

Errores ortográficos en el uso del Sistema Internacional de Unidades de Medida

Orthographic Errors in the Use of the International System of Units of Measure

Juan Antonio Vera Aparici^{a*}

Resumen

El uso del Sistema Internacional de Unidades de Medida¹ es obligatorio en España desde 1985. La publicación de la traducción al español de la novena edición del SI (BIPM, 2019a), es un buen motivo para pasar revista a las modificaciones introducidas y también para exponer con ejemplos una serie de errores ortográficos cometidos antes de esta edición.

Palabras clave: Unidades de Medida, Sistema Internacional, errores ortográficos, constantes físicas fundamentales, sistemas de unidades de medida no SI.

Abstract

The use of the International System of Units of Measure is compulsory in Spain since 1985. The publication of the Spanish version of the ninth edition of the IS of Units (BIPM, 2019a), is a good reason to review the modifications introduced and also to show with examples a series of errors made previous to this edition.

Keywords: Units of Measure, International System, orthographic errors, fundamental physical constants, non SI systems of units of measure.

1. INTRODUCCIÓN

El lector avisado puede preguntarse acerca de la razón, por no hablar de la necesidad, del presente artículo si se tiene en cuenta que el uso del SI es legal en España desde 1967, obligatorio en 1985 y que a partir del Real Decreto² 2032/2009 existen unas «Reglas de escritura de los símbolos y nombres de las unidades, de expresión de los valores de las magnitudes y para la formación de los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades del SI» publicadas en el Anexo de la *Corrección de errores y erratas del Real Decreto 2032/2009...*

La publicación de la 9.^a edición del SI en francés³ e inglés ha supuesto la de la Directiva (UE) 2019/1258 y, a su vez, su

transposición por el RD 0493/2020, finalizando así el proceso de incorporación al Derecho español de la citada edición.

Un paso adelante «con el fin de acercar el nuevo SI a la sociedad», en palabras del Centro Español de Metrología (CEM), ha sido la publicación de la traducción (BIPM, 2019a), tanto en formato impreso como electrónico. Sería deseable que este paso fuese el primero de otros que supongan la difusión institucional de SI y la exigencia de su uso correcto.

Ese acercamiento es urgente como lo prueba el apartado *12 Errores y erratas en el empleo del SI*. La ortografía de los números, de las unidades de medida, de sus símbolos y sus prefijos de un sistema de unidades que es independiente del idioma del usuario debería exigir, cuando menos, el mismo rigor en su aplicación que la ortografía de las palabras.

2. LA SINGULARIDAD DE LA NOVENA EDICIÓN DEL SI

En esta edición y por primera vez en la historia del SI y del Convenio del Metro, en cumplimiento la *Resolución número 1 (Sobre la revisión del Sistema internacional de unidades (SI))*⁴ de la 26.^a Conferencia General de Pesas y Medidas

¹ Dado que los términos *SI*, *Sistema Internacional*, *Sistema Internacional de Unidades* y *Sistema Internacional de unidades de medida* se emplean indistintamente, en este artículo se utiliza únicamente *SI*, excepto en las citas textuales.

² En lo sucesivo RD.

³ En la p. 12 se puede leer «*La présente brochure est également disponible en anglais mais c'est le français qui fait autorité si une référence est nécessaire ou s'il y a un doute sur l'interprétation*». Así pues, la afirmación que se lee en la p. 2 de la traducción española (BIPM, 2019a): «La única versión oficial es la publicada por el BIPM» es incompleta; el texto correcto debe ser: «El único texto oficial es el francés publicado por el BIPM». En cambio, en las ediciones 2.^a (2008) y 3.^a (2013) de la traducción española de BIPM, 2006c, p. 4 sí se lee «*El presente documento es una traducción autorizada de la correspondiente publicación del*

BIPM. El único documento oficial es el texto en francés, el cual debe utilizarse siempre que se requiera una referencia autorizada o cuando exista duda sobre alguna interpretación del texto.

⁴ Esta resolución entró en vigor el 20 de mayo fecha en la que se conmemora el Día Mundial de la Metrología, ya que fue el 20 de mayo de 1875 el día de la firma del *Convenio... para asegurar la unificación internacional y el perfeccionamiento del Sistema Métrico* (Convenio del Metro), siendo el Rey de España (a la sazón Alfonso XII), representado por los Plenipotenciarios «Don Mariano Roca

* Mail: juanan.veraparci@gmail.com

^a Ingeniero Agrónomo.

Tabla 1. Las siete constantes físicas definitorias de las siete unidades básicas⁶

Constante física	Símbolo	Valor numérico	Unidad	Unidades básicas
Frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental del átomo de cesio 133 no perturbado	$\Delta\nu_{Cs}$	9 192 631 770	Hz	s^{-1}
Velocidad de la luz en el vacío	c	299 792 458	$m \cdot s^{-1}$	$s^{-1} \cdot m$
Constante de Planck	h	$6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$	J·s	$s^{-1} \cdot m^2 \cdot kg$
Carga elemental	e	$1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$	C	$s \cdot A$
Constante de Boltzmann	k	$1,380\,649 \times 10^{-23}$	J·K ⁻¹	$s^{-2} \cdot m^2 \cdot kg \cdot K^{-1}$
Constante de Avogadro	N_A	$6,022\,140\,76 \times 10^{23}$	mol ⁻¹	mol ⁻¹
Eficacia luminosa espectral de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz	K_{cd}	683	lm·W ⁻¹	$s^3 \cdot m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot cd \cdot sr$

(Versalles, 2018-11-13/16⁵) (BIPM, 2019a, Anexo 1, p. 87-90), las siete unidades básicas pasan a ser definidas mediante siete constantes físicas fundamentales, abandonando así el empleo de objetos de referencia. Las siete constantes son las de la tabla 1; los valores numéricos de todas ellas proceden del CODATA (Committee on Data for Science and Technology) (2018).

La resolución citada, tras la definición de las constantes que aparecen en la tabla anterior, añade: «donde las unidades hercio, julio, culombio, lumen y vatio, que tienen respectivamente por símbolo Hz, J, C, lm y W, están relacionadas con las unidades segundo, metro, kilogramo, amperio, kelvin, mol y candela, que tienen respectivamente por símbolo s, m, kg, A, K, mol y cd, según las relaciones $Hz = s^{-1}$, $J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$, $C = A \cdot s$, $lm = cd \cdot m^2 \cdot m^{-2} = cd \cdot sr$ y $W = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$ ».

La traducción española de la nueva definición de las unidades básicas se encuentra en BIPM, 2019a, p. 16 a 21.

La tabla 2 resume las relaciones entre las unidades básicas y las constantes físicas. Obsérvese que el orden no es el tradicional, debido al procedimiento de definición de las unidades: cada unidad, a excepción de la unidad *segundo*, se define a partir de constantes físicas indicado en la tabla con un asterisco (*) y de alguna o algunas de las unidades definidas previamente.

Tabla 2. Relación entre las unidades SI básicas y las constantes físicas

Constante	$\Delta\nu_{Cs}$	c	h	e	k	N_A	K_{cd}
Unidad							
segundo	*	---	---	---	---	---	---
metro	*	*	---	---	---	---	---
kilogramo	*	*	*	---	---	---	---
amperio	*	---	---	*	---	---	---
kelvin	*	*	*	---	*	---	---
mol	---	---	---	---	---	*	---
candela	*	*	*	---	---	---	*

de Togores, ... et M. le Général Ibanez [sic]...» [se trata del general Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero], uno de los diecisiete primeros signatarios. El Convenio recibió carta de naturaleza en España cuando la Gaceta de Madrid publicó, el nueve de enero de 1876, la traducción española, seguida de la Ley de pesas y medidas de 08 de julio de 1892 y el RD [de 1895-09-05] cuya última modificación fue el Decreto de 01 de febrero de 1952.

⁵ La escritura de la fecha se ha realizado siguiendo la norma UNE-EN 28601:1995.

⁶ Si bien en el apartado 6.2 se trata el uso de los símbolos de la multiplicación y la división en el caso de los símbolos de las unidades, en este artículo y en aras de la claridad y la coherencia la multiplicación de los símbolos de dos unidades sigue la forma $a \cdot b$, siendo la de la división $a \cdot b^{-1}$.

La tabla 3 (basada en BIPM, 2019a, p. 16 y 22) presenta las siete magnitudes básicas, sus símbolos y los de sus dimensiones, así como las unidades básicas y sus símbolos.

Tabla 3. Magnitudes y unidades básicas

Magnitud básica	Símbolo	Símbolo de la dimensión	Unidad básica	Símbolo
tiempo	t	T	segundo	s
longitud	l, x, r , etc.	L	metro	m
masa	m	M	kilogramo	kg
corriente eléctrica	I, i	I	amperio	A
temperatura termodinámica	T	Θ	kelvin	K
cantidad de sustancia	n	N	mol	mol
intensidad luminosa	I_v	J	candela	cd

3. LOS LEGISLADORES DE NORMAS DE EMPLEO DEL SI

Cabe distinguir dos legisladores según su ámbito competencial: por una parte la Unión Europea, que ha empleado exclusivamente la directiva como instrumento legislativo (véase el apartado 3.1 a continuación) lo que ha exigido la transposición al Derecho de cada Estado miembro y por otra el Gobierno de España, que ha empleado diversos instrumentos legislativos, tal y como se indican en el apartado 3.2.

3.1. Marco legal de la Unión Europea⁷

El marco de la legislación de la actual Unión Europea en relación con las unidades de medida, lo conforman una serie de directivas cuyo objetivo ha sido «la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre unidades de medida»⁸.

⁷ Es de resaltar que no todos los Estados miembro de la Unión Europea son Estados Parte del Convenio: hay 23 Estados Miembros y cuatro Estados Asociados: Estonia, Letonia, Lituania y Malta. Chipre no pertenece a ninguna de las dos categorías.

⁸ Obsérvese que no se pretende la homogeneización ni mucho menos la unificación. El logro de un objetivo de tal cortadía de miras explica que el instrumento usado haya sido la Directiva (ocho desde 1971) y no el Reglamento.

La primera directiva fue la 71/354/CEE, modificada por la 76/770/CEE tras el ingreso el uno de enero de 1973 de Irlanda y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

La Directiva 80/181/CEE no sólo derogó la 71/354/CEE, sino que, con sus modificaciones⁹, sigue siendo la directiva de referencia.

El Anexo de esta directiva está organizado en cuatro capítulos. De acuerdo con el artículo 1 de la directiva, solo los dos primeros presentan las unidades que pueden utilizarse sin fecha de caducidad¹⁰. Se corresponde con la redacción del artículo 1:

«Las unidades de medida legales a los efectos de la presente Directiva que deberán utilizarse para expresar las magnitudes son:

- a) Las recogidas en el Capítulo I del Anexo.
- b) Las recogidas en el Anexo, capítulo II, únicamente en aquellos Estados miembros en que estuvieran autorizadas el 21 de abril de 1973. (Modificado por las directivas 89/617/CEE y 2009/003/CE).
- c) Las recogidas en el capítulo III del Anexo, únicamente en aquellos Estados miembros en que estuvieran autorizadas el 21 de abril de 1973 y hasta una fecha que establezcan esos Estados miembros. Esta fecha no podrá ser posterior al 31 de diciembre de 1994. (Modificado por la Directiva 89/617/CEE).
- d) Las recogidas en el capítulo IV del Anexo únicamente en aquellos Estados miembros en que estuvieran autorizadas el 21 de abril de 1973 y hasta una fecha que establezcan esos Estados miembros. Esta fecha no podrá ser posterior al 31 de diciembre de 1999. (Añadido por la Directiva 89/617/CEE)».

3.2. Marco legal español: de la voluntariedad (1967) a la obligación (1985)

La primera referencia legal española al SI ha cumplido más de medio siglo: se trata de la Ley 88/1967, que en su artículo primero decretaba: «Se declara de uso legal en España el denominado Sistema Internacional de Unidades de Medida, en abreviatura S. I. ...».

Esta ley fue derogada por la Ley 03/1985, de la que se subrayan dos textos:

- El apartado 1 del artículo segundo: «Son Unidades Legales de Medida las unidades básicas, suplementarias y derivadas del Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas».
- El apartado 1 del artículo quinto: «El Sistema Legal de Unidades de Medida es de uso obligatorio en todo el territorio del Estado Español».

⁹ Se trata de las directivas 85/001/CEE, 89/617/CEE, 1999/103/CE, 2009/003/CE y 2019/1258.

¹⁰ Estas son algunas de las erratas que contiene: *absorvida* por *absorbida*; *corriente eléctrica alternativa* por *corriente alterna*; *le longitud* por *de longitud*; *temperature* por *temperatura*; *untensidad* por *intensidad* y *1° w* por *1° =*.

La Ley 03/1985 fue modificada por el RD Legislativo 1296/1986, que, entre otros aspectos, estableció el control metrológico CEE.

Tres años después, el RD 1317/1989¹¹, inicia un modelo de presentación de las unidades, explicado en los apartados 2 y 3 de su artículo único:

«1. El Sistema Legal de Unidades de Medida obligatorio en España es el sistema métrico decimal de siete unidades básicas, denominado Sistema Internacional de unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas y vigente en la Comunidad Económica Europea.

2. Quedan relacionadas y definidas en el anexo al presente Real Decreto las unidades SI básicas y suplementarias (capítulo I), las unidades SI derivadas (capítulo II) y las reglas para la formación de los múltiplos y submúltiplos de dichas unidades (capítulo III).

3. Queda asimismo autorizado el empleo de las unidades recogidas en el capítulo IV del citado anexo».

Este RD experimentó una ligera modificación por el RD 1737/1997: la inclusión de cuatro prefijos y el paso del *radián* y del *estereorradián* a unidades derivadas adimensionales.

El RD 1317/1989 fue derogado por el ya citado RD 2032/2009. La corrección de errores y erratas de este RD supuso la publicación de un nuevo Anexo¹², anexo que ha sido modificado por el RD 0493/2020 en los siguientes puntos (los números romanos indican los capítulos): I.2; II Tabla 3 nota (e); III.1.6; III.2.8 y III.2.9.

Las publicaciones, tanto de la Ley 32/2014, que derogó la Ley 03/1985, como del RD 0244/2016, por el que se desarrolla la citada ley no supusieron modificación del Anexo del RD 2032/2009.

Para finalizar la revisión de la normativa, la revisión de los patrones nacionales de medida tanto de las unidades básicas como de las derivadas se encuentra en la Orden ICT/149/2020.

4. LAS ORGANIZACIONES PRODUCTORAS DE NORMAS DE ORTOGRAFÍA DE UNIDADES

Como *productoras de normas* se debe entender a las organizaciones internacionales o nacionales redactoras, editoras, traductoras o adaptadoras de normas, cuyos productos deben conseguir posteriormente validez legal en los países miembros de cada una de ellas. Desde el punto de vista del espacio geográfico de su competencia, se consideran tres ámbitos, a saber: el internacional, el de la Unión Europea y el español.

¹¹ La corrección de errores del RD 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las unidades legales de medida se publicó en el BOE 021 de 1990-02-24.

¹² Este Anexo se ha basado en la traducción española de la 8.ª edición de *Le Système international d'unités (SI)/The International System of Units (SI)* (BIPM, 2006a), pero no ha incluido la tabla 9 (*Unidades no pertenecientes al SI, asociadas a los sistemas de unidades CGS y CGS-Gaussiano*).

4.1. Ámbito internacional

El Comité Conjunto para las Guías en Metrología (*Joint Committee for Guides in Metrology*, JCGM) responsable de las publicaciones (se citan los títulos de la traducción española) *Evaluación de datos de medición: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida* (JCGM 100:2008) y del *Vocabulario Internacional de Metrología* (JGM, 200:2012) agrupa las ocho organizaciones internacionales siguientes:

- *Bureau International des Poids et Mesures*¹³ (BIPM). La Oficina Internacional de Pesas y Medidas (OIPM) depende del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) que, a su vez, depende de la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM). Esta Oficina es la encargada de la publicación de las cuatro primeras ediciones de *Le Système International d'Unités* (figura 1) desde 1970 hasta 1985 y de la serie bilingüe *Le Système International d'Unités. The International System of Units* a partir de la quinta edición (1986).
- *International Electrotechnical Commission* (IEC). El IEC *Technical Committee 25* es el Comité Técnico de Magnitudes y Unidades.
- *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (IFCC).
- *International Laboratory Accreditation Cooperation* (ILAC).
- *International Organization for Standardization* (ISO). El ISO *Technical Committee 12* es el Comité Técnico de Magnitudes y unidades.

