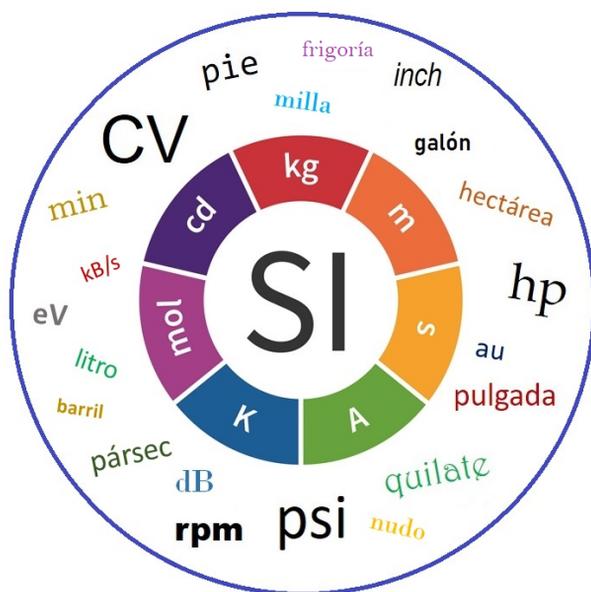


# Unidades fuera del SI utilizadas en la vida diaria



1ª edición, Julio 2022





**UNIDADES FUERA DEL SI**  
**utilizadas en la vida diaria**

*La figura “3i” de la portada representa las tres características intrínsecas de la metrología: es invasiva, invisible e ignorada.*

Una publicación conjunta del Centro Español de Metrología (CEM) y del Comité de Metrología, del Instituto de la Ingeniería de España, elaborada por el Dr. Emilio Prieto Esteban, Jefe del Área de Longitud e Ingeniería de Precisión del CEM y representante en el Comité Consultivo de Unidades, del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CCU-CIPM).

En esta publicación se ha utilizado papel de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública vigente.

1ª edición. Julio 2022

Edita: Centro Español de Metrología

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, sin permiso expreso y escrito de los titulares del copyright.

© Centro Español de Metrología e Instituto de la Ingeniería de España

NIPO (edición impresa): 113220198

NIPO (edición electrónica): 113220182

Depósito legal: M-18804-2022

## Contenido

Introducción .....	7
Neumáticos.....	10
Presión .....	11
Roscas.....	12
Tuberías.....	14
Rodamientos.....	16
Navegación.....	18
Astronomía.....	20
Petróleo e hidrocarburos líquidos .....	23
Octanaje y cetanaje de los combustibles derivados del petróleo .....	24
Energía y Potencia.....	26
En motores de combustión .....	27
En electricidad.....	27
En grandes explosiones.....	28
En terremotos .....	29
En emisiones a la atmósfera .....	31
En nutrición.....	31
En climatización .....	32
Salud.....	32
Jeringas, catéteres, agujas y sondas .....	32
Oftalmología.....	34
Tensión arterial.....	34
Propiedades biológicas.....	35

Contenido en azúcar .....	36
Informática .....	37
Vestimenta .....	41
Tallas de ropa .....	41
Tallas de calzado .....	44
Joyería .....	46
Grapas .....	48
Notas finales .....	49
Conclusión .....	51

## Introducción

En el prólogo a la 9ª edición de la publicación “El sistema internacional de unidades”, editada por el BIPM [1], y en su versión española por el CEM [2], se recuerda que este sistema ha sido el utilizado en todo el mundo como lenguaje básico para la ciencia, la tecnología, la industria y el comercio, desde su establecimiento en 1960 por resolución de la 11ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

La 9ª edición de la publicación sobre el SI salió a la luz tras la adopción, por la 26ª reunión de la CGPM, de un conjunto de cambios de gran alcance, que introducen un nuevo enfoque para articular las definiciones de las unidades en general, y de las siete unidades básicas en particular, ligando estas a los valores numéricos de siete constantes "definitorias", entre ellas las constantes fundamentales de la naturaleza, como la constante de Planck  $h$  y la velocidad de la luz  $c$ , de modo que las definiciones representan nuestra comprensión actual de las leyes de la física. Estos cambios, aprobados por la CGPM en noviembre de 2018, entraron en vigor el 20 de mayo de 2019, Día Mundial de la Metrología, en el que se conmemora la firma de la Convención del Metro en 1875.

El SI está formado por un conjunto de unidades básicas y derivadas. Algunas de estas últimas, de mayor utilización, poseen nombres y símbolos especiales, dentro de un conjunto ilimitado de magnitudes posibles.

Pero la propia publicación reconoce que en el mundo se utilizan también ampliamente algunas unidades que no forman parte del SI, que además se prevé que continuarán usándose durante muchos años. De estas unidades no SI, el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) ha aceptado la utilización de algunas junto con las del SI, aun a sabiendas de que se pierden algunas de las ventajas del SI. Entre estas unidades están las de la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Unidades no SI, aceptadas para su uso con las unidades SI

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Valor en unidades SI
tiempo	minuto hora día	min h d	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s 1 d = 24 h = 86 400 s
longitud	unidad astronómica <sup>(a)</sup>	au	1 au = 149 597 870 700 m
ángulo plano y ángulo de fase	grado minuto segundo <sup>(b)</sup>	° ' "	1° = (π/180) rad 1' = (1/60)° = (π/10 800) rad 1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
área	hectárea <sup>(c)</sup>	ha	1 ha = 1 hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
volumen	litro <sup>(d)</sup>	l, L	1 l = 1 L = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
masa	tonelada <sup>(e)</sup> dalton <sup>(f)</sup>	t Da	1 t = 10 <sup>3</sup> kg 1 Da = 1,660 539 066 60 (50) × 10 <sup>-27</sup> kg
energía	electronvoltio <sup>(g)</sup>	eV	1 eV = 1,602 176 634 × 10 <sup>-19</sup> J
relaciones logarítmicas	neper <sup>(h)</sup> belio <sup>(h)</sup> decibelio <sup>(h)</sup>	Np B dB	véase pie de tabla

- (a) Decisión de la XXVIII Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (Resolución B2, 2012).
- (b) Para algunas aplicaciones, p. ej. en astronomía, los ángulos pequeños se miden en segundos de arco (as, del inglés *arcsecond*, segundos de ángulo plano, o *''*), milisegundos de arco (mas), microsegundos de arco (μas) y picosegundos de arco (pas), donde el segundo de arco es un nombre alternativo para el segundo de ángulo plano.
- (c) La unidad hectárea y su símbolo ha, fueron adoptados por el CIPM en 1879 (PV, 1879, 41). La hectárea se utiliza para expresar el área de terrenos.
- (d) El litro y el símbolo en minúscula l, fueron adoptados por el CIPM en 1879 (PV, 1879, 41). El símbolo alternativo, L mayúscula, fue adoptado por la 16ª CGPM (1979, Resolución 6; CR, 101 y *Metrologia*, 1980, **16**, 56-57) para evitar el riesgo de confusión entre la letra l (ele) y el numeral 1 (uno).
- (e) La tonelada y su símbolo t, fueron adoptados por el CIPM en 1879 (PV, 1879, 41). Esta unidad a veces se denomina "tonelada métrica" en algunos países.
- (f) El dalton (Da) y la unidad de masa atómica unificada (u) son nombres (y símbolos) alternativos para la misma unidad, igual a 1/12 de la masa de un átomo de carbono 12 libre, en reposo y en su estado fundamental.
- (g) El electronvoltio es la energía cinética adquirida por un electrón al pasar a través de

una diferencia de potencial de un voltio en el vacío. El electrónvoltio se combina a menudo con los prefijos SI.

