOTA 2 Las “condiciones especificadas” pueden ser condiciones de repetibilidad, condiciones de precisión intermedia, o condiciones de reproducibilidad.
- NOTA 3 La precisión se utiliza para definir la repetibilidad de medición, la precisión intermedia y la reproducibilidad.
- NOTA 4 Con frecuencia, “precisión de medición” se utiliza, erróneamente, en lugar de exactitud de medición.

error de medición

VIM 2.16

m, error, error de medida

diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia

- NOTA 1 El concepto de error de medición puede emplearse
 - a) cuando exista un único valor de referencia, como en el caso de realizar una calibración mediante un patrón cuyo valor medido tenga una incertidumbre de medición despreciable, o cuando se toma un valor convencional, en cuyo caso el error es conocido.
 - b) cuando el mensurando se supone representado por un valor verdadero único o por un conjunto de valores verdaderos, de amplitud despreciable, en cuyo caso el error es desconocido.
- NOTA 2 Conviene no confundir el error de medición con un error en la producción o con un error humano.

incertidumbre de medición

VIM 2.26

f, incertidumbre, incertidumbre de medida

parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza

- NOTA 1 La incertidumbre de medición incluye componentes procedentes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociadas a correcciones y a valores asignados a patrones, así como la incertidumbre debida a la definición. Algunas veces no se corrigen los efectos sistemáticos estimados y en su lugar se tratan como componentes de incertidumbre.
- NOTA 2 El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estandar, en cuyo caso se denomina incertidumbre estandar de medición (o un múltiplo de ella), o la semiamplitud de un intervalo con una probabilidad de cobertura determinada.
- NOTA 3 En general, la incertidumbre de medición incluye numerosas componentes. Algunas pueden calcularse mediante una evaluación tipo A de la incertidumbre de medición, a partir de la distribución estadística de los valores que proceden de las series de mediciones y pueden caracterizarse por desviaciones estandar. Las otras componentes, que pueden calcularse mediante una evaluación tipo B de la incertidumbre de medición, pueden caracterizarse también por desviaciones estandar, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad basadas en la experiencia u otra información.
- NOTA 4 En general, para una información dada, se sobrentiende que la incertidumbre de medición está asociada a un valor determinado atribuido al mensurando. Por tanto, una modificación de este valor supone una modificación de la incertidumbre asociada.

calibración

VIM 2.39

f

operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación

- NOTA 1 Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.
- NOTA 2 Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente “autocalibración”, ni con una verificación de la calibración.
- NOTA 3 Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

trazabilidad metrológica

VIM 2.41

f

propiedad de un resultado de medición por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición

- NOTA 1 En esta definición, la referencia puede ser la definición de una unidad de medición, mediante una realización práctica, un procedimiento de medición que incluya la unidad de medición cuando se trate de una magnitud no ordinal, o un patrón.
- NOTA 2 La trazabilidad metrológica requiere una jerarquía de calibración establecida.
- NOTA 3 La especificación de la referencia debe incluir la fecha en la cual se utilizó dicha referencia, junto con cualquier otra información metrológica relevante sobre la referencia, tal como la fecha en que se haya realizado la primera calibración en la jerarquía.
- NOTA 4 Para mediciones con más de una magnitud de entrada en el modelo de medición, cada valor de entrada debiera ser metrológicamente trazable y la jerarquía de calibración puede tener forma de estructura ramificada o de red. El esfuerzo realizado para establecer la trazabilidad metrológica de cada valor de entrada debería ser en proporción a su contribución relativa al resultado de la medición.
- NOTA 5 La trazabilidad metrológica de un resultado de medición no garantiza por sí misma la adecuación de la incertidumbre de medición a un fin dado, o la ausencia de errores humanos.
- NOTA 6 La comparación entre dos patrones de medición puede considerarse como una calibración si ésta se utiliza para comprobar, y si procede, corregir el valor y la incertidumbre atribuidos a uno de los patrones.
- NOTA 7 La ILAC considera que los elementos necesarios para confirmar la trazabilidad metrológica son: una cadena de trazabilidad metrológica ininterrumpida a un patrón internacional o a un patrón nacional, una incertidumbre de medición documentada, un procedimiento de medición documentado, una competencia técnica reconocida, la trazabilidad metrológica al SI y los intervalos entre calibraciones (véase ILAC P-10:2002).