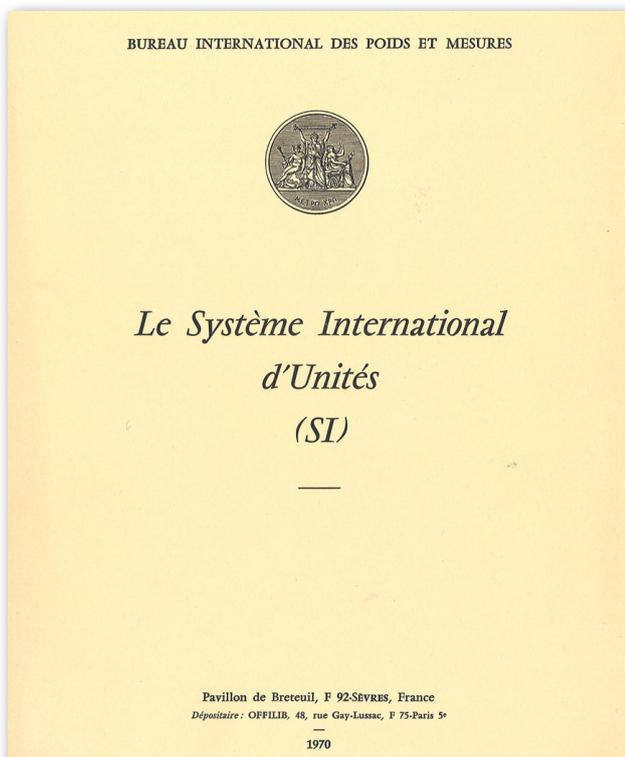


Figura 1. Portada de la primera edición del Sistema Internacional de Unidades.

¹³ Oficina creada por el artículo 1º del Convenio del Metro: «Las Altas Partes contratantes se obligan a [sic] fundar y sostener en París una *Oficina internacional de pesas y medidas*, científica y permanente, cuyos gastos serán de cuenta de todas ellas».

- *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) (véase Cohen *et al.*, 2008).
- *International Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP) (véase Cohen y Giacomo, 1987).
- *Organisation internationale de métrologie légale* (OIML).

4.2. Ámbito de la Unión Europea

En este ámbito existen dos comités:

- Comité Europeo de Normalización (CEN). Símbolo del producto: EN (*European Norm*).
- Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).

4.3. Ámbito español

En España la legislación sobre pesas y medidas es competencia exclusiva del Estado (art. 149.12º de la Constitución Española). La articulación práctica se produce mediante dos organizaciones, una pública y otra privada:

- Centro Español de Metrología (CEM), dependiente del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- Asociación Española de Normalización (UNE)¹⁴. Símbolo del producto: UNE (Una Norma Española). Traduce las normas ISO al español, tras lo cual adquieren su carácter normativo tras la publicación del título de la norma en el BOE.

5. DOCUMENTOS EN ESPAÑOL QUE INCLUYEN REGLAS DE ESCRITURA DEL SI

Se pueden citar seis, de los que los dos últimos deberán ser actualizados:

- a) BIPM. 2006a. *El Sistema Internacional de Unidades SI*. BIPM. 8.ª edición. 3.ª edición en español. 2013.
- b) BIPM. 2019a. *El Sistema Internacional de Unidades. 9ª Edición*.
- c) RD 2032/2009 (corrección de errores y erratas).
- d) RD 0493/2020.
- e) La traducción española de las normas ISO 80000. *Quantities and units*: UNE-EN 80000 (partes 06 y 13)¹⁵ y UNE-EN ISO 80000 (partes 01, 02, 03, 04, 05, 08, 09, 10, 11 y 12)¹⁶.
- f) Centro Español de Metrología. 2013. *Recomendaciones del Centro Español de Metrología para la enseñanza y utilización del Sistema Internacional de unidades de medida*.
- g) Centro Español de Metrología. S.f. *Resumen de Reglas de escritura para artículos técnicos*.

¹⁴ Organismo de normalización creado tras el cumplimiento por parte de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) de la condición «I»: Separar jurídica, funcional y contablemente las actividades de normalización de cualquier actividad de evaluación de la conformidad» del artículo segundo, uno, del RD 1072/2015.

¹⁵ Con esta misma numeración existen tres normas IEC 80000: la 06, la 13 y la 14.

¹⁶ La norma UNE-EN 80000-14:2011 está anulada.

Al hablar de reglas de escritura, es de justicia citar a la Real Academia Española (RAE) y en particular a cuatro de sus publicaciones: la *Nueva gramática de la lengua española* (2010a), la *Ortografía de la lengua española* (2010b) (En concreto el Capítulo VIII. *La ortografía de las expresiones numéricas*), el *Diccionario de la lengua española* (2014, 23.ª edición) y el *Libro de estilo de la lengua española según la norma panhispánica* (2018). Las casi 7500 páginas del conjunto conforman una herramienta de comunicación imprescindible para una transmisión de calidad de la información escrita.

6. REGLAS ORTOGRÁFICAS RELACIONADAS CON EL SI

6.1. Algunos conceptos básicos sobre el SI

El SI es un «Sistema de unidades basado en el Sistema Internacional de Magnitudes¹⁷, con nombres y símbolos de las unidades, incluyendo una serie de prefijos con sus nombres y símbolos, así como reglas para su utilización, adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM)» (UNE-EN ISO 80000-1:2014, p. 15).

Como sistema de unidades en el que sus símbolos son independientes del idioma empleado, es imprescindible mantener el máximo rigor ortográfico en su utilización.

Existen cuatro conceptos vinculados: magnitud, valor de una magnitud, valor numérico de una magnitud y unidad de medida del valor numérico de la magnitud. Estas son sus definiciones, procedentes también de UNE-EN ISO 80000-1:2014 (págs. 10, 16, 17 y 18)

- *magnitud*: Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.
- *valor de una magnitud, valor*: Conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.
- *valor numérico de una magnitud, valor numérico*: Número empleado en la expresión del valor de una magnitud, diferente del utilizado como referencia.
- *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.

6.2. Reglas de básicas de escritura del SI

Las fuentes del texto del resto del punto 6 son dos: el Capítulo III del Anexo corregido del RD 2032/2009 y el apartado 5.4 *Reglas y convenios de estilo para expresar los valores de las magnitudes* (BIPM, 2019a, pp. 35-39).

La expresión de los valores de las magnitudes se realiza empleando únicamente unidades del SI o unidades reconocidas para su empleo con el SI.

6.2.1. Símbolos de la multiplicación y la división

El apartado 1.4 del Capítulo III del Anexo antes citado dice así: «Para formar los productos y cocientes de los símbolos de las unidades, se aplican las reglas habituales de multiplicación o de división algebraicas. La multiplicación debe indicarse mediante un espacio o un punto centrado a media altura (·), para evitar que ciertos prefijos se interpreten erróneamente como un símbolo de unidad. La división se indica mediante una línea horizontal, una barra oblicua (/), o mediante exponentes negativos. Cuando se combinan varios símbolos de unidades, hay que tener cuidado para evitar toda ambigüedad, por ejemplo utilizando corchetes o paréntesis, o exponentes negativos. En una expresión dada sin paréntesis, no debe utilizarse más de una barra oblicua, para evitar ambigüedades».

Por otra parte, en el apartado 5.4.6 *Multiplicación y división de símbolos de magnitudes, valores de magnitudes y números* de la traducción al español de la 9.ª edición del SI (BIPM, 2019a, p. 38) se lee: «Cuando se multiplican o dividen símbolos de magnitudes, puede emplearse cualquiera de las formas escritas siguientes: ab , $a b$, $a \cdot b$, $a \times b$, a/b , $\frac{a}{b}$, $a b^{-1}$.

Cuando se multiplican valores de magnitudes, debe utilizarse, bien un signo de multiplicación, \times , bien paréntesis (o corchetes), pero no el punto a media altura (centrado). Cuando se multipliquen solo números, debe utilizarse únicamente el signo de multiplicación, \times .

Cuando se dividen valores de magnitudes mediante una barra oblicua, deben emplearse paréntesis para evitar toda ambigüedad¹⁸.

- *Magnitudes (símbolos)*: letra cursiva. Si se trata de magnitudes vectoriales, cursiva negrita.
- *Unidades*: «Los nombres de las unidades se imprimen en caracteres romanos (rectos) y se consideran como nombres (sustantivos) comunes, empiezan por minúscula (incluso cuando su nombre es el de un científico eminente y el símbolo de la unidad comienza por mayúscula), salvo que se encuentren situados al comienzo de una frase o en un texto en mayúsculas, como un título¹⁹».

¹⁸ El texto anterior exige una aclaración concerniente al signo de la multiplicación (\times). Por tratarse de un signo no alfabetizable, el empleo de la letra equis (x) es incorrecto, porque puede confundirse con la incógnita del mismo nombre.

También son incorrectas las traducciones españolas de las normas ISO 80000, partes 1:2013 [2014] y 2:2009 [2013]. La primera, en su página 38 utiliza dos veces la expresión «cruz (\times)»; en página 18 de la segunda aparece la observación: «El símbolo de multiplicación es un punto a media altura (\cdot) o una cruz (\times)». Aunque en los originales a traducir aparezca la palabra *cross*, la traducción española exigiría bien la colocación de un *sic* a continuación de *cruz* o bien indicar el tipo de cruz, por tratarse de un término ambiguo (el *DLE* menciona más de una docena de cruces distintas) ya que en este caso se trata de un símbolo que adopta la forma de una cruz griega girada 45° alrededor de la intersección a la mitad de las longitudes de las dos líneas que la forman y cuyo símbolo Unicode es U+00D7.

¹⁹ Texto añadido por el RD 0493/2020: «Las denominaciones castellanizadas de uso habitual de las unidades son aceptadas, siempre que estén reconocidas por la Real Academia Española de la Lengua (ejemplos: amperio, culombio, faradio, hercio, julio, ohmio, voltio, vatio)». Este texto sugiere varios comentarios: 1) No existe una *Real Academia Española de la Lengua*; con decir *Real Academia Española* es suficiente. 2) Ya que se trata de *Real Academia Española* sería ade-

¹⁷ Sistema Internacional de Magnitudes, ISQ (*International System of Quantities*) es un «Sistema de magnitudes basado en las siete magnitudes básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa» (UNE-EN ISO 80000-1:2009, p. 12).

- Unidades (símbolos): letra redonda.
- Prefijos de los símbolos de las unidades: letra redonda.
- Valores numéricos de las magnitudes: letra redonda.
- Superíndices y subíndices: letra redonda si son de carácter descriptivo; cursiva en caso contrario.

6.3. Magnitudes

- Debe distinguirse sin posibilidad de error el objeto de la magnitud que lo describe.
- Se les puede incorporar información adicional mediante subíndices y superíndices.

6.4. Unidades de medida

- En cualquier expresión, sólo se emplea una unidad.
- Los nombres de las unidades no admiten abreviaciones.
- Los nombres de las unidades no admiten operaciones matemáticas.
- Los nombres o los símbolos de las unidades no se mezclan con la información.
- Los nombres y los símbolos de las unidades no se mezclan entre sí.

6.5. Símbolos de las unidades de medida

Para mantener la independencia de los símbolos del idioma en el que se emplean, es necesario respetar estrictamente las siguientes normas:

- Los símbolos de las unidades no admiten abreviaciones.
- Los símbolos de las unidades no admiten el plural.
- Los símbolos de las unidades no admiten el punto y seguido salvo que se trate de uno ortográfico (final de una frase).
- Los símbolos de las unidades no admiten subíndices ni cualquier otra información.
- Los símbolos de las unidades se tratan como entidades matemáticas.

6.6. Prefijos de las unidades de medida y sus símbolos

- Los prefijos decimales de los símbolos de las unidades indican los múltiplos o submúltiplos decimales de éstas. Son los que aparecen en la tabla 8.
- No se admiten los prefijos compuestos ni su uso sin el símbolo de la unidad.
- No se deja espacio entre el símbolo del prefijo y el de la unidad, de forma que el conjunto constituye un nuevo símbolo de unidad. Este nuevo símbolo de unidad puede ser objeto de combinación con otros símbolos o de potenciación positiva o negativa.

cuando haber empleado *españolizar* en lugar de *castellanizar*. 3) El criterio de la RAE en la versión electrónica de su *Diccionario de la Lengua Española* hace que se escriban en cursiva: *gauss*, *maxwell*, *neper*, *newton*, *roentgen*, *siemens*, *sievert* y *stokes*. Ampliando este criterio, en la tabla 11, además de las unidades del *British Imperial System*, se escriben en cursiva las unidades que no aparecen en el citado diccionario.

- El nombre del prefijo y el de la unidad forman una sola palabra.

6.7. Valores numéricos de las magnitudes

- El valor numérico se expresa empleando únicamente los números arábigos.
- El valor numérico precede siempre al símbolo de la unidad y entre ambos debe existir un espacio en blanco.
- La modificación por el RD 0493/2020 del apartado 2.8 sobre el símbolo del separador decimal (entre la parte entera y la decimal) dice: «puede ser la coma o el punto, en la propia línea de escritura. Preferiblemente se utilizará la coma, siempre que la tecnología y las aplicaciones donde se utilicen lo permitan»²⁰.
- Recomendación. En la modificación por el RD 0493/2020 del apartado 2.9 del Capítulo III del Anexo (corregido) del citado RD 2032/2009 se lee «Los números con muchas cifras pueden repartirse en grupos de tres cifras separadas por un espacio, a fin de facilitar la lectura. Estos grupos no se separan nunca por puntos ni por comas. Sin embargo, cuando no hay más que cuatro cifras delante o detrás del separador decimal, es usual no insertar un espacio y dejar una única cifra suelta»²¹.

7. EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE MEDIDA ASOCIADA AL VALOR DE UNA MAGNITUD

De acuerdo con la traducción española de la 9.ª edición del SI (p. 37) «La incertidumbre asociada al valor estimado de una magnitud debe evaluarse y expresarse de acuerdo con el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 con ligeras correcciones), *Evaluación de los datos de medición - Guía para la expresión de la incertidumbre de medida*. La incertidumbre típica asociada a una magnitud x se designa como $u(x)$. Una forma conveniente de representar la incertidumbre típica se muestra en el siguiente ejemplo:

$$m_n = 1,674\ 927\ 471\ (21) \times 10^{-27} \text{ kg}$$

donde mn es el símbolo de la magnitud (en este caso la masa *de un neutrón*²²) y el número entre paréntesis el valor numérico de la incertidumbre típica del valor estimado de m_n , referida a las dos últimas cifras del valor indicado; en este caso $u(m_n) = 0,000\ 000\ 21 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Si se usa una incertidumbre expandida $U(x)$ en lugar de la incertidumbre

²⁰ La posibilidad de emplear la coma o el punto exigirá como contrapartida un cuidado escrupuloso en el empleo coherente de una u otro. Como comentario adicional, la RAE (*op.cit.*, 2010b), trata el separador de millares y el separador decimal, en los apartados 2.2.2.1.1 y 2.2.2.1.2 (p. 663-667) respectivamente. Sobre este último dice en la página 666: «Con el fin de promover un proceso tendente hacia la unificación, se recomienda el uso del punto como signo separador de los decimales».

²¹ Este texto requiere una revisión que indique: ¿Cómo debe entenderse «con muchas cifras»? La respuesta dada a la primera pregunta en este artículo ha sido la creación de grupos de tres cifras cuando hay más de cuatro de cifras, siendo el último de cuatro, tres o dos según las circunstancias.

²² En el texto francés, única fuente autorizada, se lee *masse du neutron*, es decir, *masa del neutrón*,

típica $u(x)$, entonces deben indicarse la probabilidad de cobertura p y el factor de cobertura k .

8. LA UNIDAD UNO

En el apartado 2.6 del Capítulo II del Anexo (corregido) del citado RD 2032/2009 se lee: «Ciertas magnitudes se definen por cociente de dos magnitudes de la misma naturaleza; son por tanto adimensionales, o bien su dimensión puede expresarse mediante el número *uno* (1). La unidad SI coherente de todas las magnitudes adimensionales o magnitudes de dimensión uno, es el número *uno* (1), dado que esta unidad es el cociente de dos unidades SI idénticas. El valor de estas magnitudes se expresa por números y la unidad «uno» no se menciona explícitamente».

Esta unidad rompe la correspondencia biunívoca magnitud-unidad, al existir diversos cocientes adimensionales

de magnitudes de la misma naturaleza, por ejemplo: ángulo plano²³, ángulo sólido, permeabilidad relativa, fracción en masa, coeficiente de rozamiento, número de Mach, de modo que es necesario indicar las magnitudes que forman el cociente.

La unidad *uno* no admite prefijos, pero posee varios submúltiplos. Estos submúltiplos se suelen dividir en dos grupos: uno formado por el tanto por ciento (%), que equivale a 0,01 y el tanto por mil (‰), que equivale a 0,001. Al emplearlos, hay que dejar el espacio habitual entre el valor numérico de la magnitud y el símbolo de su unidad.