- (h) Las unidades neper, belio y decibelio se utilizan para dar información sobre magnitudes que son relaciones logarítmicas. El neper, Np, para relaciones basadas en el uso del logaritmo neperiano (o natural),  $\ln = \log_e$ . El belio y el decibelio, B y dB, donde  $1 \text{ dB} = (1/10) \text{ B}$ , para relaciones basadas en el logaritmo decimal,  $\lg = \log_{10}$ . Así, cuando decimos  $L_X = m \text{ dB} = (m/10) \text{ B}$  (donde  $m$  es un número) estamos diciendo que  $m = 10 \lg (X/X_0)$ . Al usar estas unidades es importante especificar la naturaleza de la magnitud y el valor de referencia  $X_0$  utilizado.

Respecto al belio, este se introdujo en 1922 en honor del inventor del teléfono, Alexander Graham Bell, para simplificar y facilitar los cálculos en los campos de la electrónica, las telecomunicaciones y la acústica, y expresar más fácilmente la ganancia (amplificación) o pérdida (atenuación) de potencia a la salida de un circuito, respecto a un valor de referencia, de entrada.

En la práctica habitual, el belio (B)<sup>(1)</sup> resulta demasiado grande, por lo que suele utilizarse el decibelio (dB), la décima parte del belio. 0 dB significa que no existe ganancia ni pérdida alguna, y que estamos en el nivel de referencia. Según el campo de aplicación, el valor de referencia suele ser 1 W, 1 mW, o 20  $\mu\text{Pa}$  (en acústica). En este último caso, 0 dB es el umbral de audición y 120 dB el umbral de dolor.

Algunas personas creen que la fórmula de cálculo de los decibelios cambia cuando se aplica a relaciones de tensión o de intensidad, ya que delante del logaritmo aparece el factor 20 en lugar del factor 10, pero eso no es más que una consecuencia de expresar la potencia, en el numerador y en el denominador, en función de la tensión ( $V^2/R$ ) o de la intensidad ( $I^2 \cdot R$ ), las cuales, al ir elevadas al cuadrado, causan que dicho cuadrado salga fuera del logaritmo, multiplicándolo, y haciendo aparecer las expresiones  $20 \log(V_s/V_{\text{ref}})$ , o bien  $20 \log(I_s/I_{\text{ref}})$ .

---

<sup>(1)</sup> El símbolo del belio (B) coincide con el del Byte, pero no tiene nada que ver con éste. Afortunadamente, los contextos en los que se utilizan ambos son diferentes y rara vez coincidentes.

$$10 \log \left( \frac{P_{\text{sal}}}{P_{\text{ent}}} \right) = 10 \log \left( \frac{V_{\text{sal}}^2 / R}{V_{\text{ent}}^2 / R} \right) = 10 \log \left( \frac{V_{\text{sal}}}{V_{\text{ent}}} \right)^2 = 20 \log \left( \frac{V_{\text{sal}}}{V_{\text{ent}}} \right)$$

o bien

$$10 \log \left( \frac{P_{\text{sal}}}{P_{\text{ent}}} \right) = 10 \log \left( \frac{I_{\text{sal}}^2 \cdot R}{I_{\text{ent}}^2 \cdot R} \right) = 10 \log \left( \frac{I_{\text{sal}}}{I_{\text{ent}}} \right)^2 = 20 \log \left( \frac{I_{\text{sal}}}{I_{\text{ent}}} \right)$$

Conviene también indicar que el símbolo dB debe permanecer tal cual, evitando añadirle otros símbolos, como ocurre en dB<sub>SPL</sub> (referencia al nivel de presión sonora), dB<sub>W</sub> (referencia 1 vatio), dBm (referencia 1 mW), dBi (decibelios respecto a una antena isotrópica), etc. Si se hace necesario indicar la diferencia entre los distintos tipos de decibelios, derivada de su aplicación a distintas relaciones de magnitudes, tal distinción debe realizarse en el símbolo de la magnitud, nunca en el de la unidad, tal como manda hacer el SI.

Hay muchas más unidades no SI que, o bien son de interés histórico, o bien aún se usan en campos específicos (por ejemplo, el barril de petróleo) o en países particulares (pulgada, pie y yarda). El gal (símbolo Gal) es también una unidad no SI empleada en geodesia y geofísica para expresar la aceleración debida a la gravedad, siendo  $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm s}^{-2} = 10^{-2} \text{ m s}^{-2}$ .

A continuación, recogemos algunas de estas unidades no SI, no admitidas por el CIPM para su utilización conjunta con el SI, pero de uso habitual en campos específicos

## Neumáticos

El Reglamento nº 75 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — *Disposiciones uniformes relativas a la homologación de neumáticos para motocicletas y ciclomotores* [3], especifica cómo designar el tamaño del neumático, mediante los elementos siguientes:

- la anchura nominal de sección (S1), expresada en milímetros,
- la relación nominal de aspecto (lo que en buen español denominaríamos relación de esbeltez:  $100(D_{\text{ext}} - D_{\text{llanta}})/2 \times \text{Anchura}$ )
- el tipo de neumático, radial, por ejemplo

- un número convencional «d», que indica el diámetro nominal de la llanta y que corresponde a su diámetro, expresado, bien mediante un **código** (4 a 23), bien en milímetros (102 a 584).
- el índice de carga soportable y el índice de velocidad

Así, por ejemplo, un tamaño de neumático podría ser 225/45 R17 94V.

En esta denominación, el número convencional «d», en sus valores entre 4 y 23 (en el ejemplo, 17), es en realidad el diámetro nominal de la llanta en pulgadas, pero no se dice explícitamente, sino que dicho número se denomina **código**, con lo que su uso resulta perfectamente legal desde el punto de vista de las unidades de medida. Es decir, **se utilizan pulgadas, pero no se dice que lo sean**.

Respecto a la llanta correspondiente, podría decirse que es de código 17, pero no debería decirse que es de 17 pulgadas, aunque si no lo hacemos así, probablemente quien nos la venda pensará que no sabemos nada de automóviles ya que, en las informaciones comerciales, el valor de la llanta sigue expresándose en pulgadas.