- NOTA 8 Algunas veces el término abreviado “trazabilidad” se utiliza en lugar de “trazabilidad metrológica” así como para otros conceptos, como trazabilidad de una muestra, de un documento, de un instrumento, de un material, etc., cuando interviene el historial (“traza”) del elemento en cuestión. Por tanto, es preferible utilizar el término completo “trazabilidad metrológica” para evitar confusión.

verificación

VIM 2.44

f

suministro de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados

- EJEMPLO 1 La confirmación de que un material de referencia declarado es homogéneo para el valor y el procedimiento de medición correspondientes, para muestras de masa de valor hasta 10 mg.
- EJEMPLO 2 La confirmación de que se satisfacen las propiedades de funcionamiento declaradas o los requisitos legales de un sistema de medición.
- EJEMPLO 3 La confirmación de que puede alcanzarse una incertidumbre objetivo.
- NOTA 1 Cuando sea necesario, es conveniente tener en cuenta la incertidumbre de medición.
- NOTA 2 El elemento puede ser, por ejemplo, un proceso, un procedimiento de medición, un material, un compuesto o un sistema de medición.
- NOTA 3 Los requisitos especificados pueden ser, por ejemplo, las especificaciones del fabricante.
- NOTA 4 En metrología legal, la verificación, tal como la define el Vocabulario Internacional de Metrología Legal, VIML (OIML, 2022), y en general en la evaluación de la conformidad, puede conllevar el examen, marcado o emisión de un certificado de verificación de un sistema de medición.
- NOTA 5 No debe confundirse la verificación con la calibración. No toda verificación es una validación.
- NOTA 6 En química, la verificación de la identidad de una entidad, o de una actividad, requiere una descripción de la estructura o las propiedades de dicha entidad o actividad.

ajuste de un sistema de medición

VIM 3.11

m, ajuste

conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medición para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir

- NOTA 1 Diversos tipos de ajuste de un sistema de medición son: ajuste de cero, ajuste del offset (desplazamiento) y ajuste de la amplitud de escala (denominado también ajuste de la ganancia).
- NOTA 2 No debe confundirse el ajuste de un sistema de medición con su propia calibración, que es un requisito para el ajuste.
- NOTA 3 Después de su ajuste, generalmente un sistema de medición debe ser calibrado nuevamente.

ajuste de un sistema de medición

VIML 0.15

m, ajuste

conjunto de operaciones realizadas en un sistema de medición para que proporcione indicaciones establecidas con anterioridad por mandato, correspondientes a valores dados de una magnitud a medir

-
- NOTA 1 Diversos tipos de ajuste de un sistema de medición son: ajuste de cero, ajuste del desplazamiento y ajuste de la amplitud de escala (denominado también ajuste de la ganancia).
 - NOTA 2 No debe confundirse el ajuste de un sistema de medición con su calibración, el cual es un requisito para el ajuste
 - NOTA 3 Después del ajuste de un sistema de medición, generalmente este sistema debe ser calibrado nuevamente.

verificación de un instrumento de medición

VIML 2.09

f

procedimiento de evaluación de la conformidad (distinto de la evaluación de tipo) que da lugar a la colocación de un marcado y/o a la emisión de un certificado de verificación de un sistema de medición.



Bibliografía

- Bemt, Patricia M L A van den, Toine C G Egberts, Lolkje T W de Jong-van den Berg y Jacobus R B J Brouwers (2000). «Drug-related problems in hospitalised patients». En: *Drug safety* 22, páginas 321-333. ISSN: 0114-5916 (véase página 12).
- BIPM, Bureau International et Poids et Mesures (2024). *The International System of Units (SI)*. 9th edition. original-date: 2019. Sèvres, France: BIPM. ISBN: 978-92-822-2272-0. URL: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure> (visitado 23-10-2024) (véanse páginas VI, 2, 5, 8, 11, 13).
- CEM, Centro Español de Metrología (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados*. 3rd. URL: <https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf> (véase página 24).
- CGPM, Conférence Générale des Poids et Mesures (1960). «Système International d'Unités». En: *Resolution 12 of the 11th CGPM*. DOI: [10.59161/CGPM1960RES12E](https://doi.org/10.59161/CGPM1960RES12E) (véase página 2).
- (1983). «Definition of the metre». En: *Resolution 1 of the 17th CGPM*. DOI: [10.59161/CGPM1983RES1E](https://doi.org/10.59161/CGPM1983RES1E) (véase página 2).
- (2018). «On the revision of the International System of Units (SI)». En: *Resolution 1 of the 26th CGPM*. DOI: [10.59161/CGPM2018RES1E](https://doi.org/10.59161/CGPM2018RES1E) (véase página 2).
- DNP, Departamento Nacional de Planeación (2019). *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. Informe técnico CONPES 3975. Consultado el 24 de febrero de 2025. Colombia: Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). URL: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf> (véase página 10).
- Garrouste-Orgeas, Maité, François Philippart, Cédric Bruel, Adeline Max, Nicolas Lau y B Misset (2012). «Overview of medical errors and adverse events». En: *Annals of Intensive Care* 2 (1), página 2. ISSN: 2110-5820. DOI: [10.1186/2110-5820-2-2](https://doi.org/10.1186/2110-5820-2-2). URL: <https://doi.org/10.1186/2110-5820-2-2> (véase página 12).
- Hanisch, Robert, Stuart Chalk, Romain Coulon, Simon Cox, Steven Emmerson, Francisco Javier Flamenco Sandoval, Alistair Forbes, Jeremy Frey, Blair Hall, Richard Hartshorn y et al. (2022). «Stop squandering data: Make units of measurement machine-readable». En: *Nature* 605.7909, páginas 222-224. DOI: [10.1038/d41586-022-01233-w](https://doi.org/10.1038/d41586-022-01233-w) (véase página 9).
- ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, International Organization for Standardization ISO y IEC International Electrotechnical Commission (2019). *GTC-ISO-IEC 99:2019 Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales, generales y términos asociados (VIM)*. (Véase página 24).
- IEC, International Electrotechnical Commission (nov. de 2022). *IEC 80000-6:2022 Quantities and units — Part 6: Electromagnetism*. Versión 2.0. Geneva, Switzerland. URL: <https://www.iso.org/standard/77846.html> (visitado 25-04-2024) (véase página 22).