El segundo grupo lo forman las cuatro abreviaciones (con cinco significados) en inglés: *ppm* (*parts per million*), *pphm* (*parts per hundred million*), *ppb* (*parts per billion*) y *ppt* (*parts per thousand* o *parts per trillion*). La tabla 4 presenta los comentarios del texto francés (el oficial), de la traducción al español basada en este texto, de su traducción

Tabla 4. Los submúltiplos de la unidad *uno*

Francés (p. 39)	Español	Inglés (p. 151)	Español (p. 38)
«Le terme «ppm», qui signifie 10 ⁻⁶ en valeur relative ou 1×10 ⁻⁶ ou «parties par million», est également utilisé. L'expression est analogue à «pour cent» dans le sens de parties par centaine. Les termes «partie par milliard» et «partie par millier de milliards» [billion (États-Unis)/trillion (Royaume-Uni)] et leur abréviation respective «ppb» et «ppt» sont également utilisés mais comme leur signification varie selon la langue, il est préférable d'éviter de les employer».	El término «ppm», que significa 10 ⁻⁶ en valor relativo o 1×10 ⁻⁶ o «partes por millón», también es emplea. La expresión es análoga a «por ciento» en el sentido de partes por cien. Los términos «parte por millardo» y «parte por mil millardos ²⁴ » [billion (Estados Unidos)/trillion (Reino Unido)] y su abreviación respectiva «ppb» y «ppt» también son empleadas pero como su significado varía según el idioma, es preferible evitar su uso.	«The term “ppm”, meaning 10 ⁻⁶ relative value, or 1 part in 10 ⁶ , or parts per million, is also used. This is analogous to the meaning of percent as parts per hundred. The terms “parts per billion” and “parts per trillion” and their respective abbreviations “ppb” and “ppt”, are also used, but their meanings are language dependent. For this reason the abbreviations ppb and ppt should be avoided».	«También se usa el término “ppm”, que significa 10 ⁻⁶ en valor relativo, o 1 parte en 10 ⁶ , o partes por millón. Esto es análogo al significado de porcentaje como partes por cien. También se utilizan los términos “partes por billón” y “partes por trillón” y sus respectivas abreviaturas “ppb” y “ppt”, pero sus significados dependen del idioma. Por esta razón, deben evitarse las abreviaturas ppb y ppt».

al inglés que aparece en la 9.ª edición del SI y la traducción del CEM (basada en la traducción al inglés).

Además, es importante distinguir entre las magnitudes uno genuinas y las que no siéndolo emplean estas abreviaciones. Entre las no genuinas se hallan las relacionadas con las tres magnitudes siguientes: masa, cantidad de sustancia y volumen, cuyos símbolos y unidades SI son los de la tabla 5. Es decir: concentración, concentración de cantidad de sustancia²⁵, concentración másica, densidad, masa en volumen y volumen específico.

Tabla 5. Símbolos y unidades SI de tres magnitudes relacionadas

Magnitud	Símbolo	Unidad SI
Masa	m	kg
Cantidad de sustancia	n	mol
Volumen	V	m ³

La tabla 6, adaptada de Thompson y Taylor, *op.cit.*, p. 28, presenta las nueve magnitudes que son los cocientes de las variaciones con repetición de las tres magnitudes citadas tomadas de dos en dos.

Tabla 6. Descripción resumida de las nueve magnitudes que relacionan masa, cantidad de sustancia y volumen

Magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad
concentración de cantidad de sustancia ²⁶ (cantidad de sustancia/volumen)	mol/m ³	$c_B = n_B/V$
densidad másica ²⁷ , densidad (masa/volumen)	kg/m ³	$\rho = m/V$
fracción másica de B (masa/masa)	kg/kg = 1	$w_B = m_B/m$
fracción molar de B, fracción de cantidad de sustancia B (cantidad de sustancia/ cantidad de sustancia)	mol/mol = 1	$x_B = n_B/n$
fracción volumétrica de B (volumen/volumen)	m ³ /m ³ = 1	$\varphi_B = x_B V_{m,B}^* / \sum x_A V_{m,A}^*$
masa molar (masa/cantidad de sustancia)	kg/mol	$M = m/n$
molalidad del soluto B (cantidad de sustancia/masa)	mol/kg	$b_B = n_B/m_A$
volumen específico (volumen/masa)	m ³ /kg	$u = V/m$
volumen molar (volumen/cantidad de sustancia)	m ³ /mol	$V_m = V/n$

²³ A las magnitudes derivadas ángulo plano y ángulo sólido, se les ha asignado sendos nombres especiales del número uno (radián y estereorradián) con los símbolos *rad* y *sr* respectivamente.

²⁴ Es decir: billón.

²⁵ En el campo de la química clínica, esta magnitud se llama también *concentración de sustancia*.

²⁶ En la tabla 2 del Anexo del RD 2032/2009 se denomina también únicamente *concentración*.

²⁷ En la tabla 2 del Anexo del RD 2032/2009 se denomina *concentración másica* y *densidad* o *masa en volumen*.

9. UNIDADES SI Y SUS SÍMBOLOS

La tabla 7 incorpora las magnitudes, unidades, símbolos y valores incluidos en el RD 2032/2009, en los capítulos I y II de la Directiva 80/181/CEE y en la citada 9.ª edición del SI.

El resumen adopta la forma de tabla (la 7) con seis columnas:

- La primera incluye las unidades (básicas o derivadas) ordenadas alfabéticamente. Se incluye información adicional tal como su valor en unidades SI.
- La segunda corresponde al símbolo de la unidad. Es imprescindible conservar la tipografía (letra redonda o cursiva, mayúscula o minúscula).
- La tercera indica el número de la tabla de la 9.ª edición del SI en la que aparece la unidad.

Tabla 7. Unidades pertenecientes al SI y sus símbolos

Unidad	Símbolo	BIPM	RD	Directiva	Unidades básicas
A					
amperio	A	2	1	I.1.1 ²⁸	A
amperio por metro (campo magnético)	<i>H</i>	5	2	---	A·m ⁻¹
amperio por metro cuadrado (densidad de corriente)	<i>j</i>	5	2	---	A·m ⁻²
B					
becquerel (actividad de un radionucleido)	Bq	4	3	I.1.2.3	s ⁻¹
C					
candela	cd	2	1	I.1.1	cd
candela por metro cuadrado (luminancia)	<i>L_v</i>	5	2	---	cd·m ⁻²
culombio (carga eléctrica, cantidad de electricidad)	C	4	3	I.1.2.3	A·s
culombio por kilogramo (exposición (rayos x y γ))	C·kg ⁻¹	6	4	---	A·s·kg ⁻¹
culombio por metro cuadrado (densidad de flujo eléctrico, desplazamiento eléctrico)	C·m ⁻²	6	4	---	A·s·m ⁻²
culombio por metro cuadrado (densidad superficial de carga eléctrica)	C·m ⁻²	6	4	---	A·s·m ⁻²
culombio por metro cúbico (densidad de carga eléctrica)	C·m ⁻³	6	4	---	A·s·m ⁻³
E					
estereorradián (ángulo sólido)	sr	4	3	I.1.2.3	m ² ·m ⁻²
F					
faradio ²⁹ (capacidad eléctrica)	F	4	3	I.1.2.3	kg ⁻¹ ·m ⁻² ·s ⁴ ·A ²
faradio por metro (permitividad)	F·m ⁻¹	6	4	---	kg ⁻¹ ·m ⁻³ ·s ⁴ ·A ²
G					
grado Celsius (temperatura Celsius)	°C	4	3	I.1.1.1	K
gray (dosis absorbida, energía másica (comunicada), <i>kerma</i> ³⁰)	Gy	4	3	I.1.2.3	m ² ·s ⁻²
gray por segundo (tasa de dosis absorbida)	Gy·s ⁻¹	6	4	---	m ² ·s ⁻³
H					
henrio (inductancia)	H	4	3	I.1.2.3 ³¹	kg·m ² ·s ⁻² ·A ⁻²
henrio por metro (permeabilidad [magnética])	H·m ⁻¹	6	4	---	kg·m·s ⁻² ·A ⁻²
hercio (frecuencia)	Hz	4	3	I.1.2.3 ³²	s ⁻¹
J					
julio (energía, trabajo, cantidad de calor)	J	4	3	I.1.2.3	kg·m ² ·s ⁻²
julio por kilogramo (capacidad térmica, entropía)	J·K ⁻¹	6	4	---	kg·m ² ·s ⁻² ·K ⁻¹
julio por kilogramo (energía másica)	J·kg ⁻¹	6	4	---	m ² ·s ⁻²
julio por kilogramo kelvin (capacidad térmica másica, entropía másica)	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	6	4	---	m ² ·s ⁻² ·K ⁻¹
julio por metro cúbico (densidad de energía)	J·m ⁻³	6	4	---	kg·m ⁻¹ ·s ⁻²
julio por mol (energía molar)	J·mol ⁻¹	6	4	---	kg·m ² ·s ⁻² ·mol ⁻¹
julio por mol kelvin (entropía molar, capacidad calorífica molar)	J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹	6	4	---	kg·m ² ·s ⁻² ·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
K					
<i>katal</i> ³³ (actividad catalítica)	kat	4	3	I.1.2.3	mol·s ⁻¹

²⁸ En la Directiva 80/181/CEE aparece erróneamente como *aperio*.

²⁹ El DLE admite *farad*.

³⁰ Acrónimo de *kinetic energy release in matter*.

³¹ En las directivas 80/181/CEE y 2009/003/CE aparece como *henry*.

³² En las directivas 80/181/CEE y 2009/003/CE aparece como *hertz*.

³³ De acuerdo con la RAE (2010b, p. 599-601), por tratarse de extranjerismos crudos, *katal* y *neper*, que no aparecen en su diccionario, deben escribirse en cursiva, como se escriben en el DLE *newton*, *siemens*, *sievert* y *weber*.

Unidad	Símbolo	BIPM	RD	Directiva	Unidades básicas
katal por metro cúbico (concentración de actividad catalítica)	kat·m ⁻³	6	4	---	kat·m ⁻³
kelvin	K	2	1	I.1.1 ³⁴	K
kilogramo ³⁵	kg	2	1	I.1.1	kg
kilogramo por metro cuadrado (densidad superficial)	ρ_A	5	2	---	kg·m ⁻²
kilogramo por metro cúbico (concentración másica)	ρ, γ	5	2	---	kg·m ⁻³
kilogramo por metro cúbico (densidad, masa en volumen)	ρ	5	2	---	kg·m ⁻³
L					
lumen (flujo luminoso)	lm	4	3	I.1.2.3	cd·sr
lux (iluminancia)	lx	4	3	I.1.2.3	lm·m ⁻² = cd·sr·m ⁻²
M					
metro	m	2	1	I.1.1	m
metro a la menos uno (número de ondas)	$\sigma, \nu \sim$	5	2	---	m ⁻¹
metro cuadrado (área, superficie ³⁶)	A	5	2	---	m ²
metro cúbico (volumen)	V	5	2	---	m ³
metro cúbico por kilogramo (volumen específico)	v	5	2	---	m ³ ·kg ⁻¹
metro por segundo (velocidad)	v	5	2	---	m·s ⁻¹
metro por segundo al cuadrado (aceleración)	a	5	2	---	m·s ⁻²
mol	mol	2	1	I.1.1	mol
mol por metro cúbico (concentración de cantidad de sustancia, concentración)	c	5	2	---	mol·m ⁻³
N					
newton (fuerza)	N	4	3	I.1.2.3	kg·m·s ⁻²
newton metro (momento de una fuerza)	N·m	6	4	---	kg·m ² ·s ⁻²
newton por metro (tensión superficial)	N·m ⁻¹	6	4	---	kg·s ⁻²
O					
ohmio (resistencia eléctrica)	Ω	4	3	I.1.2.3 ³⁷	kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻²
P					
pascal (presión, tensión)	Pa	4	3	I.1.2.3	kg·m ⁻¹ ·s ⁻²
pascal segundo (viscosidad dinámica)	Pa·s	6	4	---	kg·m ⁻¹ ·s ⁻¹
R					
radián (ángulo plano)	rad	4	3	I.1.2.3	m·m ⁻¹
radián por segundo (velocidad angular)	rad·s ⁻¹	6	4	---	rad·s ⁻¹
radián por segundo al cuadrado (aceleración angular)	rad·s ⁻²	6	4	---	rad·s ⁻²
S					
segundo	s	2	1	I.1.1	s
siemens (conductancia eléctrica)	S	4	3	I.1.2.3	kg ⁻¹ ·m ⁻² ·s ³ ·A ²
sievert (dosis equivalente ³⁸)	Sv	4	3	I.1.2.3	m ² ·s ⁻²
T					
tesla (densidad de flujo magnético)	T	4	3	I.1.2.3	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
V					
vatio (potencia, flujo energético)	W	4	3	I.1.2.3	kg·m ² ·s ⁻³
vatio por estereorradián (intensidad radiante)	W·sr ⁻¹	6	4	---	kg·m ² ·s ⁻³
vatio por metro cuadrado (densidad superficial de flujo térmico, irradiancia)	W·m ⁻²	6	4	---	kg·s ⁻³
vatio por metro cuadrado estereorradián (radiancia)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	6	4	---	kg·s ⁻³
vatio por metro kelvin (conductividad térmica)	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	6	4	---	kg·m·s ⁻³ ·K ⁻¹
voltio (diferencia de potencial, fuerza electromotriz)	V	4	3	I.1.2.3	kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻¹
voltio por metro (campo eléctrico)	V·m ⁻¹	6	4	---	kg·m·s ⁻³ ·A ⁻¹

³⁴ En las directivas 80/181/CEE y 1999/103/CE aparecen erróneamente como *grados Kelvin*.

³⁵ El gramo es la base de los nombres y los símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa.

³⁶ El DLE distingue entre *área* (2. f. Unidad de superficie equivalente a 100 metros cuadrados. (Símb. a)) y *superficie* (4. f. *Fís.* Magnitud que expresa la extensión de un cuerpo en dos dimensiones, longitud y anchura, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro cuadrado (m²)).

³⁷ En las directivas 80/181/CEE y 2009/003/CE aparecen erróneamente como *ohmio* y *ohm*, respectivamente.

³⁸ También *dosis equivalente ambiental*, *dosis equivalente direccional* o *dosis equivalente individual*.

Unidad	Símbolo	BIPM	RD	Directiva	Unidades básicas
W					
weber (flujo magnético)	Wb	4	3	I.1.2.3 ³⁹	kg·m ² ·s ⁻² ·A ⁻¹

³⁹ En la Directiva 2009/003/CE aparece erróneamente como wéber.

- La cuarta indica el número de la tabla del Anexo corregido del RD 2032/2009 en la que aparece la unidad:
 - Tabla 1. Unidades SI básicas.
 - Tabla 2. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades básicas.
 - Tabla 3. Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales.
 - Tabla 4. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales.
- La quinta indica el apartado en el que aparece la unidad dentro del capítulo I del Anexo de la Directiva 80/181/CEE y sus modificaciones.
 - I.1.1. Unidades SI básicas.
 - I.1.1.1. Nombre y símbolo especiales de la unidad derivada SI de temperatura en el caso de la temperatura Celsius (*Modificado por la Directiva 2009/003/CE*).
 - I.1.2.3. Unidades derivadas SI con nombres y símbolos especiales (*Modificado por la Directiva 2009/003/CE*).
- La sexta es la expresión de la unidad (columna 1) en unidades básicas.

La tabla 8 incluye los veinte prefijos decimales. En este caso, las fuentes pueden ser la tabla 5 del RD 2032/2009, la tabla 7 de la 9.ª edición del SI o el apartado I.1.3 de la Directiva 1999/103/CEE,

Tabla 8. Prefijos decimales, símbolos y valores

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	milli	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

Como complemento a la tabla anterior, la tabla 9 presenta los ocho prefijos de las ocho potencias decimales del número dos publicadas en la norma UNE-EN ISO 80000-1:2009, p. 16. Es necesario subrayar que no pertenecen al SI, pero éste recomienda su uso para distinguirlos de las potencias de diez que sí pertenecen al SI (véase BIPM, 2019a, p. 30).