En el caso de los neumáticos (cubiertas) y llantas de bicicleta, la norma que se ocupa de su marcado es la ISO 5775, basada en el sistema desarrollado originalmente por la Organización Técnica Europea de Neumáticos y Llantas (ETRTO). La parte 2 de dicha norma (ISO 5775-2) define los códigos de las llantas, distingue entre tres tipos, y las designa por su diámetro y anchura nominales, separados por un aspa (×), **en milímetros**. Sin embargo, la norma aún permite la inclusión de marcados antiguos (en pulgadas y entre paréntesis), a continuación del actual código ISO 5775.

## Presión

El haber hablado de neumáticos nos da pie a introducirnos en el campo de la presión, donde la unidad en el SI es el pascal (Pa), igual a  $1 \text{ N/m}^2$ ; sin embargo, siguen utilizándose aún muchas unidades no SI: atmósferas, mbar, mm Hg,  $\text{kgf/cm}^2$ , psi, etc., dependiendo del subcampo específico de que se trate.

Debido a que el pascal tiene un valor muy pequeño, en la medida de la presión atmosférica es habitual utilizar múltiplos del pascal como el hPa (100 Pa) o el kPa (1000 Pa). Hasta hace pocos años, la AEMET, en sus mapas del tiempo, expresaba la presión atmosférica en milibar (mbar), pero en la actualidad ya la expresan correctamente en hPa, unidad del SI<sup>(2)</sup>.

En la industria de los fluidos, también se utiliza el MPa ( $10^6$  Pa) y el **bar** ( $10^5$  Pa), pero en la medida de la presión de los neumáticos, los manómetros de las gasolineras suelen estar graduados en **kg/cm<sup>2</sup>**, unidad muy similar al bar (1 bar = 1,02 kg/cm<sup>2</sup>), del superado “sistema técnico”, previo al SI, en donde el kg indicado se denominaba kilogramo-fuerza (kgf). A veces, los manómetros llevan una doble escala, en colores distintos, en kg/cm<sup>2</sup> y en **psi** (1 psi = 0,07 kg/cm<sup>2</sup>); es decir, libras por pulgada cuadrada, que es la mayoritariamente utilizada en los países anglosajones. En resistencia de materiales también se habla de **kg/mm<sup>2</sup>**.

Además del mal uso del lenguaje industrial, también en este caso el problema se traslada al ámbito escrito. Aunque se van extendiendo los catálogos y la documentación técnica que emplea múltiplos del pascal, todavía en bastantes se proporcionan valores en **kg/mm<sup>2</sup>** o en **kg/cm<sup>2</sup>**. En estos casos, como decimos, se está expresando incorrectamente la unidad de presión (fuerza/superficie) pues se utiliza el símbolo de la unidad de masa SI (kg) para referirse a una unidad de fuerza, prohibida en el SI (kilopondio o kilogramo fuerza).

## Roscas

Entre las de uso general, están las roscas métricas ISO, formadas por un filete helicoidal en forma de triángulo equilátero con crestas truncadas y valles redondeados. El ángulo que forman los flancos del filete es de 60° y **el paso**, igual a la distancia entre los vértices de dos crestas consecutivas, **viene dado en milímetros**.

---

<sup>(2)</sup> No ocurre lo mismo con la temperatura, donde siguen utilizándose los “grados centígrados” en lugar de los “grados Celsius”. Incluso en la notación en los mapas, hay discrepancias entre los informativos del tiempo de las distintas cadenas, siendo los más extendidos los “grados”, sin precisar, y muchas veces poniendo el símbolo ° (grado angular) en lugar de °C (grado Celsius).

Su denominación se indica en las normas ISO 68-1 e ISO 965-1. Si es de paso grueso, se designa con la letra M seguida del valor del diámetro nominal en milímetros, por ejemplo: M 6. Si es de paso fino, la letra M va seguida del diámetro nominal y del paso, ambos expresados en milímetros, separados por el signo “×”, por ejemplo: M 6 × 0,25.

Aparte de las métricas se utilizan muchos otros tipos de roscas no métricas, siendo las principales las siguientes [4]:

Unificada: UNC y UNF  
Americana: NPT  
Británica: BSPP y BSPT

**La rosca unificada ISO de paso grueso (UNC)**, utilizada en aplicaciones industriales que requieren un montaje y desmontaje rápido, o cuando hay posibilidad de corrosión o deterioro, coincide con la rosca métrica ISO en cuanto a diseño y ángulo de flancos, pero **sus dimensiones responden al sistema imperial**, designándose según la norma ANSI/ASME B1.1 con las letras UNC, a las que precede el **diámetro nominal en pulgadas, seguido del paso en hilos por pulgada**, por ejemplo: 1/4” 20 UNC.

**La rosca unificada ISO de paso fino (UNF)**, aunque más resistente a la tracción y torsión que la UNC y al aflojamiento por vibración, difiere de la anterior únicamente en el paso y la denominación, reemplazándose las letras UNC por UNF.

Aparte de las de uso general, también hay roscas específicas para tuberías, entre ellas [4]:

- 1. Rosca normal británica para tubería (BSP) o rosca “gas”**, derivada de la rosca Whitworth original, poco utilizada en la actualidad. Usada comúnmente en fontanería de baja presión, tiene forma de triángulo isósceles, con un ángulo de 55° entre los flancos de los filetes. **El diámetro nominal o exterior de la rosca se expresa en pulgadas, y el paso en hilos por pulgada.**

Según su diseño, presenta dos variantes:

- (a) **Rosca cilíndrica (o recta o paralela, BSPP)**. Se nombra con la letra G, seguida del **diámetro nominal del tubo en pulgadas**, según norma ISO 228-1; p. ej. G 7.
  - (b) **Rosca cónica (BSPT)**. Se denomina con la letra R, seguida del **diámetro nominal del tubo en pulgadas**, según norma ISO 7-1. Por ejemplo: R 1/8
2. **Rosca nacional americana cónica para tubería (NPT)**, cuyos filetes forman un ángulo de  $60^\circ$  y las crestas y valles están truncados en  $1,8^\circ$ . **El diámetro se expresa en pulgadas y el paso en hilos por pulgada**. Se designa según la norma ANSI B1.20.1 con las letras NPT, a las que se antepone **el diámetro nominal en pulgadas y el número de hilos por pulgada**, separados por un guion. Por ejemplo:  $1/16'' - 27$  NPT.

## Tuberías

Como vemos en las roscas, **la pulgada (")**, equivalente a 25,4 mm, **sigue siendo muy utilizada**, pero en muchos casos, por ejemplo, en tuberías y accesorios de fontanería, dicha equivalencia no aparece por ningún lado.