- ISO, International Organization for Standardization (2019a). *ISO 80000-2:2019 Quantities and units -Part 2: Mathematics*. Versión 2. URL: <https://www.iso.org/standard/64973.html> (visitado 24-02-2025) (véase página 22).
- (2019b). *ISO 80000-9:2019 Quantities and units -Part 9: Physical chemistry and molecular physics*. Versión 2. URL: <https://www.iso.org/standard/64979.html> (visitado 24-02-2025) (véase página 22).
- JCGM, Joint Committee for Guides in Metrology (2012). *International Vocabulary of Metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM)*. 3rd. JCGM. URL: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_200_2012.pdf/f0e1ad45-d337-bbeb-53a6-15fe649d0ff1 (véanse páginas VI, 24).
- MIB, Mishap Investigation Board (nov. de 1999). *Mars Climate Orbiter Mishap Investigation Board Phase I Report November 10, 1999* (véase página 11).
- NIST, National Institute of Standards and Technology (2008). *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. Informe técnico. NIST, National Institute of Standards and Technology (véase página VII).
- OIML, Organisation Internationale de Métrologie Légale (2022). *International vocabulary of terms in legal metrology (VIML)*. URL: https://www.oiml.org/en/files/pdf_v/v001-ef22.pdf (véanse páginas VII, 24, 29).
- República de Colombia (2011). *Decreto 4175 de 2011 Por el cual se escinden unas funciones de la Superintendencia de Industria, y Comercio, se crea el Instituto Nacional de Metrología y se establece su objetivo y estructura*. URL: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66363> (véase página VI).
- (2012). *Ley 1512 de 2012 Por medio de la cual se aprueba la Convención del Metro", firmada en París el 20 de mayo de 1875 y modificada el 6 de octubre de 1921 y Reglamento Anexo"*. URL: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=45830> (véase página VI).
- Sausser, Brian J., Richard R. Reilly y Aaron J. Shenhar (oct. de 2009). «Why projects fail? How contingency theory can provide new insights – A comparative analysis of NASA’s Mars Climate Orbiter loss». En: *International Journal of Project Management* 27 (7), páginas 665-679. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2009.01.004](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.01.004) (véase página 11).
- Wheeler, S. J. y D. W. Wheeler (mar. de 2005). «Medication errors in anaesthesia and critical care». En: *Anaesthesia* 60 (3), páginas 257-273. ISSN: 0003-2409. DOI: [10.1111/j.1365-2044.2004.04062.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2004.04062.x) (véase página 12).
- Wikimedia Commons (2025). *File:Gasoline unit.svg* — *Wikimedia Commons, the free media repository*. [Online; accessed 28-marzo-2025]. URL: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Gasoline_unit.svg&oldid=1006546503 (véase página 12).
- Wright, Joseph (2022). *siunitx – A comprehensive (SI) units package*. Version 3.3.6. Comprehensive T_EX Archive Network (CTAN). URL: <https://ctan.org/pkg/siunitx> (véase página III).



Instituto Nacional de
Metrología de Colombia



Instituto Nacional de Metrología - INM, Colombia

www.inm.gov.co