Tabla 9. Prefijos binarios, símbolos y valores

Prefijo	Símbolo	Factor
kibi	Ki	2 ¹⁰
mebi	Mi	2 ²⁰
gibi	Gi	2 ³⁰
tebi	Ti	2 ⁴⁰
pebi	Pi	2 ⁵⁰
exbi	Ei	2 ⁶⁰
zebi	Zi	2 ⁷⁰
yobi	Yi	2 ⁸⁰

10. UNIDADES NO PERTENECIENTES AL SI, SÍMBOLOS Y VALORES SI

La tabla 10 se puede considerar complementaria de la anterior, es decir, incorpora unidades, símbolos y valores no pertenecientes al SI pero que han sido empleados en alguna de las fuentes siguientes:

- 1860. Real orden [*de 1860-06-04*. Real fontanero.
- 1971. Directiva 71/354/CEE. Apartados I.2, II.7 y III.8.1 del Anexo.
- 1976. Directiva 76/770/CEE. Apartados B.6.1 a B.6.5, B.8 y C.9 del Anexo.
- 1980. Directiva 80/181/CEE. Apartados I.2, I.3 y III del Anexo.
- 1989. Directiva 89/617/CEE. Cambia el Capítulo II de la Directiva 80/181/CEE y le añade el Capítulo IV.
- 1998. BIPM. 7ª ed. *Tableau 10. Exemples d'autres unités en dehors du Système international* (p. 32).
- 2006a. BIPM. 8ª ed. *Tabla 9. Unidades no pertenecientes al SI, asociadas a los sistemas de unidades CGS y CGS-Gaussiano* (p. 40).
- 2009. RD 2032/2009. *Tabla 7. Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente y tabla 8. Otras unidades no pertenecientes al SI de aplicación exclusiva en sectores específicos*. La tabla 6 está subsumida en la tabla 8 de la 9ª edición del SI.
- 2019a. BIPM. 9ª ed. *Tabla 8. Unidades no SI aceptadas para su uso con las unidades SI*. (p. 32).

La inclusión de las unidades en esta tabla se ha realizado empleando los criterios siguientes:

- Criterio 1: Evitar la repetición de unidades.
- Criterio 2: En caso de repetición, preferencia del valor numérico más exacto. Por esta razón se han empleado las equivalencias de las unidades británicas al SI proporcionadas por el *Statutory Instrument No. 1804, 1995*.

- Criterio 3: En caso de repetición y a igualdad de valores numéricos, preferencia de la fuente más reciente sobre la más antigua.
- Criterio 4: Los símbolos de las unidades británicas (el denominado *British Imperial System*) proceden de la Directivas 71/354/CEE y 80/181/CEE y sus modificaciones respectivas.
- Criterio 5: Las unidades de Año = 2019 y Capítulo = T08 son unidades cuyo uso se acepta a pesar de que no pertenecen al SI.
- Criterio 6: Por razones de espacio, los signos de la multiplicación (\cdot o \times) se emplean sin dejar un espacio a cada lado.

Tabla 10. Unidades no pertenecientes al SI, sus símbolos y valores SI

Unidad	Símbolo	Valor SI	Año	Capítulo
A				
<i>acre</i> (acre)	ac	4046,856 422 4 m ²	1989	II
ångström ⁴⁰	Å	10 ⁻¹⁰ m	2009	T08
área	a	10 ² m ²	2009	T08
atmósfera estándar	atm	:= ⁴¹ 101 325 Pa	1998	T10
atmósfera técnica	at	:= 98 066,5 Pa	1976	B.6.3
B				
bar	bar	10 ⁵ Pa	2009	T08
barn	b	10 ⁻²⁸ m ²	2009	T08
belio	B	---	2019	T08
<i>British thermal unit</i>	Btu	1,055 055 852 573 48×10 ³ J	1976	C.9.6
<i>bushel</i>	bu	0,036 368 72 m ³	1976	B.8.3
C				
caloría 15 °C	cal ₁₅	4,1855 J	1998	T10
caloría <i>International Table</i>	cal _{IT}	4,1868 J	1998	T10
caloría termoquímica	cal _{th}	4,184 J	1998	T10
<i>cavallo vapore</i> (caballo de vapor)	cv	735,498 75 W	1976	B.6.4
<i>cental</i> (quintal)	ctl	45,359 237 kg	1976	B.8.4
<i>chain</i> (cadena)	chain	20,1168 m	1976	B.8.1
<i>cheval vapeur</i> (caballo de vapor)	CV	735,498 75 W	1976	B.6.4
<i>cran</i>	cran	0,170 478 375 m ³	1976	C.9.3
<i>cubic foot</i> (pie cúbico)	cu ft	0,028 316 846 592 m ³	1976	C.9.3
<i>cubic inch</i> (pulgada cúbica)	cu in	16,387 064×10 ⁻⁶ m ³	1976	C.9.3
<i>cubic yard</i> (yarda cúbica)	cu yd	0,764 554 857 984 m ³	1976	B.8.3
curio	Ci	3,7×10 ¹⁰ Bq	1998	T10
D				
dalton	Da	1,660 539 040(20)×10 ⁻²⁷ kg	2019	T08
decibelio	dB	---	2019	T08
<i>degree Fahrenheit</i>	°F	(((5/9)×(F - 32)) + 273,15) K	1976	C.9.8
día	d	86 400 s	2019	T08
dina	dyn	:=10 ⁻⁵ N	2006	T09
dioptría	---	1 m ⁻¹	2009	T08
<i>dram</i> (dracma)	dr	1,771 845 195 312 5×10 ⁻³ kg	1976	B.8.4
E				
electronvoltio	eV	1,602 176 634×10 ⁻¹⁹ J	2019	T08
ergio	erg	:=10 ⁻⁷ J	2006	T09
F				
<i>fathom</i> (braza)	fm	1,8288 m	1989	III y IV
fermio	fm (DLE)	10 ⁻¹⁵ m	1998	T10
<i>Festmeter</i> (metro cúbico de madera cortada) ⁴²	Fm	1 m ³	1976	B.6.1

⁴⁰ En el DLE aparece como ångstrom.⁴¹ Este símbolo significa «es por definición igual a».⁴² Unidad de volumen empleada en la silvicultura y en la industria maderera.

Unidad	Símbolo	Valor SI	Año	Capítulo
<i>fluid ounce</i>	fl oz	28,413 625×10 ⁻⁶ m ³	1989	III y IV
<i>foot (pie)</i>	ft	0,3048 m	1989	II
<i>foot candle</i> (candela por pie cuadrado)	ft candle	10,763 910 416 709 lx	1976	B.8.7
<i>foot pound-force</i>	ft lbf	1,355 817 948 331 400 4 J	1976	C.9.6
frigoría	fg	4,1855×10 ³ J ⁴³	1976	B.6.5
<i>furlong</i> (estadio)	fur	201,168 m	1976	B.8.1
G				
gal	Gal	10 ⁻² m·s ⁻²	2006	T09
<i>gallon</i> (galón)	gal	4,546 09×10 ⁻³ m ³	1980	III
<i>gamma</i> ⁴⁴	γ	10 ⁻⁹ T	1998	T10
<i>gauss</i> ⁴⁵	G	10 ⁻⁴ T	2006	T09
<i>gill</i>	gill	0,142 065 312 5×10 ⁻³ m ³	1989	III y IV
grado (ángulo plano) centesimal	gon	π/200 rad	1971	I.2
grado (ángulo plano) sexagesimal	°	π/180 rad	2019	T08
<i>grain</i> (grano)	gr	0,064 798 91×10 ⁻³ kg	1976	C.9.4
H				
<i>hand</i> (palmo)	hand	0,1016 m	1976	C.9.1
hectárea	ha	10 ⁴ m ²	2019	T08
hora	h	3600 s	2019	T08
<i>horsepower</i> (caballo de vapor)	hp	745,699 871 582 270 22 W	1976	C.9.7
<i>hundredweight (long)</i> (quintal)	cwt	50,802 345 44 kg	1976	C.9.4
I				
<i>inch</i> (pulgada)	in	0,0254 m	1989	II
<i>inch of water</i> (pulgada de agua)	in H ₂ O	249,088 91 Pa	1976	B.8.5
J				
<i>jansky</i>	Jy	10 ⁻²⁶ W·m ⁻² ·Hz ⁻¹	1998	T10
K				
kilogramo fuerza	kgf	9,806 65 N	1976	B.6.2
kilopondio	kp	9,806 65 N	1976	B.6.2
L				
litro	l	10 ⁻³ m ³	2019	T08
litro	L	10 ⁻³ m ³	2019	T08
M				
<i>maxwell</i>	Mx	10 ⁻⁸ Wb	2006	T09
<i>metre of water</i> (metro de agua)	mH ₂ O	9806,65 Pa	1976	B.6.2
micra	μ	10 ⁻⁶ m	1998	T10
<i>mile</i> (milla)	mi	1609,344 m	1989	II
milímetro de mercurio	mmHg ⁴⁶	101 325/760 Pa	2009	T08
milla náutica	M	1852 m ⁴⁷	2009	T08
minuto (ángulo plano)	'	π/10 800 rad	2019	T08
minuto (tiempo)	min	60 s	2019	T08
N				
<i>neper</i>	Np	---	2019	T08

⁴³ En la Directiva 71/354/CEE (III.8.5) la equivalencia es 4,1868×10⁶ J.

⁴⁴ El DLE define una *gamma* distinta: «Unidad de medida equivalente a una millonésima (10⁻⁶) parte del gramo», es decir, equivale a un microgramo (1 μg).

⁴⁵ Nota en la tabla 9 de la 8.ª edición del SI: «El gauss, el maxwell y el oersted forman parte del sistema CGS tridimensional «electromagnético», basado en ecuaciones de magnitudes no racionalizadas, por lo que deben compararse con cuidado con las unidades correspondientes del Sistema Internacional, que se basan en ecuaciones racionalizadas con cuatro dimensiones y cuatro magnitudes en electromagnetismo. El flujo magnético Φ y la inducción magnética B se definen mediante ecuaciones similares en el sistema CGS y en el SI, lo que permite relacionar las unidades correspondientes de la tabla. Sin embargo, el campo magnético H (no racionalizado) es igual a 4π×H (racionalizado). El símbolo de equivalencia se usa para indicar que cuando H (no racionalizado) = 1 Oe, H (racionalizado) = (10³/4π) A·m⁻¹». Nota del autor: En realidad, el símbolo significa «se corresponde con».

⁴⁶ En la Directiva aparece como mm Hg.

⁴⁷ En el *Statutory Instrument No. 1804, 1995* aparece un valor de 1853 m.

Unidad	Símbolo	Valor SI	Año	Capítulo
nudo	kn	1 852/3600 m·s ⁻¹ ⁴⁸	2009	T08
O				
<i>oersted</i>	Oe	(10 ³ /4π) A·m ⁻¹	2006	T09
<i>ounce (avoirdupois)</i>	oz	28,349 523 125×10 ⁻³ kg	1989	III y IV
P				
<i>Paardekracht</i> (caballo de vapor)	pk	735,498 75 W	1976	B.6.4
partes por millón	ppm	1×10 ⁻⁶	2019	5.4.7
<i>Pferdestarke</i> (caballo de vapor)	PS	735,498 75 W	1976	B.6.4
<i>phot</i>	ph	10 ⁴ lx	2006	T09
<i>pint</i> (pinta)	pt	0,568 261 25×10 ⁻³ m ³	1989	II y IV
poise	P	≡ 0,1 Pa·s	2006	T09
por ciento	%	1 × 10 ⁻²	2019	5.4.7
por mil	‰	1 × 10 ⁻³	2019	5.4.7
<i>pound</i> (libra)	lb	0,453 592 37 kg	1989	III y IV
<i>pound-force</i> (libra fuerza)	lbf	4,448 221 615 260 5 N	1976	C.9.5
Q				
<i>quart</i>	qt	1,136 522 5×10 ⁻³ m ³	1980	III
<i>quarter</i>	qr	12,700 586 36 kg	1976	C.9.4
quilate métrico	---	2×10 ⁻⁴ kg	2009	T08
<i>quintal</i> (métrico)	q	10 ² kg	1971	II.7
R				
rad	rad	10 ⁻² Gy	1998	T10
<i>Raummeter</i> (estéreo) ⁴⁹	Rm	1 m ³	1976	B.6.1
real fontanero	---	2,6/70 000 m ³ ·s ⁻¹	1860	---
<i>rem</i>	rem	10 ⁻² Sv	1998	T10
<i>roentgen</i>	R	2,58×10 ⁻⁴ C·kg ⁻¹	1998	T10
<i>rood</i>	rood	1011,714 105 6 m ²	1976	B.8.2
S				
segundo (ángulo plano)	"	π/648 000 rad	2019	T08
<i>square foot</i> (pie cuadrado)	sq ft	0,092 903 04 m ²	1980	III
<i>square inch</i> (pulgada cuadrada)	sq in	0,645 16×10 ⁻³ m ²	1976	C.9.2
<i>square mile</i> (milla cuadrada)	sq mile	2,589 988 110 336×10 ⁶ m ²	1976	C.9.2
<i>square yard</i> (yarda cuadrada)	sq yd	0,836 127 36 m ²	1980	III
<i>stère</i> (estéreo)	st	1 m ³	1971	III.8.1
<i>stilb</i>	sb	10 ⁴ cd·m ⁻²	2006	T09
<i>stokes</i>	St	10 ⁻⁴ m ² ·s ⁻¹	2006	T09
<i>stone</i>	st	6,350 293 18 kg	1976	C.9.4
T				
termia	th	4,1855×10 ⁶ J	1976	B.6.5
tex	tex	10 ⁻⁶ kg·m ⁻¹	2009	T08
<i>therm</i>	therm	105,505 585 257 348×10 ⁶ J	1989	III y IV
<i>ton (long)</i>	ton	1016,046 908 8 kg	1976	C.9.4
tonelada	t	10 ³ kg	2019	T08
<i>ton-force</i>	tonf	9,964 016 418 183 52×10 ³ N	1976	B.8.6
torr	Torr	101 325/760 Pa	1998	T10
<i>troy ounce</i> (onza troy)	oz tr	31,103 476 8×10 ⁻³ kg	1989	II

⁴⁸ El *Statutory Instrument No. 1804, 1995* da un valor de 0,514 77 m·s⁻¹.

⁴⁹ Véase la nota al pie nº 42.

Unidad	Símbolo	Valor SI	Año	Capítulo
U				
u.a. ⁵⁰ de acción ⁵¹ (constante de Planck reducida)	\hbar	1,054 571 817... $\times 10^{-34}$ J·s ⁵²	2009	T07
u.a. de energía <i>hartree</i> (energía de Hartree)	E_h	4,359 744 722 207 1(85) $\times 10^{-18}$ J	2009	T07
u.a. de longitud, <i>bohr</i> (radio de Bohr)	a_0	5,291 772 109 03(80) $\times 10^{-11}$ m	2009	T07
u.a. de masa (masa del electrón) ⁵³	m_e	9,109 383 701 5(28) $\times 10^{-31}$ kg	2009	T07
u.a. de tiempo	\hbar/E_h	2,418 884 326 585 7(47) $\times 10^{-17}$ s	2009	T07
u.a. de carga (carga eléctrica elemental)	e	1,602 176 634 $\times 10^{-19}$ C	2009	T07
unidad astronómica	ua	149 597 870 700 m	2019	T08
unidad de masa atómica unificada	1/12 $m(^{12}\text{C})$	1,660 539 066 60(50) $\times 10^{-27}$ kg ⁵⁴	1980	I.3
unidad de masa atómica unificada	u	1 Da	2009	T07
unidad natural de tiempo	$\hbar/m_e c_0^2$	1,288 088 668 19(39) $\times 10^{-21}$ s	2009	T07
<i>unidad X (unité X)</i>	xu	Véase la nota al pie nº 55	1998	T10
V				
vuelta ⁵⁶ (ángulo plano)	---	2 π rad	1980	I.2
Y				
<i>yard</i> (yarda)	yd	0,9144 m	1989	II

⁵⁰ Unidad atómica.

⁵¹ Equivalente a la *unidad natural de acción*.

⁵² Los valores numéricos correspondientes a esta tabla (la 7 *Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente*), proceden del ajuste del CODATA de 2018, actualizándose así los del RD 2032/2009 (de 2006). La actualización 2014 de la 8.ª edición del SI (BIPM, 2014) adoptó los valores del CODATA de 2010. Las dos cifras entre paréntesis situadas al final del valor numérico indican la incertidumbre típica.

⁵³ Equivalente a la unidad natural de masa.

⁵⁴ Este valor es el del CODATA 2018. El de la Directiva es 1,660 5655 $\times 10^{-27}$ kg.

⁵⁵ En la actualidad se consideran dos valores de la unidad x: la unidad x del cobre (símbolo xu(CuK α_1)) con valor 1,002 076 97(28) $\times 10^{-13}$ m definida de modo que la longitud de onda de la línea K α_1 del cobre vale exactamente 1537,400 xu(CuK α_1) y la del molibdeno (símbolo xu(MoK α_1)) con valor 1,002 099 52(53) $\times 10^{-13}$ m definida de modo que la longitud de onda de la línea K α_1 del molibdeno vale exactamente 707,831 xu(MoK α_1) (CODATA, 2018, *X-ray values*).