Ello es debido a que inicialmente, como bien explica la referencia [5], se tomó como medida el interior de las tuberías de hierro galvanizado, de forma que una que tuviese 25,4 mm de diámetro interior era de 1". Estas tuberías se conectaban a otros elementos mediante piezas roscadas, pero al aparecer mejores materiales, como el cobre, no se hicieron tubos de cobre de diámetro interior 1", sino que se decidió conectarlos a los previamente instalados, de hierro galvanizado, sobre las roscas externas de estos. Hasta aquí, todo correcto, salvo que se aplicó la denominación de las tuberías anteriores a las conexiones, y se las siguió llamando de 1", aunque estas tenían ahora mayor diámetro.

Así, en fontanería se asimiló 1" a 33 mm, no a 25,4 mm, solo porque la rosca que se acopla al tubo de diámetro interior 1" tiene 33 mm de

diámetro. Ello añade aún más confusión al hecho de utilizar medidas en pulgadas.

De lo anterior podría deducirse que, en fontanería, la equivalencia entre pulgadas y milímetros es siempre  $1'' = 33 \text{ mm}$ , pero no es así, ya que según el tipo de rosca y de material, la equivalencia varía. Como se ve, un auténtico lío. De ahí la importancia de los buenos fontaneros, que dominen la materia y las soluciones. Por ello, hasta el mundo de la política ha adoptado esta denominación profesional para aquellos que evitan y/o solucionan problemas en gobiernos y partidos políticos.

Aunque en internet se encuentran tablas de equivalencias precisas, la mayor parte de las veces no se necesita tal precisión, ya que en la práctica del oficio basta con saber diferenciar entre una pieza de  $3/4''$  y otra de  $1''$ , las cuales se distinguen claramente. La siguiente tabla muestra valores aproximados, pero suficientemente distintos como para no confundirse:

Rosca	diámetro
$1/2''$	20 mm
$3/4''$	25 mm
$1''$	30 mm
$1 \ 1/4''$	40 mm
$1 \ 1/2''$	50 mm
$2''$	60 mm

Como se ve, nada que ver con  $1'' = 25,4 \text{ mm}$ .

Sin embargo, **aunque las roscas de las piezas se miden normalmente en pulgadas, las de los tubos (menos el de hierro) sí se miden en milímetros**, y así, podemos encontrar, siempre referidos a diámetros exteriores:

Tubos de PVC, de (20, 25, 32, 40, 50, 63) mm,

Tubos de Cobre, de (18, 22, 28, 42, 54, 63) mm, o

Tubos de Hierro, de  $1/2''$ ,  $3/4''$ ,  $1''$ ,  $1 \ 1/4''$ ,  $1 \ 1/2''$  y  $2''$

Así, cuando se necesita una pieza para un tubo de PVC, ésta puede ser de 20 mm, por ejemplo, o de  $20 \times 1/2''$  si lleva uno de los extremos roscados.

En el caso del cobre, una pieza de unión para soldar por ambos extremos podría ser un manguito de 18 mm, y si esa pieza de unión lleva en uno de los lados una rosca, el manguito podría ser de  $18 \times 1/2''$  o de  $18 \times 3/4''$  ya que, como se ha dicho, **la medida en pulgadas no hace referencia al tubo sino al diámetro de rosca usado para hacer las conexiones.**

Cada material tiene pues una equivalencia diferente a la de los demás, existiendo tablas exactas para materiales concretos. P. ej., en el caso de los tubos de hierro galvanizado desde  $1/2''$  a  $2''$  (medidas exteriores del tubo), la siguiente imagen muestra su medida en milímetros, desde 22 mm hasta 61 mm, diferentes a las del PVC y del cobre [5]

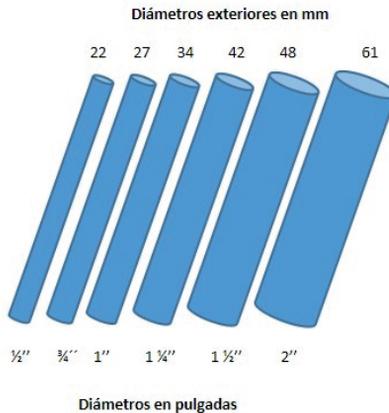


Fig. 1

## Rodamientos

Los rodamientos se utilizan para soportar y guiar elementos giratorios de las máquinas (árboles, ejes, ruedas, etc.) y transferir los esfuerzos entre sus componentes de forma precisa y a velocidades de giro elevadas, con baja fricción, limitando así el ruido, el calor, el consumo de energía y el desgaste.

Los dos tipos básicos de rodamientos son los de bolas y los de rodillos, según el tipo de elementos rodantes que lleven, aunque también pueden

clasificarse en radiales (ángulo de contacto  $\leq 45^\circ$ ) y axiales, según en qué sentido soporten el esfuerzo.

Las dimensiones principales de un rodamiento sí se expresan **en unidades SI** y son: el diámetro del agujero ( $d$ ), el diámetro exterior ( $D$ ), el ancho o altura ( $B$ ,  $C$ ,  $T$  o  $H$ ), las dimensiones de los chaflanes ( $r$ ) y el ángulo de contacto ( $\alpha$ ) [6].

Estas dimensiones están normalizadas, lo que permite la intercambiabilidad, siendo aplicables, entre otras, las siguientes normas:

- ISO 15 para rodamientos radiales, excepto los rodamientos de inserción, algunos tipos de rodamientos de agujas y rodamientos de rodillos cónicos
- ISO 104 para rodamientos axiales
- ISO 355 para rodamientos de rodillos cónicos

Por lo general, una designación básica contiene entre tres y cinco dígitos, con el siguiente significado:

- El primer dígito, letra o combinación de letras identifica el tipo de rodamiento y alguna posible versión básica.
- Los siguientes dos dígitos identifican la serie de dimensiones ISO. El primero indica la serie de ancho o altura (dimensiones  $B$ ,  $T$  o  $H$ ) y el segundo la serie de diámetro (dimensión  $D$ ).
- Los dígitos cuarto y quinto de la designación básica identifican el **código de tamaño del agujero** del rodamiento. Este código multiplicado por 5 da como resultado el diámetro del agujero ( $d$ ) en mm [7].

De lo anterior se deduce que **dicho código es, en realidad, el radio en pulgadas**, dada la necesidad de multiplicarlo por 5 (aprox. igual a  $2,54 \text{ mm} \times 2$ ), para obtener el valor en milímetros; un caso similar al de los neumáticos, en donde aparece un factor multiplicador aplicable a un determinado código, sin que se explicita que éste representa pulgadas. De ahí su inclusión en este artículo ya que, hasta ahora, todo “parecían” milímetros. Evidentemente, también existen **rodamientos con sus dimensiones en pulgadas**, que siguen las normas estadounidenses ANSI y británicas BSI.

## Navegación

El sistema náutico de medidas es el utilizado en la navegación marítima y aérea, en la exploración polar y en las leyes y tratados internacionales sobre aguas territoriales, estando muy ligado al trabajo con mapas cartográficos, coordenadas geográficas y latitudes. A pesar de tener sus propias unidades de medida, el sistema náutico también toma prestadas unidades del sistema imperial como la yarda y la legua [8]. Sus principales unidades son:

La **braza**, también llamada *fathom* (braza en inglés), unidad utilizada para medir la profundidad del agua. No existe una equivalencia precisa para esta medida, pero aproximadamente equivale a 2 yardas, 6 pies o 182,88 centímetros.

El **cable**, unidad utilizada únicamente para medir distancias cortas y profundidades, equivalente a 100 brazas. Su uso actual ha disminuido considerablemente. Otras equivalencias son: 200 yardas, 600 pies o 182,88 metros.

La **milla náutica** o **milla marina**, unidad de longitud empleada en navegación marítima y aérea, que data de hace siglos y cuyo valor convencional, adoptado internacionalmente en 1929, es de **1852 m**, aproximadamente **la longitud de un arco de 1'** de latitud terrestre, la cual se mide sobre los meridianos (círculos máximos). Sesenta millas náuticas de latitud equivalen entonces a una diferencia de latitud de 1 grado y la circunferencia máxima de la tierra tendrá entonces  $(360^\circ \times 60 \text{ millas}/^\circ) = 21\,600$  millas náuticas.

El grado de longitud tomado sobre el Ecuador (de nuevo un círculo máximo), debe medir también 60 millas náuticas, pero tomado en cualquier otra latitud medirá menos de 60 millas, y tanto menos cuanto mayor sea la latitud en que se tome <sup>(3)</sup>. En una latitud dada, el grado de longitud medirá

---

<sup>(3)</sup> La latitud se mide desde el Ecuador hacia los Polos, hablándose de Latitud Norte o Latitud Sur, según el polo hacia el que nos movamos, hasta un máximo de 90° N y 90° S, respectivamente.

60 millas náuticas multiplicadas por el coseno de la latitud en que se toma. Este valor expresado en millas náuticas se denomina **apartamiento** [9].

De la milla náutica se deriva la unidad de velocidad **nudo**, igual a una **milla náutica por hora**; es decir, **1852 m/h**. En el campo de la navegación no suele utilizarse el km/h, pero cuando se utiliza la milla/hora – Mph – hay que tener cuidado, pues en estos casos se trata siempre de la milla terrestre, utilizada en Estados Unidos, que equivale a 1609 metros. Esto hace que las *correderas* <sup>(4)</sup> de los barcos estadounidenses, casi siempre graduadas en Mph, marquen un 15,1 % más de velocidad que una graduada en nudos.

Por cierto, el nombre “nudo” procede del método de medición “barquilla de corredera” (una madera de forma triangular atada al barco por una cuerda enrollada en un rodillo, que tenía en todo su recorrido nudos situados a distancia iguales), utilizado en la antigüedad. El marinero responsable de la medición echaba al agua la barquilla y dejaba correr la soga para contar cuantos nudos pasaban en un cierto tiempo, con la ayuda de un reloj de arena de 28 segundos (ampolleta); así obtenía la velocidad del barco [8].



Fig. 2, tomada de ref. [10]  
(Bajo licencia [CC BY-NC 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/))

<sup>(4)</sup> Denominación de los velocímetros en las naves, relacionada con el origen del nudo (véase ref. [9])

## Astronomía

Los astrónomos, dado el tamaño del Universo, utilizan unas unidades de longitud muy grandes y específicas, aunque relacionadas con las del SI. La más conocida es el **año luz**, que es la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un año solar medio, a razón de 299 792 458 m/s. Se utiliza para medir la distancia entre galaxias y estrellas.

Su valor es  $9,460\,730\,472\,580\,8 \times 10^{15} \text{ m} \approx 9,461 \text{ Pm}$  (9461 billones de kilómetros), resultado de la operación  $299\,792\,458 \text{ m/s} \times 365,25 \text{ d/a} \times 24 \text{ h/d} \times 60 \text{ min/h} \times 60 \text{ s/min}$ , debiendo recordar que el diámetro de nuestra galaxia es de unos cien mil años luz.

El símbolo para el año-luz, adoptado por la Unión Astronómica Internacional (IAU), es **ly** (del inglés light year), aunque en español suele utilizarse, y es preferible, **al**.

Otra unidad habitual es el **parsec**, nombre derivado del inglés **parallax** of one arc **second** (paralaje de un segundo de arco), definido como *la distancia a la que una unidad astronómica (au), radio medio de la órbita terrestre en torno al Sol, subtende un ángulo de un segundo de arco (1")*.

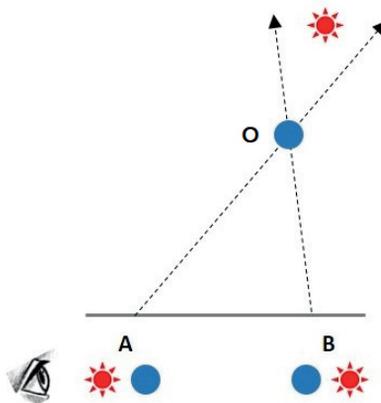


Fig. 3 - Paralaje: Desde A, el objeto observado parece estar a la derecha de la lejana estrella roja, mientras que desde B se ve a la izquierda. El ángulo AOB es el ángulo de paralaje, e incluye el segmento AB desde O.

El paralaje es la variación aparente de la posición de un objeto, al cambiar la posición del observador, o bien, el ángulo formado por la dirección de dos visuales a un mismo objeto, desde dos puntos distintos, suficientemente alejados entre sí y no alineados con él [11].

Si las visuales a una estrella se realizan desde posiciones diametralmente opuestas de la órbita terrestre en torno al Sol (separadas seis meses), el ángulo entre las dos visuales es el doble del paralaje de la estrella. Así, una estrella dista un parsec si su paralaje es igual a 1 segundo de arco entre el Sol y la Tierra [12].

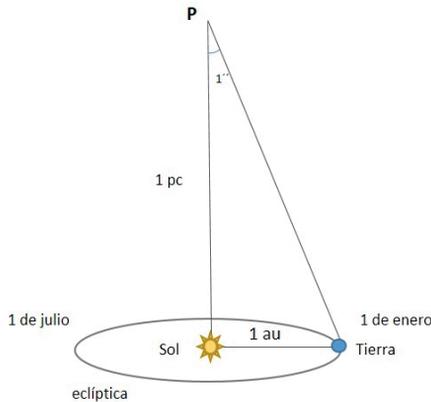


Fig. 4 - Definición de parsec

Siendo  $d$  la distancia Tierra-estrella y  $p$  el paralaje de la estrella, resulta:

$$d = \frac{1}{\text{sen}(p)} \text{ au}$$

La Unión Astronómica Internacional (IAU) definió en 2015 <sup>(5)</sup> el **parsec** como **exactamente igual a  $(648\ 000/\pi)$  au**, unos  $3,086 \times 10^{16}$  metros (considerando la definición exacta de la unidad astronómica según el SI,  $1 \text{ au} = 149\ 597\ 870\ 700 \text{ m}$  <sup>(6)</sup>).