⁵⁶ La Directiva 80/181/CEE habla de ángulo redondo y a continuación establece la relación 1 tour = 2 π rad. En las ediciones en francés e inglés, los términos son *tour* y *revolution* respectivamente. Considerando que la vuelta no tiene símbolo aprobado por el CGPM y la preferencia del DLE por *revolución*, parece aceptable emplear, para expresar las revoluciones por minuto, además de la unidad correcta (rad·s⁻¹) y teniendo en cuenta que una vuelta o revolución por minuto equivale a $\pi/30$ rad·s⁻¹, la expresión «r/min» en lugar de rpm, RPM o r.p.m.

11. OTRAS UNIDADES NO PERTENECIENTES AL SI Y SUS VALORES SI

El conjunto de unidades del *United States Customary System of Units* posee dos subconjuntos: uno, el más numeroso, de unidades inglesas en nombre y valor SI iguales a los del *British Imperial Sytem*⁵⁷ y otro, menos numeroso, que mantiene el nombre de la unidad pero no el valor SI.

La tabla 11, creada a partir del apartado B.8 (p. 45-56) de Thompson y Taylor (*op. cit.*), incluye tanto las unidades señaladas con U.S. como las que se derivan del U.S. *Survey foot* (en éstas el nombre va seguido de un asterisco (*)) y la unidad *langley* (caloría por centímetro cuadrado) empleada en medidas de la radiación solar y para cuya conversión al SI se ha utilizado el valor de la caloría termoquímica. En las medidas de volumen se indica si se trata de áridos o de líquidos. Para el signo de la multiplicación se ha empleado el mismo criterio que en la tabla anterior.

Tabla 11. Otras unidades no pertenecientes al SI usadas en los Estados Unidos de América

Unidad	Valor SI
<i>acre</i> * (acre)	4046,873 m ²
<i>barrel</i> (de petróleo)	0,158 987 3 m ³
<i>bushel</i> (tonel)	35,239 07×10 ⁻³ m ³
<i>chain</i> *(cadena)	20,116 84 m
<i>cup</i>	0,236 588 2×10 ⁻³ m ³
<i>fathom</i> * (braza)	1,828 804 m
<i>foot</i> * (pie)	0,304 800 6 m
<i>gallon</i> (galón)	3,785 412×10 ⁻³ m ³
<i>gill</i>	0,118 294 1×10 ⁻³ m ³
<i>langley</i>	4,184×10 ⁴ J·m ⁻²
<i>mile</i> * ⁵⁸	1609,347 m
<i>ounce</i> (onza) (líquidos)	29,573 53×10 ⁻⁶ m ³
<i>ounce</i> (troy o <i>apothecary</i>)	0,031 103 48 kg
<i>peck</i> (áridos)	8,809 768×10 ⁻³ m ³
<i>pint</i> (pinta) (áridos)	0,550 610 5×10 ⁻³ m ³
<i>pint</i> (pinta) (líquidos)	0,473 176 5×10 ⁻³ m ³
<i>pound</i> (libra) (<i>avoirdupois</i>)	0,453 592 4 kg
<i>pound</i> (libra) (troy o <i>apothecary</i>)	0,373 241 7 kg
<i>quart</i> (áridos)	1,101 221×10 ⁻³ m ³
<i>quart</i> (líquidos)	0,946 352 9×10 ⁻³ m ³
<i>rod</i> *	5,029 210 m
<i>square mile</i> * (milla cuadrada)	2,589 998 ×10 ⁶ m ²
<i>therm</i> (termia)	1,054 804 ×10 ⁹ J

12. ERRORES Y ERRATAS EN EL EMPLEO DEL SI

Este apartado pretende dar una visión de conjunto de los diversos tipos de errores y erratas. Para ellos se han creado los cinco grupos siguientes:

- Errores en los símbolos de las unidades y en los de los múltiplos y submúltiplos.
- Errores en diccionarios.

⁵⁷ La razón: las Trece Colonias (los futuros Estados Unidos de América) lo fueron de Gran Bretaña, hasta su independencia en 1776.

⁵⁸ También se denomina «*statute mile*».

- Errores ortográficos.
- Errores por el empleo de unidades fuera del SI y no autorizadas.
- Otros errores.

Antes de analizar casos concretos, es pertinente recordar que el SI es de uso obligatorio en toda España desde 1985. Por otra parte, la CGPM ha definido a lo largo de las diversas ediciones del SI unidades no pertenecientes al SI:

- Unidades cuyo uso es aceptado por el SI y están autorizadas,
- Unidades cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente y
- Unidades que son de aplicación exclusiva en sectores específicos.

En la 9.^a edición son las quince unidades de la tabla 8 las únicas «Unidades no SI aceptadas para su uso con las unidades SI».

12.1. Errores en los símbolos de las unidades y en los de los múltiplos y submúltiplos

Los diez submúltiplos decimales se escriben con letra minúscula. En cambio, a los diez múltiplos no se les puede aplicar una regla equivalente: siete se escriben con letra mayúscula y tres con minúscula. Además, uno de ellos (deca, da) emplea dos letras.

La tabla 12 incluye doce pares de valores en los que la única diferencia es el empleo o no de la letra mayúscula.

Tabla 12. Símbolos con significados diferentes de mayúsculas y minúsculas

Letra/s	Significado	Letra/s	Significado
A	amperio	a	atto
C	culombio	c	centi
Da	dalton	da	deca
F	faradio	f	femto
G	giga	g	gramo
H	henrio	h	hecto
K	kelvin	k	kilo
M	mega	m	metro, mili
N	<i>newton</i>	n	nano
P	peta	p	pico
S	<i>siemens</i>	s	segundo
Y	yotta	y	yocto
Z	zetta	z	zepto

De los tres múltiplos que se escriben con minúscula, dos (hecto (h) y kilo (k)) son una causa constante de errores:

H Símbolo de la unidad SI derivada *henrio* frente a **h** (prefijo hecto)

K Símbolo de la unidad SI básica *kelvin* frente a **k** (prefijo kilo)

A continuación se citan cinco ejemplos de los errores mencionados en el título del apartado.

- a) Símbolo erróneo: Hm3 (debe decir hm³). Publicado en «Anuncio [de 2017-09-14] de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir sobre el acuerdo adoptado por la Junta de Gobierno en relación con el aprovechamiento y distribución de la reserva de 20 Hm3 de aguas regeneradas. (BOE 228 de 2017-09-21)».
- b) Símbolo erróneo: Mw (debe decir MW). Publicado en «Resolución [de 2018-02-21] n.º 293/2018 de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se autoriza a Energías Ecológicas de Tenerife, S.A., la modificación de la instalación eléctrica denominada Parque eólico Chimiche II de 18,375 Mw, que afectará al término municipal de Granadilla de Abona y se declara, en concreto, su utilidad pública. (BOE 065 de 2018-03-15)».
- c) Símbolo erróneo: mw (debe decir MW). Publicado en «Resolución de 16 de noviembre de 2000, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental sobre los proyectos de construcción de una central térmica de 800 mw, en ciclo combinado, para gas natural, y una planta de regasificación de gas natural licuado, en Punta Lucero, término municipal de Zierbena (Vizcaya), promovidos por Bahía de Bizkaia Electricidad y Bahía de Bizkaia Gas, respectivamente. (BOE 297 de 2000-12-12)».
- d) Símbolos erróneos: Hm³/año (debe decir hm³/año); Mw (debe decir MW). Publicado en «Resolución de 12 de septiembre de 2000, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental sobre el proyecto de construcción de una central térmica de 1.200 Mw, en ciclo combinado, para gas natural, y una planta desalinizadora de 6 Hm³/año, en el “Fangal”, término municipal de Cartagena (Murcia), promovida por “AES Energía Cartagena, S. R. L.” (BOE 242 de 2000-10-09)».
- e) Símbolos erróneos: KV (debe decir kV) y MWp (debe decir MW pico o punta). Publicado en «Anuncio [de 2018-05-21] del Área de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno de Sevilla por el que se somete a información pública la declaración en concreto de utilidad pública de la instalación fotovoltaica LA ISLA (157,5 MW nominales y 182,5 MWp), SUBESTACIÓN LA ISLA (30/220 KV) Y LÍNEA DE INTERCONEXIÓN (220 KV) en el término municipal de Alcalá de Guadaira (Sevilla) cuyo promotor es NOVASOL INVEST LA ISLA SL. (BOE 127 de 2018-05-25)» (figura 2).

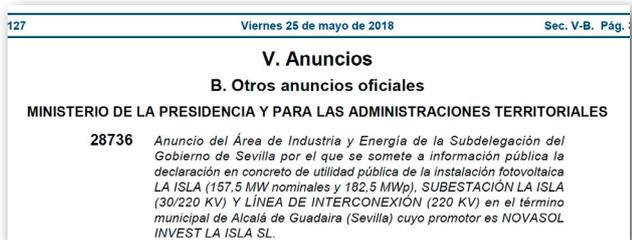


Figura 2. Fragmento de una página del BOE con errores en los símbolos de las unidades.

La tabla 13 es ligeramente distinta a la anterior: al ser los símbolos iguales, la división se hace entre unidades (Significado 1) y prefijos (Significado 2).

Tabla 13. Símbolos bivalentes unidad/prefijo

Letra	Significado 1	Significado 2
d	día	deci
m	metro	mili
M	milla náutica	mega
T	tesla	tera

12.2. Errores en diccionarios

Le inclusión de este grupo se debe a la adjudicación a este tipo de escritos de un plus de autoridad intelectual, siendo, por tanto, los errores doblemente perjudiciales.

12.2.1. Errores SI en el Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear⁵⁹

La tabla 14 es una tabla-guía que sistematiza la variedad de errores que aparecen en el texto citado referidos en la columna «Error».

La tabla 15 se refiere únicamente al análisis desde el punto de vista de la corrección en el empleo del SI tal y como aparecen descritos en la Tabla I de la edición de 1999 (págs. 327-328) y en lo que parecer ser el apéndice A-II *Units Unidades* (págs. 543-547 de la edición de 2008).

En cuanto a los valores numéricos, las fuentes empleadas para las constantes físicas fundamentales han sido los del CODATA, 1986 (Cohen y Taylor, 1987) para la edición de 1999, del CODATA, 2002 (Mohr y Taylor, 2005) para la edición de 2008 y la *Statutory Instrument No. 1804, 1995* para las unidades británicas.

Tabla 14. Categorías de errores en el Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear

Nivel	Texto	Nivel	Texto	Nivel	Texto
1	Unidad de medida	1.1	Nombre	1.1.1	Incompleto
				1.1.2	Erróneo
		1.2	Símbolo	1.2.1	Incompleto
				1.2.2	Erróneo
2	Prefijo erróneo				
3	Valor numérico	3.1	Incompleto		
		3.2	Erróneo		
4	Signo	4.1	x en lugar de ×		
		4.2	Punto (.) en lugar de ()		
		4.3	Punto (.) en lugar de un espacio		

⁵⁹ Tanarro Sanz y Tanarro Onrubia (1999 y 2008).

Tabla 15. Errores SI en el Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear

Dice	Debe decir/comentario	Error	Edición	Pág.	Aprtd.
0,45359 Kg	0,453 592 37 kg	2/3.1	1999	328	3.01
1 barrel = 0,158987 m ³	1 barrel (U.S.) = 0,158 987 304 m ³	3.1	2008	546	5.03
1 BTU = 1055,056 J	1 Btu = 1,055 055 852 573 48×10 ³ J	3.1	2008	547	6.07
1 cal = 4,18 J	Véase la nota al pie nº 60	3.1	2008	546	5.08
1 cm Hg = 1333,22 Pa	1 cm Hg = 1333,223 684 Pa	3.1	2008	546	5.07
1 eV = 1,602 × 10 ⁻¹⁹ J	1 eV = 1,602 176 620 8(98)×10 ⁻¹⁹ J	3.1/4.1	2008	546	5.08
1 ft ² = 92,903 × 10 ⁻³ m ²	1 ft ² = 92,903 04×10 ⁻³ m ²	3.1/4.1	2008	547	6.02
1 ft ³ = 0,028316 m ³	1 ft ³ = 0,028 316 85 m ³	3.1	2008	547	6.03
1 gal (GB) = 4,546 × 10 ⁻³ m ³	1 gal (GB) = 4,546 09×10 ⁻³ m ³	3.1	2008	547	6.03
1 gal (US) = 3,785 × 10 ⁻³ m ³	1 gal (U.S.) = 3,785 412×10 ⁻³ m ³	3.1/4.1	2008	547	6.03
1 HP = 735,499 w	caballo de vapor métrico = 735,498 8 W	1.1.2/1.2.2/3.1?	2008	547	6.08
1 in ² = 645,16 × 10 ⁻⁶ m ²	1 in ² = 645,16×10 ⁻⁶ m ²	4.1	2008	547	6.02
1 in ³ = 16,387 × 10 ⁻⁴ m ³	1 in ³ = 16,387 064×10 ⁻⁶ m ³	3.1/4.1	2008	547	6.03
1 kg/cm ² = 98066,5 Pa	1 kp/cm ² = 98 066,5 Pa	1.2.2	2008	546	5.07
1 lb = 0,453 kg	1 lb = 0,453 592 37 kg	3.1	2008	547	6.04
1 PM = 0,1 Pa·s	1 P = 0,1 Pa·s	1.2.1	2008	546	5.10
1 R = 2,58 × 10 ⁻⁴ C/kg	1 R = 2,58×10 ⁻⁴ C/kg	4.1	2008	546	5.13
1,6 × 10 ⁻¹⁹ J	1,602 176 620 8(98)×10 ⁻¹⁹ J (2014)	3.1/4.1	1999	328	3.07
1,602 × 10 ⁻¹⁹ C	e = 1,602 176 620 8(98)×10 ⁻¹⁹ C	3.1/4.1	1999	328	4.02
1,66054 × 10 ⁻²⁷ kg	u = 1,660 539 040(20)×10 ⁻²⁷ kg	2/3.1/4.1	2008	546	5.04
1,672 × 10 ⁻²⁷ Kg	m _p = 1,672 621 898(21)×10 ⁻²⁷ kg	3.1/4.1	1999	328	4.03
1,675 × 10 ⁻²⁷ Kg	m _n = 1,674 927 471(21)×10 ⁻²⁷ kg	3.1/4.1	1999	328	4.04
1000 Kg	1000 kg	2	1999	328	3.01
101325 Pa	101 325 Pa	4.3	2008	546	5.07
101330 Pa	101 325 Pa	3.2	1999	328	3.06
10 ⁻³ Kg	10 ⁻³ kg	2	1999	328	3.01
1054,8 J	1,055 055 852 573 48×10 ³ J	3.1	1999	328	3.07
133,32 Pa	133,3224 Pa	3.1	1999	328	3.06
2,58 × 10 ⁻⁴ C/Kg	2,58×10 ⁻⁴ C/kg	2	1999	328	3.11
2,998 × 10 ⁸ m/s	c, c ₀ = 299 792 458 m·s ⁻¹	3.1/4.1	1999	328	4.01
3,7853 × 10 ⁻³ m ³	3,785 412×10 ⁻³ m ³	3.1/4.1	1999	328	3.04
3.600 s	3600 s	4.3	2008	546	5.05
4,4482 N	4,448 221 615 260 5 N	3.1	1999	328	3.05
6,022 × 10 ²³ moléculas/mol	N _A = 6,022 140 857(74)×10 ²³ mol ⁻¹	3.1	1999	328	4.06
6,625 × 10 ⁻³⁴ Js	h = 6,626 070 040(81)×10 ⁻³⁴ J·s	3.1/4.1	1999	328	4.07
6894,7 Pa	6894,757 Pa	3.1	1999	328	3.06
86.400 s	86 400 s	4.3	2008	546	5.05
9 × (°K - 273) + 32	(1,8×(K - 273,15)) + 32	4.1	1999	328	3.08
9,108 × 10 ⁻³¹ Kg	m _e = 9,109 383 56(11)×10 ⁻³¹ kg	3.1/4.1	1999	328	4.05
A·s	A·s	4.2	1999	327	2
angstrom	ångstrom (ES); ångström (EN, FR)	1.1.2	2008	546	5.01
atmósfera	atmósfera estándar	1.1.1	2008	546	5.07
atmosphere	standard atmosphere	1.1.1	2008	546	5.07
Barnio	barn	1.1.2	1999	328	3.03
barnio	barn	1.1.2	2008	546	5.02
barrel (oil)	barrel (oil) (U.S.)	1.1.1	2008	546	5.03
barril (petróleo)	barril (petróleo) (U.S.)	1.1.1	2008	546	5.03
British Thermal Unit	British thermal unit	1.1.2	2008	547	6.07
cal	cal _{th}	1.2.2	1999	328	3.07
Caloría	caloría termoquímica	1.1.1	1999	328	3.07