<sup>(5)</sup> XXIX Asamblea General de la IAU, Resolución B2, Nota 4.

<sup>(6)</sup> Véase Tabla 1, pág. 2.

Dado que la unidad astronómica tiene un valor exacto, el ángulo que subtiende esta au, vista desde una estrella distante 1 pc, no es exactamente 1'', pero a efectos prácticos, sí puede tomarse 1''. La validez de esta aproximación angular se refuerza por el hecho de que la estrella más cercana (Alfa Centauri C, oficialmente Próxima Centauri) tiene un paralaje de 0,772'' y cualquier otra estrella posee un paralaje inferior <sup>(7)</sup>. En consecuencia, resulta aplicable una aproximación lineal que determina:

$$d \text{ (pc)} \approx \frac{1}{p \text{ (")}}$$

con un error relativo inferior a  $3 \times 10^{-12}$ .

Las relaciones entre el parsec (y sus múltiplos) y el año luz, son las siguientes:

1 parsec = 206 265 au =  $3,086 \times 10^{13}$  km = 3,262 años luz.

1 kiloparsec (kpc) =  $10^3$  parsecs = 3262 años luz.

1 megaparsec (Mpc) =  $10^6$  parsecs = 3,26 millones de años luz.

1 gigaparsec (Gpc) =  $10^9$  parsecs = 3262 millones de años luz.

A pesar de la enorme dimensión del parsec, este solo se usa para las distancias más cortas dentro de la Vía Láctea, siendo necesario recurrir a sus múltiplos para las escalas más grandes del Universo: los kiloparsecs (kpc) para los objetos más distantes dentro y alrededor de la Vía Láctea, los megaparsecs (Mpc) para galaxias de distancia media y los gigaparsecs (Gpc) para muchos cuásares y las galaxias más distantes. La frontera actual del Universo observable mediante sondas y telescopios espaciales es de trece mil ochocientos millones de años luz; es decir,  $13,8 \times 10^9$  al  $\approx 4,2$  Gpc  $\approx 130$  Ym.

La siguiente tabla muestra algunas equivalencias entre unidades habituales utilizadas por los astrónomos:

---

<sup>(7)</sup> Próxima Centauri es la tercera estrella del sistema Alfa Centauri A+B, al que se encuentra unida gravitacionalmente, con un período orbital de 550 000 años (véase [https://es.wikipedia.org/wiki/Alfa\\_Centauri](https://es.wikipedia.org/wiki/Alfa_Centauri)).

unidad astronómica (au)	149 597 870,7 km	8,32 minutos luz
parsec (pc)	$30,86 \times 10^{12}$ km	3,262 años luz
año luz (al)	$9,460\,730\,472\,5808 \times 10^{12}$ km	
día luz (dl)	$25,9 \times 10^9$ km	
hora luz (hl)	$1\,080 \times 10^6$ km	
minuto luz (ml)	$18 \times 10^6$ km	
segundo luz (sl)	299 792,458 km	

## Petróleo e hidrocarburos líquidos

En el comercio internacional del petróleo la unidad utilizada es el **barril estadounidense**, ligeramente diferente del barril británico en cuanto a su equivalencia en litros (158,987 L del barril USA frente a 159,113 L del barril británico) y en cuanto a la equivalencia de sus subdivisiones, a pesar de su denominación común:

<i>barril estadounidense</i>	<i>barril británico o imperial</i>
42 galones	35 galones
168 cuartos	140 cuartos
336 pintas	280 pintas
1344 gills	1120 gills
5376 onzas líquidas	5600 onzas líquidas

Esta unidad data de la época colonial inglesa, habiéndose establecido bajo el reinado de Ricardo III de Inglaterra (1483-1485) y llevado a tierras americanas por los primeros colonos. Posteriormente, en agosto de 1866, cuando el estado de Pensilvania era líder en producción mundial de petróleo, los principales productores la adoptaron para su comercialización y venta.

Antes de eso, el estatuto de Pensilvania de 1700, ya le había conferido legalidad en el comercio, estableciendo la equivalencia de dicho barril en 42 galones y declarándolo como el contenedor “normalizado” para el transporte de todo tipo de productos y comestibles (arenque, salmón, vino, melaza, mantequilla, jabón y hasta aceite de ballena).

Este barril pesaba aproximadamente 136 kg, aunque el peso depende del tipo de crudo, y teóricamente, podía manejarlo una pareja de hombres, de forma relativamente sencilla. También se facilitaba su almacenamiento sobre los vagones de carga de los trenes de la época, en grupos de 20 barriles, abaratando el coste del transporte del crudo extraído [13].

Este barril, que cubica 159 litros, sigue siendo en la actualidad la unidad de medida para la compra-venta mundial del petróleo, independientemente de que ahora se transporte por oleoductos, o en buques cisterna.

El símbolo del barril es “bl”, aunque a veces también se encuentra como “bbl”, debido a que los primeros barriles americanos eran de color azul (“blue barrel”). No obstante, a nivel mundial **el petróleo se mide en toneladas**, aunque el barril sigue utilizándose como valor de referencia para determinar el precio del petróleo. Una tonelada de petróleo equivale aproximadamente a 7,6 barriles [14].

Existen varias clases de petróleo, de distintos orígenes y con diferente calidad (mayor cuanto menor sea su densidad), la cual determina su precio, por lo que algunos de ellos se utilizan como referencia en el mercado internacional. Éste es el caso del **barril de Brent**, procedente de 19 puntos de extracción en el mar del Norte y que se caracteriza por ser un petróleo ligero y fácil de refinar. Su precio se negocia en la bolsa de Londres e influye en la valoración mundial del petróleo bruto.

### Octanaje y cetanaje de los combustibles derivados del petróleo

El índice de octano es una medida de la resistencia a la detonación de un combustible, con relación a un combustible de referencia, el cual es una mezcla de dos: uno muy poco detonante, el 2,2,4-trimetil pentano o iso-octano, al que se asigna el índice 100, y otro muy detonante, el n-heptano, al que se asigna el índice 0. Así, un combustible que tenga un índice de octano 75 es equivalente a una mezcla del 75 por ciento de iso-octano y del 25 por ciento de n-heptano. Por ejemplo, el butano tiene índice de octano 90, la gasolina a la venta en España tiene 95 o 98 y el alcohol metílico 120.

En el caso de los motores de gasolina, la explosión de la mezcla de gasolina y aire en el interior del cilindro debe ser tal que empuje fuertemente hacia abajo al pistón, provocando que la biela haga girar el cigüeñal. Pero dicho empuje tiene que ser progresivo y en la buena dirección o, de lo contrario, se vería afectado el rendimiento del motor y podrían producirse averías por “picado de bielas”, fenómeno que se produce cuando la mezcla explota antes de que salte la chispa en la bujía, con el pistón aún no situado en el lugar adecuado [15], y que origina un sonido metálico que no hace presagiar nada bueno.