60 Véase la tabla 14.

Dice	Debe decir/comentario	Error	Edición	Pág.	Aprtd.
centímetros de mercurio	centímetro de mercurio	1.1.2	2008	546	5.07
Constante de Plank	constante de Planck	1.1.2	1999	328	4.07
estero-radián	estereorradián	1.1.2	2008	544	3
Grado centígrado	grado Celsius	1.1.2	1999	328	3.08
J.s	J·s ⁻¹	4.2	1999	327	2
J/Kg	J/kg	2	1999	327	2
J/Kg	J/kg	2	1999	327	2
Kg	kg	1.2.2	1999	327	1
kg/cm ²	kp/cm ²	1.2.2	2008	546	5.07
kilogramo por centímetro cuadrado	kilopondio por centímetro cuadrado [= atmósfera técnica]	1.1.1	2008	546	5.07
Kilowatio-hora	kilovatio hora	1.1.2	1999	328	3.07
KWh	kW·h	2	1999	328	3.07
Libra por pulgada cuadrada	libra-fuerza por pulgada cuadrada	1.1.1	1999	328	3.06
libra por pulgada cuadrada	libra-fuerza por pulgada cuadrada	1.1.1	2008	547	6.05
m.Kg/s ²	m·kg/s ²	2/4.2	1999	327	2
N.m	N·m	4.2	1999	327	2
°K	K	1.2.2	1999	327	1
°K - 273	K - 273,15	1.2.2	1999	328	3.08
<i>pound per square inch</i>	<i>pound-force per square inch</i>	1.1.1	2008	547	6.05
renguenio	<i>roentgen</i>	1.1.2	2008	546	5.13
Roentgen	<i>roentgen</i>	1.1.2	1999	328	3.11
u.e.s. $3,33 \times 10^{-10}$ C	u.e.s. cantidad de electricidad $3,335\ 641 \times 10^{-10}$ C	4.1	1999	328	3.09
u.m.a. $1,66 \times 10^{-27}$ Kg	u = $1,660\ 539\ 040(20) \times 10^{-27}$ kg	3.1/4.1	1999	328	4
vatio por estero-radián	vatio por estereorradián	1.1.2	2008	545	4
$\pi/10.800$	$\pi/10\ 800$	4.3	2008	546	5.06
$\pi/648.000$	$\pi/648\ 000$	4.3	2008	546	5.06

12.2.2. Errores SI en el Diccionario Español de la Energía⁶¹

Este diccionario contaba sobre el papel con una serie de bazas para lograr una obra fundamental:

- Dos directores de reconocido prestigio científico y técnico, uno de ellos (Martín Municio) académico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Real Academia Española y el otro (Colino Martínez) de la Real Academia de Ingeniería.
- Informado favorablemente por dos reales academias: la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la de Ingeniería.
- Auspiciado por tres ministerios: Asuntos Exteriores, Economía y Ciencia y Tecnología.
- Once organizaciones patrocinadoras.
- Diez organizaciones colaboradoras,
- Una Dirección Lexicográfica con cuatro personas en el equipo lexicográfico y técnico.
- 67 autores de artículos especiales⁶².

El análisis concierne exclusivamente al Apéndice II *Unidades* (págs. 813, 814 y 815) de modo que los errores de la tabla 16 se refieren únicamente a las unidades de medida. Existen otros errores que deberían ser corregidos en

futuras ediciones, ya que no lo han sido en la segunda, pero su tratamiento se sale del marco de este artículo.

Prácticamente todos los errores de la tabla 16 hubieran podido evitarse sin más que consultar el *Diccionario de la Lengua Española*, la 3.ª edición del *Vocabulario Científico y Técnico* (RACEFYN, 1996) y la edición de 1998 del CODATA (Mohr y Taylor, 2000).

La organización del Apéndice incluye los ocho apartados, que se indican en la columna 4, siguientes:

- 2.1. Unidades fundamentales del SI.
- 2.2. Unidades suplementarias del SI.
- 2.3. Unidades derivadas del SI.
- 2.4. Unidades derivadas del SI que tienen nombres especiales, empleadas en sus campos propios.
- 2.5. Unidades admitidas junto a las del SI.
- 2.6. Unidades especiales.
- 2.7. Unidades del sistema CGS.
- 2.8. Prefijos para formar los múltiplos y divisores en el SI.

⁶¹ Martín Municio y Colino Martínez, 2004.

⁶² Uno de los artículos especiales (pp. 618-619) lleva por título «El Sistema Internacional de Unidades (SI)».

Tabla 16. Errores SI en el Diccionario Español de la Energía

Dice	Debe decir/comentario	Pág.	Aprtd
' (minuto de ángulo plano)	'	812-814	2.5
'' (segundo de ángulo plano)	''	812-814	2.5
Ångström [Nombre español]	ångstrom ⁶³	814	2.6
anstron [Nombre internacional]	ångstrom	814	2.6
<i>barn</i> . Nucl. En la nomenclatura internacional, <i>barnio</i> . (ingl.: <i>barn</i>)	Suprimir el artículo.	814	2.6
<i>barnio</i> . Unidad especial de superficie, que se emplea para medir secciones eficaces microscópicas. Equivale a 10 ⁻²⁸ metros cuadrados. Var. <i>barn</i> . Símb.: <i>b</i> . (ingl.: <i>barn</i>).	<i>barn</i> . Unidad especial de superficie, que se emplea para medir secciones eficaces microscópicas. Equivale a 10 ⁻²⁸ metros cuadrados. Símb.: <i>b</i> . (ingl.: <i>barn</i>).	094	2.6
<i>bequerelio</i> [Nombre español y nombre internacional]	<i>bequerel</i> [Nombre español y nombre internacional]	814	2.4
curio... 3,7·10 ¹⁰ s ⁻¹	curio... 3,7×10 ¹⁰ s ⁻¹	814	2.6
electronvoltio... 1,602 19·10 ⁻¹⁹ J	electronvoltio... 1,602 19×10 ⁻¹⁹ J	814	2.5
gausio	<i>gauss</i>	815	2.7
gauss	<i>gauss</i>	815	2.7
<i>henrio</i> . Unidad de inductancia en el Sistema Internacional de unidades (SI). Su símbolo es H y equivale al producto del weberio por el recíproco del amperio. (ingl.: <i>henry</i>)	<i>henrio</i> . Unidad de inductancia en el Sistema Internacional de unidades (SI). Su símbolo es H y equivale al producto del weber por el recíproco del amperio. (ingl.: <i>henry</i>).	369	2.3
<i>maxvelio</i> . Nucl. <i>maxwell</i> . (ingl.: <i>maxwell</i>).	Suprimir el artículo.	434	2.7
<i>maxwell</i> . Unidad de flujo de inducción magnética en el sistema cegesimal electromagnético. Corresponde aproximadamente a 10 ⁸ weberios. Símb.: <i>Mx</i> . (ingl.: <i>maxwell</i>).	<i>maxwell</i> . Unidad de flujo de inducción magnética en el sistema cegesimal electromagnético. Corresponde a 10 ⁸ weber. Símb.: <i>Mx</i> . (ingl.: <i>maxwell</i>).	434	2.7
<i>neutonio</i> . Fis. <i>newton</i> .	Suprimir el artículo.	813	2.3
<i>newton</i> Unidad de fuerza del Sistema Internacional equivalente a la fuerza que comunica a una masa de un kilogramo la aceleración de un metro por segundo cada segundo. (m·kg·s ⁻²). Var.: <i>neutonio</i> . Símb.: <i>N</i> .	<i>newton</i> Unidad de fuerza del Sistema Internacional de unidades (SI) equivalente a la fuerza que comunica a una masa de un kilogramo la aceleración de un metro por segundo cada segundo. (m·kg·s ⁻²). Símb.: <i>N</i> .	462	2.3
<i>Oe</i> (Símb.) Nucl. <i>oerstedio</i> .	<i>Oe</i> (Símb.) Nucl. <i>oersted</i> .	815	2.7
<i>oersted</i> . En la nomenclatura internacional, <i>oerstedio</i> . (ingl.: <i>oersted</i>).	Suprimir el artículo.	472	2.7
<i>oerstedio</i> . Nucl. Unidad de campo magnético en el sistema cegesimal electromagnético. Corresponde aproximadamente a (1000/4π) A·m ⁻¹ . Símb.: <i>Oe</i> . Var.: <i>oersted</i> . (ingl.: <i>oersted</i>).	<i>oersted</i> . Nucl. Unidad de campo magnético en el sistema cegesimal electromagnético. Corresponde aproximadamente a ((1000/4π) A·m ⁻¹). Símb.: <i>Oe</i> . (ingl.: <i>oersted</i>).	472	2.7
roentgen ... 2,58·10 ⁻⁴ C·kg ⁻¹	<i>roentgen</i> ... 2,58×10 ⁻⁴ C·kg ⁻¹	814	2.6
roentgenio	<i>roentgen</i>	814	2.6
<i>siemens</i> . Nucl. En la nomenclatura internacional, <i>siemensio</i> . Sinón. desus.: <i>mho</i> .	Suprimir el artículo.	813	2.3
<i>siemensio</i> . Unidad de conductancia eléctrica en el Sistema Internacional de unidades, que equivale al producto del amperio por el recíproco del voltio. Var.: <i>siemens</i> . Símb.: <i>S</i> . (ingl.: <i>siemens</i>).	<i>siemens</i> . Unidad de conductancia eléctrica en el Sistema Internacional de unidades (SI), que equivale al producto del amperio por el recíproco del voltio. Símb.: <i>S</i> . (ingl.: <i>siemens</i>).	612	2.3
unidad de masa atómica unificada. ... 1,660 53·10 ⁻²⁷ kg	unidad de masa atómica unificada. ... 1,660 53×10 ⁻²⁷ kg	814	2.5
<i>vatio</i> . Unidad de potencia eléctrica del Sistema Internacional, que equivale a un julio por segundo. Vars.: <i>watio</i> , <i>watt</i> . Símb.: <i>W</i> .	<i>vatio</i> . Unidad de potencia del Sistema Internacional de unidades (SI), que equivale a un julio por segundo. Símb.: <i>W</i> . (ingl.: <i>watt</i>).	683	2.3
<i>watio</i> . Electr. <i>vatio</i> .	Suprimir el artículo.	693	2.3
<i>wb</i> . (Símb.) <i>weberio</i> .	<i>Wb</i> . (Símb.) <i>weber</i> .	693	2.3
<i>Weber</i> . 2. Nombre del weberio en la nomenclatura internacional.	<i>weber</i> . 2. Nombre de la unidad flujo magnético en el Sistema Internacional de unidades (SI).	693	2.3
<i>weberio</i> . Unidad de flujo de inducción magnética en el Sistema Internacional de unidades (SI). Su símbolo es Wb y equivale al producto del voltio por el segundo. Weber.	<i>weber</i> . Unidad de flujo de inducción magnética en el Sistema Internacional de unidades (SI). Su símbolo es Wb y equivale al producto del voltio por el segundo. Símbolo: Wb.	693	2.3

⁶³ El RD 2032/2009 dice *ångström*.

12.2.3. Errores SI en Energía del septenio 2005-2011

No se debe descartar la posible influencia del *Diccionario Español de la Energía* en la publicación anual del Foro Nuclear «Energía» del periodo 2005-2011 ambos inclusive

y aunque no siendo un diccionario, se incluye aquí. La tabla 17 describe el empleo erróneo en español de los nombres de las unidades. Además, en la publicación del 2005 aparecen *br* por *bar*, *ergi* por *ergio*, *gausi* por *gauss* y *neutronio* por *newton*.

Tabla 17. Errores SI en la serie *Energía* 2005 a 2011

Nombre erróneo	Nombre correcto	Año/pág.						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
anstron	ångstrom	275	280	279	279	289	277	293
barnio	barn	274	280	278	278	288	276	292
becquerelio	becquerel	274	280	278	278	288	276	292
gausio	gauss	275 (gausi)	281	279	279	289	277	293
maxvelio	maxwell	275	281	279	279	289	277	293
neutonio	newton	273 (neutronio)	279	277	277	287	275	291
oerstedio	oersted	275	281	279	279	289	277	293
roentgenio	roentgen	274	280	278	278	288	276	292
siemensio	siemens	273	279	277	277	287	275	291
weberio	weber	273	279	277	277	287	275	291

12.3. Errores ortográficos

12.3.1. El valor numérico y la unidad de medida deben ir separados por un espacio

Redacción errónea: 400kV (debe decir 400 kV). Publicado en «Resolución de 20 de febrero de 2018, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se formula informe de impacto ambiental del proyecto Aumento de capacidad de transporte de la línea eléctrica a 400kV Aragón-Mequenza, en las provincias de Teruel y Zaragoza. (BOE 053 de 2018-03-01)».

No debe pensarse que este error es exclusivo de la Administración. Un error más difundido y que aparece en los medios de comunicación es el de omitir el espacio cuando la unidad es el tanto por ciento (%).

12.3.2. Tres casos en los que la coma no es el separador decimal

Los tres textos que aparecen a continuación son ejemplos de un uso incorrecto del separador decimal. En el primer caso se trata de un punto (.). En el segundo es el símbolo de la adición (UNE-EN ISO 80000-2:2013, p. 18), lo que al realizar la operación se obtendría «976 al 828 y 536 al 55». El tercero es uno de los símbolos de la división, de modo que al realizar la operación resultaría 1,459.

- a) El punto (.). Publicado en «Anuncio [de 2108-07-06] del Área de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno en Extremadura por el que se somete a información pública el Estudio de Impacto Ambiental y la solicitud de Autorización Administrativa Previa con Declaración, en concreto, de Utilidad Pública de una Planta Generadora Fotovoltaica de 263.75

MW y su infraestructura de evacuación. (BOE 172 de 2018-07-17)»⁶⁴.

- b) El signo de la adición (+). Publicado en «Anuncio [de 2018-09-03] de formalización de contratos de: Dirección General de Carreteras. Objeto: Rehabilitación estructural. Rehabilitación estructural del firme en la carretera N-642. Puntos kilométricos 26+950 al 28+800 y 36+500 al 55+000. Tramos: varios». Provincia: Lugo. Expediente: 51.31/17; 32-LU-4790. (BOE 217 de 2018-09-07)».
- c) Uno de los signos de la división (/). Publicado en «Resolución de la Secretaría General de Infraestructuras de fecha 10 de septiembre de 2018 por la que se abre Información Pública correspondiente al Expediente de Expropiación Forzosa 186ADIF1897, motivado por las obras del “Proyecto constructivo de supresión del paso a nivel n.º 61 (PK 496/340), en la Red de FEVE. Línea Santander-Llanes. Municipio de Alfoz de Lloredo (Cantabria)”, en el término municipal de Alfoz de Lloredo (Cantabria). (BOE 231 de 2018-09-24)».

12.3.3. Los múltiplos de superficies y volúmenes

El grupo formado por un símbolo de prefijo y un símbolo de unidad constituye un nuevo símbolo de unidad inseparable (formando un múltiplo o un submúltiplo de la unidad en cuestión) que puede ser elevado a una potencia positiva o negativa y que puede combinarse con otros símbolos de unidades compuestas.

Como ejemplo de los extravagantes resultados que pueden lograrse con el olvido de esta regla en el caso de superficies (cuadrados) y volúmenes (cubos), véase, por ejemplo, Vera Aparici (2016, p. 151-154).

⁶⁴ Este caso refiere estrictamente a una situación anterior a la publicación del RD 0493/2020. Véase la nota 20 y el texto base.

Tabla 18. Operaciones de símbolos de unidades con prefijos

1985	2006	2019
«2. L'ensemble formé par le symbole d'un préfixe accolé au symbole d'une unité constitue un nouveau symbole inséparable (symbole d'un multiple ou sous-multiple de cette unité) qu'on peut élever à une puissance positive ou négative et qu'on peut combiner avec d'autres symboles d'unités pour former des symboles d'unités composées».	«El grupo formado por un símbolo de prefijo y un símbolo de unidad constituye un nuevo símbolo de unidad inseparable (formando un múltiplo o un submúltiplo de la unidad en cuestión) que puede ser elevado a una potencia positiva o negativa y que puede combinarse con otros símbolos de unidades compuestas».	«El conjunto formado por un símbolo de prefijo y un símbolo de unidad constituye un nuevo símbolo de unidad inseparable (formando un múltiplo o un submúltiplo de la unidad en cuestión) que puede elevarse a una potencia positiva o negativa y que puede combinarse con otros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compuestas».

Las tres columnas de la tabla 18 ofrecen los criterios del BIPM en cuanto al tratamiento del conjunto de símbolos prefijo-unidad. La primera columna procede de la quinta edición (1985, p.17) de *Le Système International d'Unités*, en tanto que la segunda procede de la traducción española de la octava edición (2006, p. 32) y la tercera de la traducción de la novena (2019a, p. 30). Obsérvese que en la traducción de 2006 falta el texto *para formar símbolos de unidades*, que debe ser incluido antes de la última palabra.

El olvido de los textos anteriores supuso, por ejemplo, que Hoekstra y Chapagain (2007, p. 39) escribieran: «*The global water footprint is 7450 Gm³/yr, which is 1240 m³/cap/yr in average*». Para realizar el análisis de la unidad de medida (Gm³) asociada al valor numérico (7450), el primer paso es pasarla a metros cúbicos. Siguiendo el ejemplo del primero de los cuatro ejemplos que acompañan a los textos del BIPM (1985, p. 17 y 73) [1 cm³ = (10⁻² m)³ = 10⁻⁶ m³].

De acuerdo con él, 7450 Gm³ = 7450 (Gm)³ = 7450 × (10⁹ m)³ = 7450 × 10²⁷ m³.

El segundo paso es referir la cifra obtenida al volumen equivalente de figuras tridimensionales de las que las más sencillas son la esfera y el cubo. En el caso de la esfera, el radio de ésta vale 12 115 905,793 kilómetros, es decir, unas 1902 veces el radio terrestre. En el caso del cubo, la arista vale 19 530 742,654 kilómetros, es decir, el 13,06 % de la unidad astronómica. Vistas las cifras anteriores sólo cabe preguntarse ¿Dónde se halla el error?

La única explicación admisible es el olvido o el desconocimiento de los textos de la tabla 18 de modo que al separar erróneamente 10⁹ de m³, 10⁹ se convierte en el prefijo giga (G) que se une a los metros cúbicos para dar Gm³.

El proceso correcto es:

$$7450 \times (10^9 \text{ m}^3) = 7450 \times (10^3 \text{ m})^3 = 7450 \text{ km}^3$$

cifra no sólo 10¹⁸ veces menor a la del documento, sino que corresponde con el orden de magnitud real y que dividida por 1240 m³/habitante arroja un valor de unos 6008 millones de habitantes del planeta, cifra acorde con las estadísticas disponibles.

12.4. Errores por el empleo de unidades fuera del SI y no autorizadas

12.4.1. El Bureau International des Poids et Mesures

Si se utiliza al BIPM para encabezar este apartado es porque ya en la primera edición (1970, p. 16) de *Le Système International d'Unités* (SI) se desaconsejaba el uso de las dos unidades citadas: la micra y la caloría.

12.4.1.1. La micra: la Unión Europea se desdice

El RD 0293/2018, que transpone la Directiva (UE) 2015/0720, ha sido una ocasión perdida de corregir en la transposición el error que supone el uso de la unidad de medida *micra*⁶⁵ (no perteneciente al SI de unidades) empleando el *micrómetro* (símbolo µm), la unidad correcta dentro del SI.

A esto hay que añadir que ninguna de las tres normas citadas indica la equivalencia SI del valor de la micra.

La micra y su símbolo (µ) fueron suprimidos por el CGPM en 1968⁶⁶ de modo que su reaparición tras más de medio siglo de ausencia sólo puede ser el resultado de una incoherencia legislativa europea, incoherencia que pone en entredicho el rigor de los controles de calidad en la redacción de la directiva y los esfuerzos en la «aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre unidades de medida» ya que ninguna de las ocho directivas relacionadas incluye la micra en ninguno de sus textos.

12.4.1.2. La caloría

El empleo en la actualidad de la unidad de energía *caloría* presenta tres problemas: el primero es que la Directiva 71/354/CEE disponía la desaparición de esta unidad, de su nombre y su símbolo el 31 de diciembre de 1977 a más tardar. Este precepto fue ratificado por la Directiva 76/770/CEE. A partir de la derogación de ambas directivas por la 80/181/CEE ya no se volvió a hablar de la caloría. El segundo problema es la no pertenencia al SI y el tercero es que no posee un valor único, tal y como lo muestra la tabla 19. Únicamente los valores de la caloría *International Table* (IT) y de la termoquímica (th) son exactos por definición.

⁶⁵ La unidad *micron* (francés) ha sido traducida tanto en la 8.^a con en la 9.^a edición española de *El Sistema Internacional de Unidades* como *micrón* en tanto que el RD emplea *micra*, en línea con el *DLE* que admite *micrón* pero remite a *micra*.

⁶⁶ En la nota referida a la unidad *micron* (BIPM, 1998, p. 32) el texto francés dice: «*Le micron et son symbole, qui furent adoptés par le Comité international en 1879 (PV, 1879, 41) et repris dans la Résolution 7 de la 9^e CGPM (1948; CR,70), ont été supprimés par la 13^e CGPM (1967-1968, Résolution 7; CR,105 et Metrologia, 1968, 4, 44)*». Es decir, la micra y su símbolo fueron adoptados en 1879, retomados en 1948 y suprimidos en 1967-1968. En el anexo 1 (p. 55) se repite dicha supresión.

Tabla 19. Valores en julios de las calorías

Caloría Fuente	International Table (cal _{IT})	Termoquímica (cal _{th})	Media (cal media)	4 °C (cal ₄)	15 °C (cal ₁₅)	20 °C (cal ₂₀)
71/354/CEE	4,1868	---	---	---	---	---
76/770/CEE	4,1868	---	---	---	4,1855	---
Beigbeder, 1952, p. 8	4,1868	4,184	4,1897	4,2025	4,1855	---
BIPM, 1998, p. 32	4,1868	4,184	---	---	4,1855	---
ISO 80000-5:2007 ⁶⁷	≐ 4,1868	≐ 4,184	---	---	≈ 4,1855(5)	---
Thompson y Taylor, <i>op. cit.</i> , p. 47 ⁶⁸	4,1868	4,184	4,190 02	---	4,185 80	4,181 90

12.4.2. Unidades del British Imperial System

12.4.2.1. La pulgada

La Directiva 80/181/CEE dice: «Artículo 1 Las unidades de medida legales a los efectos de la presente Directiva que deberán utilizarse para expresar las magnitudes son:

...

c) Las recogidas en el Capítulo III del Anexo, sólo en los Estados miembros en los que estaban autorizadas el 21 de abril de 1973, y hasta una fecha que establecerán solamente dichos Estados miembros. Dicha fecha no podrá sobrepasar un límite que establecerá el Consejo sobre la base del artículo 100 del Tratado antes del 31 de diciembre de 1989».

La Directiva 89/617/CEE, que modifica a la anterior, cambia la redacción de la letra c) del citado Artículo 1, quedando así: «las recogidas en el capítulo III del Anexo, únicamente en aquellos Estados miembros en que estuvieran autorizadas el 21 de abril de 1973 y hasta una fecha que establezcan esos Estados miembros. Esta fecha no podrá ser posterior al 31 de diciembre de 1994».

Como conclusión, y dado que las modificaciones posteriores de la Directiva 80/181/CEE no han intervenido en esta letra, la pulgada dejó de ser una unidad legal de medida en la Europa de la Unión el uno de enero de 1995.

Visto lo anterior, sólo cabe desear un esfuerzo coordinado entre todas las Administraciones para exigir que se expresen en centímetros (cm) o milímetros (mm), por ejemplo, el valor de la longitud de la diagonal de la pantalla de un aparato electrónico, el diámetro de los neumáticos de un vehículo o los diámetros en fontanería.

12.4.2.2. La onza troy

La masa de los metales preciosos no se expresa en kilogramos, sino en onzas troy y, al igual que el petróleo, el precio viene expresado en dólares estadounidenses.

12.4.2.3. El caballo de vapor

El empleo en la actualidad de la unidad de potencia *caballo de vapor* presenta tres problemas: el primero es que la

⁶⁷ En el Anexo B (informativo) de la norma ISO 80000-5:2007 (p. 31), titulado *Otras unidades no pertenecientes al SI facilitadas para información, especialmente en relación con los factores de conversión*, se lee antes de la tabla con los distintos valores de la caloría: «No se recomienda el uso de estas unidades».

⁶⁸ En esta columna se ha sustituido el punto (.) original por la coma (,).

Directiva 71/354/CEE disponía la desaparición de esta unidad, de su nombre y su símbolo el 31 de diciembre de 1977 a más tardar. Este precepto fue ratificado por la Directiva 76/770/CEE. A partir de la derogación de ambas directivas por la 80/181/CEE ya no se volvió a hablar del caballo de vapor. El segundo problema es la no pertenencia al SI y el tercero es que no posee un valor único, tal y como lo muestra la tabla 20.

A esta unidad le es aplicable el texto del caballo de vapor, sin más modificación que sustituir la tabla 20 por la tabla 19.

La aparición de vehículos híbridos (motor de combustión y motor eléctrico) ha ido acompañada en ocasiones de incoherencia en la presentación de las potencias de los motores: la del motor de combustión en caballos de vapor y la del motor eléctrico en kilovatios.

Tabla 20. Algunos valores en vatios del caballo de vapor⁶⁹

Nombre	Vatios (W)	Fuente
caballo de fuerza (hp)	≐ 550 ft·lbf/s ≈ 745,699 9 ⁷⁰	UNE-EN ISO 80000-4:2014, p. 29
caballo de fuerza métrico ⁷¹	≐ 735,498 75	UNE-EN ISO 80000-4:2014, p. 31
caballo de vapor	≐ 745,699 871 582 270 22	<i>Statutory Instrument No. 1804, 1995</i>
caballo de vapor	745,7	Directiva 76/770/CEE, C.9.7
caballo de vapor eléctrico	≐ 746,000	Thompson y Taylor (<i>op.cit.</i> , p. 50)
caballo de vapor en caldera	9809,50 ⁷²	Thompson y Taylor (<i>op.cit.</i> , p. 50)
caballo de vapor hidráulico	746,043	Thompson y Taylor (<i>op.cit.</i> , p. 50)
caballo de vapor métrico	735,4988	Thompson y Taylor (<i>op.cit.</i> , p. 50)

⁶⁹ En España existe un caballo de vapor diferente; el denominado caballo de vapor fiscal (CVF), que se calcula según el Anexo V del RD 2822/1998 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos (BOE 022 de 1999-01-26) y sirve para determinar la potencia fiscal de los motores, cifra base para el cálculo del gravamen correspondiente.

⁷⁰ El valor exacto es 745,699 871 6 W.

⁷¹ En las directivas 71/354/EEC (Capítulo III) y 76/779/EEC (Capítulo B) aparecen las denominaciones: *cavallo vapore*, *cheval vapeur* y *Pferdestärke*.

⁷² La razón de la diferencia del valor del *boiler horsepower* con el resto de los valores es que esta unidad mide la capacidad de una caldera de evaporar 34,5 libras de agua (15,649 kg) como vapor seco a 212 °F (100 °C) en una hora.

12.4.3. Unidad del United States Customary System of Units

12.4.3.1. El barril de petróleo crudo

La información sobre el precio del petróleo crudo se da en una unidad de volumen (el barril estadounidense) que no pertenece al SI y en una moneda (el dólar estadounidense, USD, \$) que no es el euro (EUR, €) de la Unión Europea.

El barril estadounidense (véase la tabla 11) equivale a: 0,158 987 3 m³.

Precio del petróleo crudo Brent con fecha 2020-06-228: 43,20 USD por barril (Fuente: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/rbrteD.htm>).

Tasa de cambio euro/dólar estadounidense en la misma fecha:

1 EUR = 1,1213 USD (Fuente: Banco Central Europeo).

Precio del metro cúbico de petróleo crudo en euros:

$43,20 \text{ \$} \cdot \text{barril}^{-1} / (1,1213 \text{ \$} \cdot \text{€}^{-1} \times 0,158 \text{ 987 3 m}^3 \cdot \text{barril}^{-1}) = 242,33 \text{ €} \cdot \text{m}^{-3}$.

12.5. Otros errores

12.5.1. Masa y peso: dos magnitudes relacionadas, pero no idénticas

La *masa* es una magnitud básica cuya unidad es el *kilogramo* (símbolo kg), mientras que el *peso* (Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo. Es igual a la masa pesante del cuerpo por la intensidad de la gravedad y, como ésta, depende del lugar que se considere) (RACEFyN, 1996, p. 767) es una magnitud derivada cuya unidad es el *newton* (símbolo N). Esta diferencia conceptual no impide que en el lenguaje corriente masa y peso, equivocadamente, se confundan. Otro error, no menos frecuente, es el de abreviar *kilogramo* (unidad de masa) a *kilo* (prefijo que significa mil veces).

a) En la señal que aparece en la figura 3 se lee un texto difícilmente comprensible y por tanto difícilmente respetable: «CARGA MÁXIMA 1 TONELADA POR M²». Dado que la tonelada (1000 kg) es una unidad de masa y que la expresión «POR M²» se debe reescribir como «m²», el resultado (1000 kg·m²) es una *densidad superficial* que podría referirse a la de la losa de hormigón objeto de la señal.



Figura 3. Señal existente en uno de los accesos a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil (Universidad Politécnica de Madrid).

No obstante, la *carga* se refiere al *peso* a soportar⁷³ de modo que se tiene:

$$1000 \text{ kg} \times 9,806 \text{ 65 m} \cdot \text{s}^{-2} / \text{m}^2 = 9806,65 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 9806,65 \text{ Pa}.$$

Como conclusión, en el texto de la señal debería leerse: «Carga Máxima 9806,65 pascales» o bien «Carga Máxima 9,807 MPa».

b) Algo similar sucede con la señal de la figura 4, en la que se lee «15 kg cm²». El texto parece referirse a una presión, pero es una ilusión. Una masa (kg) multiplicada por una superficie (cm²) no se corresponde con ninguna unidad.



Figura 4. Una información ininteligible en una fachada del Teatro Real.

Si se tratase de la unidad no perteneciente al SI kilogramo fuerza (símbolo kgf) y la superficie se hallase en el divisor (cm²) como corresponde a una presión, la situación se transformaría en:

$$15 \times 9,806 \text{ 65 N} \times (10^{-2} \text{ m})^{-2} = 1 \text{ 470 997,5 N} \cdot \text{m}^{-2} = 1,471 \text{ MPa}$$

12.5.2. Una unidad innecesaria: el punto kilométrico

En los apartados b) y c) anteriores del punto 13.6 aparece una sedicente unidad: el punto kilométrico, empleada para la designación de puntos o tramos en obras públicas lineales: carreteras, ferrocarriles y canales. Esta *unidad* presenta varias características:

1. No pertenece al SI.
2. A diferencia de las unidades verdaderas o de sus símbolos, el valor numérico va detrás (y no delante) de la unidad.
3. No posee una única abreviación o símbolo, existiendo unas para el singular (pk, PK, PK.) y otras para el plural (ppkk, pp.kk.).
4. No aparece en las ediciones 5.^a (1984), 6.^a (1991) y 7.^a (2002) de las traducciones españolas del *Diccionario técnico vial de la A.I.P.C.R* (Asociación Técnica de Carreteras) ni en la 8.^a (2007) de la *Association mondiale de la route/world road association* (AIPCR/

⁷³ Las acepciones 2.^a y 4.^a de *carga* en el DLE son respectivamente: «Cosa que hace peso sobre otra» y «Peso que soporta una estructura».

PIARC) ni en el *Tesouro de Carreteras* (Lallana del Valle, 1993).

Cualquier punto o tramo de una obra pública lineal queda perfectamente definido indicando el nombre o código de la obra o infraestructura, el origen de la misma (el kilómetro cero) y la palabra kilómetro o de su símbolo (km) seguida del valor numérico si se trata de un punto o de los valores numéricos de los puntos inicial y final si se trata de un tramo (figura 5).



Figura 5. Señal de la Jefatura Provincial de Tráfico de Madrid en la A-5 que no emplea el símbolo *km* para indicar una distancia.

12.5.3. Una unidad a sustituir: el kilovatio hora

La unidad *kilovatio hora* (abreviadamente kWh) y otros múltiplos (MWh y TWh) no pertenecen al SI. La expresión debe interpretarse como el producto del valor de la magnitud *potencia* expresado en kilovatios (kW) multiplicado por el valor de la magnitud *tiempo* expresado en horas (h), resultando la magnitud *trabajo*.

Así pues, la unidad de dicho producto debe escribirse kW·h, siendo el valor de 1 kW·h en unidades del SI igual a:

$$1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 1000 \text{ J/s} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

Las grafías kW/h, kw/h, Kw/h y similares son todas erróneas.

13. CONCLUSIONES

En los ciento setenta años transcurridos entre el Real Decreto [de 1849-07-19] sancionando la ley de medidas y pesos, pasando por el Convenio del Metro y acabando en el RD 0493/2020, se ha evolucionado del Sistema Métrico Decimal a la novena edición del Sistema Internacional de unidades.