Al ser el índice de octano un índice experimental y **adimensional**, su valor depende del método de medida. Los más comunes son dos: el RON (*research octane number*) y el MON (*motor octane number*). Cada uno de ellos mide la aparición de la detonación en condiciones distintas. Por tanto, dan índices distintos, aunque el motor de prueba es el mismo en ambos casos.

La gasolina que consumimos en Europa tiene el índice de octano medido con el método RON; es decir, nuestra gasolina de 95 tiene un índice de octano RON 95. En EE.UU. no utilizan normalmente ni el índice RON ni el MON, sino uno que es la media aritmética de los dos. A ese índice lo llaman PON (*pump octane number*, algo así como “número de octano en el surtidor”) [16].

En el caso de combustibles como el el GLP, el GNC y otros, el índice de octano es superior a 100, por lo que el motor no se ve perjudicado ni beneficiado, ya que la explosión siempre se producirá en el momento adecuado.

En el caso del diésel, al producirse la combustión de manera espontánea (gracias a la presión y temperatura presentes en los cilindros) y sin chispa, hablamos de cetanaje o índice de cetano. Su valor determina la inflamabilidad de un gasoil, siendo más rápida la misma cuanto mayor es dicho número. Si el cetanaje es bajo, el combustible ocasionará un retraso en el encendido, así como irregularidad de funcionamiento, vibraciones y, en definitiva, un efecto similar al conocido como picado de bielas en los motores de gasolina.

En este caso, los componentes de referencia para determinar el cetanaje de cada formulación de gasoil son el cetano, para el valor 100, y el alfa-metilnaftaleno, para el valor 0. Por regla general, los motores diésel tienen unos valores comprendidos entre 30 y 70, en función de las características de cada uno [15].

## Energía y Potencia

En la vida diaria es habitual ver confundidas estas dos magnitudes; por ello, quizá sea bueno intentar aclarar aquí la diferencia entre ambas.

La energía es la capacidad que poseen los cuerpos para poder efectuar un trabajo a causa de su constitución (energía interna), de su posición (energía potencial) o de su movimiento (energía cinética). Es una magnitud equivalente al trabajo, por lo que se mide en las mismas unidades, es decir, en julios, en el Sistema Internacional. Según la forma o el sistema físico en que se manifiesta, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, luminosa, etc. [17]

La energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas mientras que la potencia muestra el ritmo al que se genera o usa la energía. Estableciendo un paralelismo con los conceptos de espacio y velocidad, podría decirse que la potencia es a la energía, lo que la velocidad es al espacio. Es decir, cuanto más velocidad tenga un cuerpo, más espacio recorrerá durante un tiempo y, del mismo modo, cuanto más potencia tenga un sistema, más energía será capaz de gastar o generar en ese tiempo [18].

En el SI, la energía se mide en julios ( $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$ ), mientras que la potencia se mide en vatios ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ); es decir, energía por unidad de tiempo, que nos indica la rapidez con la que estamos generando o consumiendo energía. Vemos que el julio tiene la misma dimensión que la unidad con que se mide el par de torsión,  $\text{N m}$ , pero este nunca se expresa en julios, ya que resulta más “gráfico” mostrarlo como producto de una fuerza (en  $\text{N}$ ) actuando a una distancia (en  $\text{m}$ ) de un centro de rotación, dándole mejor sentido físico a su unidad.

## En motores de combustión

En los motores de combustión la potencia suele darse en CV (caballos de vapor), aunque también existe el Hp (del inglés *horse power*), menos utilizado en España. Estas dos unidades son parecidas en magnitud, ya que un CV equivale a 0,9864 Hp y un Hp equivale a 1,0137 CV; por ello, si la potencia se expresa en CV la cifra resultante resulta un 1,37 % superior a la expresada en Hp.

En los automóviles, la llegada de los motores eléctricos está haciendo que se extienda el uso del kW, a pesar de que la cifra resultante es mucho más pequeña (en torno a un 25 %) que el CV (1 CV = 0,736 kW). Esto hace que el comprador no informado piense que los motores eléctricos dan menos potencia. Para aclararlo y evitar confusiones, la cifra en CV suele acompañarse de la potencia expresada en kilovatios (kW). Con el tiempo es de suponer que quedará únicamente el kW, superando la fase actual, bastante absurda, en la que en los automóviles híbridos (HEV) e híbridos enchufables (PHEV) se mezclan las unidades, dándose la potencia del motor de combustión en CV, mientras que la del eléctrico se da en kW.

## En electricidad

En el campo de la electricidad, la unidad de potencia ampliamente utilizada es el kilovatio y, consecuentemente, la unidad de energía es el kilovatio hora (kWh) ( $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ ), y su múltiplo, el megavatio hora (MWh), tan de actualidad en los últimos tiempos, por el gran incremento de su precio y la dificultad para comprender la razón de su método de obtención. Esta unidad de energía se obtiene multiplicando la unidad de potencia (kW) por una unidad de tiempo (en este caso, la hora, fuera del SI, pero de uso admitido), no utilizándose el julio.

La unidad vatio (W) = voltio (V)  $\times$  amperio (A) se refiere a la **potencia activa**, parte útil o aprovechable de la **potencia aparente** <sup>(8)</sup>, cuya unidad

---

<sup>(8)</sup> En la actualidad las cargas suelen ser alineales, por lo que las ondas de tensión y, sobre todo, las de corriente, dejan de ser sinusoidales. No obstante, aún sigue apareciendo en las facturas el coseno de  $\varphi$ , conocido también por factor de potencia, el cual permite obtener la potencia activa, al multiplicar por él la potencia aparente.

no se expresa en vatios, sino en VA, para distinguirla de la anterior, haciendo visible el producto del voltio por el amperio.

También está la potencia reactiva, la parte no aprovechable de la potencia, cuya unidad es el voltamperio reactivo (VAR) o el kilovoltamperio reactivo (kVAR). Esta unidad constituye una grave anomalía, dado que la indicación o símbolo de “reactiva” debería figurar en la magnitud medida, nunca en la unidad utilizada, conforme a las reglas del SI, y en realidad, de cualquier otro sistema de unidades. Este es un uso contrario al SI, admitido excepcional y temporalmente por éste, por estar contemplado en las normas internacionales sobre unidades eléctricas, y por su uso extendido en el ámbito eléctrico. No obstante, se espera una solución adecuada para un futuro a corto plazo. De las anteriores unidades de potencia derivan las correspondientes de energía, Wh, VAh y VARh, y sus múltiplos y submúltiplos, tras multiplicarlas por la hora (h), la última de ellas con la salvedad comentada.