Sin embargo, y prueba de ello es el apartado 12 de este artículo, se producen incumplimientos e incoherencias sin que el Estado, que tiene competencia exclusiva sobre la «Legislación sobre pesas y medidas», según el artículo 149.1.12.^a de la Constitución, intervenga para su subsanación.

Y no es por la ausencia de precedentes: en la Gaceta de Madrid n.º 247 de 1909-09-04, p. 456, una Real orden del Ministerio de la Gobernación a instancias del Ministerio Instrucción Pública y Bellas Artes dice: «S. M. el REY (q.D.g.) se ha servido disponer se signifique á V. E. lo conveniente de que por ese Ministerio de su digno cargo se dicten las órdenes oportunas para que en lo sucesivo no aparezcan en la GACETA anuncios ó providencias en que se cometan tales infracciones del mencionado Reglamento.»

«Lo que se publica en la GACETA DE MADRID para conocimiento de los Ministerios, Centros, Autoridades,

Corporaciones y Dependencias que tengan obligación de hacer inserciones en este diario oficial y de ajustarse á las prescripciones del Reglamento⁷⁴ citado en la trascrita Real orden».

La aplicación, no sólo a los boletines oficiales de todos los ámbitos legislativos: nacional, autonómico y local (diputaciones provinciales y ayuntamientos), sino a toda la información escrita dirigida a los españoles sería una forma de incentivar el uso del SI.

De ser así, en los cinco años que faltan para el sesquicentenario del Convenio del Metro podrían convertir en innecesarios artículos como éste.

14. AGRADECIMIENTOS

Cuatro son las personas, todas ellas del CEDEX, a las que quiero manifestar mi agradecimiento: a Leticia Martínez Etayo, a Luis Pujol Terés, a Manuel Ramón García Sánchez-Colomer y a José-Carlos Pacheco Díaz.

15. FUENTES CITADAS

Asociación Técnica de Carreteras (1984). *Diccionario técnico vial de la A.I.P.C.R.*⁷⁵ Versión española. Madrid: Asociación Española Permanente de los Congresos de Carreteras.

Asociación Técnica de Carreteras (1991). *Diccionario técnico vial de la A.I.P.C.R.* Versión española. Edición corregida y aumentada. Madrid: Asociación Técnica de Carreteras.

Asociación Técnica de Carreteras (2002). *Diccionario técnico vial de la A.I.P.C.R.* Versión española. Madrid: Asociación Española Permanente de los Congresos de Carreteras.

Association Mondiale de la Route/World Road Association (AIPCR/PIARC) (2007). *Technical dictionary of road terms = Diccionario técnico vial*. Paris: PIARC Technical Committee on Terminology and Assistance to translation.

Beigbeder, F. (1952). *Conversiones metrologicas entre los sistemas Norteamericano, Inglés, Métrico Decimal, Cegesimal y Giorgi: 10.000 interconversiones, 320 Tablas = Metrological conversions between the American, English, Metric Decimal, Cegesimal and Giorgi systems: 10.000 interconversions, 320 Tables*. Madrid: Castilla.

BIPM (1970). *Le Système International d'Unités*. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures.

BIPM (1985). *Le Système International d'Unités*. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures.

BIPM (1998). *Le Système International d'unités (SI). The International System of Units*. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures.

BIPM (2006a). *El Sistema Internacional de Unidades. (SI)*. Tres Cantos: Centro Español de Metrología.

BIPM (2006b). *El Sistema Internacional de Unidades. (SI)*. Tres Cantos: Centro Español de Metrología. Disponible en: <https://www.cem.es/sites/default/files/files/SistemaInternacionalUnidades.pdf>

BIPM (2006c). *Le Système International d'unités (SI). The International System of Units*. 8^o éd. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures. 180 p. Disponible en: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8.pdf.

⁷⁴ Se trata del *Reglamento de 31 de Diciembre de 1906, para la ejecución de la ley de Pesas y Medidas de 8 de Julio de 1892*, aprobado por RD de 1906-12-31 (GdM 008 de 1907-01-08).

⁷⁵ *Association Internationale Permanente des Congrès de la Route*.

BIPM (2014). *Le Système International d'unités (SI). The International System of Units*. 8^e éd. *Supplément 2014: mise à jour de la 8^e édition de la Brochure sur le SI (2006). Supplement 2014: updates to the 8th edition (2006) of the SI Brochure*. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures. Disponible en: <http://www.bipm.org/fr/publications/si-brochure/>.

BIPM (2019a). *El Sistema Internacional de Unidades*. 9^a Edición. Tres Cantos: Centro Español de Metrología. Disponible en: https://www.cem.es/sites/default/files/30362_elsistemainternacionaldeunidades_web.pdf

BIPM (2019b). *Le Système international d'unités (SI). The International System of Units*. 9^e éd. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures. Disponible en: <https://www.bipm.org/utills/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9.pdf>.

Centro Español de Metrología (2013-09). *Recomendaciones del Centro Español de Metrología para la enseñanza y utilización del Sistema Internacional de unidades de medida*. Tres Cantos: Centro Español de Metrología. Disponible en: https://www.cem.es/sites/default/files/files/recomendaciones_cem_ensenanza_metrologia.pdf

Centro Español de Metrología. S.f. *Resumen de Reglas de escritura para artículos técnicos*. Tres Cantos: CEM. Disponible en: https://www.cem.es/sites/default/files/normas_de_escritura_articulos_tecnicos.pdf

CODATA *Internationally recommended 2018 values of the Fundamental Physical Constants*. Disponible en: <https://physics.nist.gov/cuu/Constants>. Visitado el 2019-09-17.

Cohen, E.R., y Giacomo, P. (1987). *Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics*. International Union of Pure and Applied Physics, Document I.U.P.A.P.-25, SUNAMCO Commission 87-1. Disponible en <http://iupap.org/wp-content/uploads/2014/05/A4.pdf>.

Cohen, E.R., Cvitaš, T., Frey, J.G., Holmström, B., Kuchitsu, K., Marquardt, R., Mills, I., Pavese, F., Quack, M., Stohner, J., Strauss, H.L., Takami, M., y Thor, A.J. (2008). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry. IUPAC Green Book*. Cambridge: IUPAC & RSC Publishing.

Cohen, E., y Taylor, B.N. (1987). *The 1986 adjustment of the fundamental physical constants*. *Rev. Mod. Phys.* 59(4): pp. 1121-1148.

Convenio firmado en París el 20 de mayo de 1875 para asegurar la unificación internacional y el perfeccionamiento del Sistema Métrico (Convenio del Metro) (GdM 009 de 1876-01-09).

Decreto de 01 de febrero de 1952 por el que se aprueba el Reglamento que a continuación se publica para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas, de 8 de julio de 1892, con las modificaciones introducidas por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas (BOE 044 de 1952-02-13).

Directiva (UE) 2015/0720, del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2015 por la que se modifica la Directiva 94/62/CE en lo que se refiere a la reducción del consumo de bolsas de plástico ligeras (DOUE L 115 de 2015-05-06).

Directiva (UE) 2019/1258 de la Comisión de 23 de julio de 2019 por la que se modifica, para adaptarlo al progreso técnico, el anexo de la Directiva 80/181/CEE del Consejo en lo relativo a las definiciones de las unidades básicas del Sistema Internacional (DOUE L 196 de 2019-07-24).

Directiva 1999/103/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de enero de 2000 por la que se modifica la Directiva 80/181/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre unidades de medida (DOCE L 034 de 2000-02-09).

Directiva 2009/003/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2009, por la que se modifica la Direc-

tiva 80/181/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre unidades de medida (DOUE L 114 de 2009-05-07).

Directiva 71/354/CEE del Consejo, de 18 de octubre de 1971, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las unidades de medida (DOCE L 243 de 1971-10-29).

Directiva 80/181/CEE del Consejo, de 20 de diciembre de 1979, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las unidades de medida, de derogación de la Directiva 71/354/CEE (DOCE L 039 de 1980-02-15).

Directiva 85/001/CEE del Consejo, de 18 de diciembre de 1984, por la que se modifica la Directiva 80/181/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las unidades de medida (DOCE L 002 de 1985-01-03).

Directiva 89/617/CEE del Consejo de 27 de noviembre de 1989 por la que se modifica la Directiva 80/181/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre las unidades de medida (DOCE L 357 de 1989-12-07).

Directive 76/770/CEE du Conseil, du 27 juillet 1976, modifiant la directive 71/354/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux unités de mesure (DOCE L 262 de 1976-09-17).

Foro Nuclear. [2005]. *Energía 2005*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 283 p. D.L.: M. 26 478-2005.

Foro Nuclear. [2006]. *Energía 2006*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 279 p. D.L.: M. 26 382-2006.

Foro Nuclear. [2007]. *Energía 2007*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 285 p. D.L.: M. 23 065-2007.

Foro Nuclear. [2008]. *Energía 2008*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 287 p. D.L.: M. 30 010-2008.

Foro Nuclear. [2009]. *Energía 2009*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 287 p. D.L.: M. 26 890-2009.

Foro Nuclear. [2010]. *Energía 2010*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 282 p. D.L.: M. 26 265-2010.

Foro Nuclear. [2011]. *Energía 2011*. [Madrid]: [ALGOR, S.L.]. 303 p. D.L.: M. 27 112-2011.

Hoekstra, A.Y., y Chapagain, A.K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1): pp. 35-48. DOI 10.1007/s11269-006-9039-x.

JCGM 100:2008. *Evaluación de datos de medición: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida*. Edición digital 1 en español (traducción 1.^a ed. Sept. 2008). Primera edición Septiembre 2008 (original en inglés). © JCGM 2008. (3.^a ed. en español. 2009). Tres Cantos: Centro Español de Metrología.

JCGM 200:2012 *Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)*. Tres Cantos: Centro Español de Metrología.

Lallana del Valle, C. (comp.) (1993). *Tesoro de carreteras*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación. Madrid: CEDEX.

Ley 03/1985, de 18 de marzo, de Metrología (BOE 067 de 1985-03-19).

Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología (BOE 309 de 2014-12-23).

Ley 88/1967, de 08 de noviembre, declarando de uso legal en España el denominado Sistema Internacional de Unidades de Medida S. I. (BOE 269 de 1967-11-10).

Ley de pesas y medidas de 08 de julio de 1892. (GdM 191 de 1892-07-09).

Martín, Á., y Colino, A. (dirs.) (2003). *Diccionario español de la energía: con vocabulario inglés-español*. Aranjuez: Ediciones DOCE CALLES.

Martín, Á., y Colino, A. (dirs.) (2004). *Diccionario español de la energía: con vocabulario inglés-español*. 2.ª ed. revisada y ampliada. Aranjuez: Ediciones DOCE CALLES.

Mohr, P.J., y Taylor, B.N. (2000). *CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 1998*. *Rev. Mod. Phys.* 72(2): pp. 351-495.

Mohr, P.J., y Taylor, B.N. (2005). *CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2002*. *Rev. Mod. Phys.* 77(1): pp. 1-107.

Mohr, P.J., Taylor, B.N., y Newell, D.B. (2012). *CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2010*. Gaithersburg, Maryland 20899-8420, USA: National Institute of Standards and Technology. *Reviews of Modern Physics*, Vol. 84, pp. 1527-1605. DOI: 10.1103/RevModPhys.84.1527.

Orden ICT/149/2020, de 07 de febrero, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 648/1994, de 15 de abril, por el que se declaran los patrones nacionales de medida de las unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades; y la Orden ITC/2581/2006, de 28 de julio, por la que se definen los patrones nacionales de las unidades derivadas, del sistema internacional de unidades, de capacidad eléctrica, concentración de ozono en aire, flujo luminoso, impedancia en alta frecuencia, par de torsión, potencia en alta frecuencia, resistencia eléctrica, ruido electromagnético en alta frecuencia, tensión eléctrica, actividad (de un radionucleido), kerma (rayos X y γ), dosis absorbida, ángulo plano, densidad de sólidos, fuerza, presión, volumen, atenuación en alta frecuencia, humedad e intervalo de medida de alta tensión eléctrica (superior a 1000 V). (BOE 045 de 2020-02-21).

RD [de 1895-09-05] aprobatorio del reglamento para la ejecución de la ley de Pesas y Medidas de 8 de Julio de 1892 (GdM 253 de 1895-09-10).

RD 0244/2016, de 03 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología (BOE 137 de 2016-06-07).

RD 0293/2018, de 18 de mayo, sobre reducción del consumo de bolsas de plástico y por el que se crea el Registro de Productos (BOE 122 de 2018-05-19).

RD 0493/2020, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida (BOE 119 de 2020-04-29).

RD 1072/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial (BOE 298 de 2015-12-14).

RD 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida (BOE 264 de 1989-11-03).

RD 1737/1997, de 20 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las unidades legales de medida (BOE 289 de 1997-12-03).

RD 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. (BOE 018 de 2010-01-21). Corrección de errores y erratas en el BOE 043 de 2010-02-18.

RD 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial (BOE 032 de 1996-02-06).

RD Legislativo 1296/1986, de 28 de junio, por el que se modifica la Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología, y se establece el control metrológico CEE (BOE 155 de 1986-06-30).

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1996). *Vocabulario científico y técnico*. Madrid: RACEFYN.

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2010a). *Nueva gramática de la lengua española*. Madrid: Espasa Libros.

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2010b). *Ortografía de la lengua española*. Madrid: Espasa Libros.

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2014). *Diccionario de la lengua española*. 23.ª ed. Madrid: Real Academia Española.

Real Academia Española (2018). *Libro de estilo de la lengua española según la norma panhispánica*. Real Academia Española. Madrid y Barcelona: Editorial Planeta.

Real Orden [de 1860-06-04] fijando en 70.000 rs. fontaneros, ó [sic] sean 2.600 litros por segundo de tiempo, la cantidad de agua del expresado Canal [de Isabel II]. (GdM 161 de 1860-06-09)

Real Orden [de 1909-08-25] disponiendo que en lo sucesivo no se publiquen en la GACETA anuncios ó providencias en que hagan infracciones al Reglamento de la ley de Pesas y Medidas. (GdM 247 de 1909-09-04, p. 456).

Statutory Instrument No. 1804, 1995 *The Units of Measurement Regulations 1995*. (Reino Unido). Disponible en: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/1995/1804/contents/made>

Tanarro Sanz, A., y Tanarro Onrubia, A. (1999). *Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear: glosario de términos*. Madrid: Foro de la Industria Nuclear Española.

Tanarro Sanz, A., y Tanarro Onrubia, A. (2008). *Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear: glosario de términos*. Madrid: Tecnatom y Foro de la Industria Nuclear Española.

Thompson, A., y Taylor, B.N. (2008). *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. Gaithersburg, MD 20899: National Institute of Standards and Technology. Disponible en: <http://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>.

UNE-EN 28601:1995. *Elementos de datos y formatos de intercambio: Intercambio de información. Representación de la fecha y de la hora*.

UNE-EN 80000-06:2009. *Magnitudes y unidades. Parte 6: Electromagnetismo*. (EN 80000-6:2008; fuente: IEC 80000-6:2008).

UNE-EN 80000-13:2009. *Magnitudes y unidades. Parte 13: Ciencia y tecnología de la información*. (EN 80000-13:2008; fuente IEC 80000-13:2008).

UNE-EN ISO 80000-01:2014. *Magnitudes y unidades. Parte 1: Generalidades*. (ISO 80000-1:2009 + Cor. 1:2011).

UNE-EN ISO 80000-02:2013. *Magnitudes y unidades. Parte 2: Signos matemáticos y símbolos matemáticos que se utilizan en las ciencias naturales y en la tecnología*. (ISO 80000-2:2009).

UNE-EN ISO 80000-03:2013. *Magnitudes y unidades. Parte 3: Espacio y tiempo*. (ISO 80000-3:2006).

UNE-EN ISO 80000-04:2014. *Magnitudes y unidades. Parte 4: Mecánica*. (ISO 80000-4:2006).

UNE-EN ISO 80000-05:2014. *Magnitudes y unidades. Parte 5: Termodinámica*. (ISO 80000-5:2007).

UNE-EN ISO 80000-08:2009. *Magnitudes y unidades. Parte 8: Acústica*. (ISO 80000-8:2007).

UNE-EN ISO 80000-09:2014. *Magnitudes y unidades. Parte 9: Química-física y física molecular*. (ISO 80000-9:2009 + Amd. 1:2011).

UNE-EN ISO 80000-10:2013. *Magnitudes y unidades. Parte 10: Física atómica y nuclear*. (ISO 80000-10:2009).

UNE-EN ISO 80000-11:2013. *Magnitudes y unidades. Parte 11: Números adimensionales característicos*. (ISO 80000-11:2008).

UNE-EN ISO 80000-12:2014. *Magnitudes y unidades. Parte 12: Física del estado sólido*. (ISO 80000-12:2009).