## En grandes explosiones

Tras haber hablado anteriormente de motores de combustión, analizamos ahora la unidad de energía utilizada en un campo tan específico como el de las grandes explosiones. En este caso, la energía liberada suele expresarse mediante su equivalencia en TNT, por comparación con la cantidad de energía liberada en la detonación del trinitrotolueno, compuesto químico explosivo que se obtiene mezclando el tolueno ( $C_6H_5CH_3$ ) con nitrato de amonio ( $NH_4NO_3$ ).

De esta manera, 1 ton (o tonelada) de TNT equivale a 4,184 gigajulios (GJ), con lo que 1 kilotón (kt) es igual a 4,184 terajulios (TJ) y 1 megatón (Mt) igual a 4,184 petajulios (PJ). Esto parecería indicar que el TNT (fabricado por primera vez en 1863 por Joseph Wilbrand) es el explosivo que libera más energía; sin embargo, es la dinamita (inventada por Alfred Nobel en 1867), la que supera en aproximadamente un 60 % la energía del TNT [19], con la ventaja a favor de la dinamita de que es más estable y, por lo tanto, controlable.

Vemos pues que se utilizan unidades de masa de un compuesto concreto (TNT) para, indirectamente, informar sobre unidades de energía. Ello permite ver la evolución, p. ej., del potencial destructivo del armamento nuclear, desde sus orígenes, campo en el que suelen utilizarse primordialmente estas unidades, y en el que se distingue entre bombas nucleares **tácticas** (con energías de kilotones) y **estratégicas** (energías de megatones) [20], aunque esta clasificación ha sufrido variaciones en los últimos tiempos, debido al cada vez más preocupante aumento de dicho potencial destructivo. Aunque también podrían expresarse los datos históricos anteriores en las unidades actuales de energía, y mantener la comparación en el tiempo.

Las mismas unidades se utilizan también para cuantificar sucesos catastróficos de la naturaleza, como grandes erupciones volcánicas, terremotos o impactos de meteoritos. Según [20], el asteroide que impactó en Chicxulub (Yucatán), y se cree extinguió a los dinosaurios hace unos 65 millones de años, liberó una energía equivalente a 192 millones de megatones (192 Tt); es decir, 10 000 millones de veces la energía de las bombas de Hiroshima y Nagasaki. También, como curiosidad, y de acuerdo con la ecuación  $E = mc^2$ , la aniquilación de un kilogramo de materia con un kilogramo de antimateria genera una energía máxima de  $17,975 \times 10^{16}$  J (42,96 megatones), lo cual no está nada mal.

## En terremotos

Charles Richter, del Instituto de Tecnología de California (CIT), introdujo en 1935 su famosa escala, en la que aplicó logaritmos a las amplitudes máximas observadas en función de la distancia al epicentro, pasando así de las escalas previas de **intensidad** (Mercalli, MSK), surgidas a finales del siglo XIX, en la que cada grado era 2 veces superior al anterior, a la suya, en la que cada grado, denominado **magnitud** (con significado de tamaño o dimensión, no de propiedad física) es proporcional a la energía liberada y 10 veces superior al grado precedente.

Así, un sismo “de magnitud  $M=0$ ” es el que ocurre a una distancia del epicentro de 100 km, y tiene como máxima amplitud registrada 0,001 mm, mientras que uno “de magnitud  $M=3$ ” es el que, a la misma distancia del

epicentro, tiene una amplitud de 1 mm; estas amplitudes registradas en el mismo tipo de sismógrafo utilizado entonces.

Cada magnitud puede calcularse sin más que aplicar la ecuación  $M = \log A - \log A_0$ , donde  $A$  es la amplitud máxima registrada en el sismógrafo para una cierta distancia al epicentro y  $A_0$  el valor de amplitud correspondiente a un terremoto de  $M=0$  a esa misma distancia. Así, simplemente midiendo la amplitud máxima se obtiene el valor de la magnitud.

La escala de Richter se satura a partir de un cierto nivel de energía liberada; por ello, en 1979, Hanks y Kanamori, ambos también del CIT, establecieron la magnitud **momento sísmico** (como si un par de fuerzas rompiera el material en el foco). Esta nueva magnitud expresa mejor la energía liberada por el seísmo y, hasta la magnitud 6, coincide bastante bien con los valores de Richter, lo que ha permitido la coexistencia de ambas definiciones, e incluso que a la magnitud momento se la denomine también magnitud Richter [21].

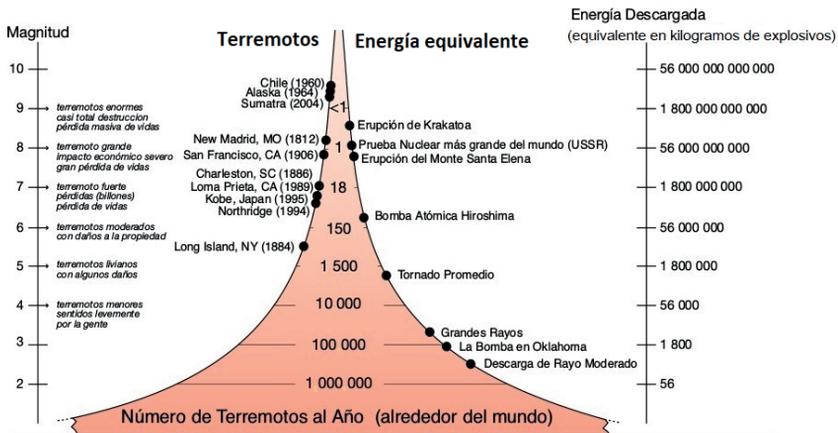


Fig. 5 - Energía equivalente a cada grado de magnitud Richter (Adaptada de ref. [21])

La pregunta es si el número que representa la magnitud Richter tiene una equivalencia con otros fenómenos naturales o artificiales, tal que puedan compararse las energías liberadas en los diferentes procesos. La Fig. 5

anterior muestra diferentes valores de la magnitud Richter y su equivalencia en energía liberada por una explosión, en TNT, a lo que nos hemos referido en el apartado anterior.

### En emisiones a la atmósfera

En este ámbito, hasta hace poco, una unidad ampliamente utilizada era la tonelada equivalente de petróleo (tep), en inglés toe, igual a la energía que libera una tonelada de petróleo. Como dicha energía es variable, dependiendo de la composición química del petróleo, se adoptó el valor convencional  $1 \text{ tep} = 41,87 \text{ GJ} = 11\,630 \text{ kWh}$ , para comparar los niveles de emisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la atmósfera, generados al quemar diversos combustibles [22].

Así,  $1 \text{ tep}$  de gas natural = 2,1 toneladas de  $\text{CO}_2$ ,  $1 \text{ tep}$  de carbón mineral = 3,8 toneladas y  $1 \text{ tep}$  de gasoil = 2,9 toneladas. También existía la tonelada equivalente de carbón (tec), con el mismo significado que la de petróleo, pero con la equivalencia convencional  $1 \text{ tec} = 29,3 \text{ GJ} = 8\,138,90 \text{ kWh}$ . Sin embargo, **hoy día todas las emisiones** generadas por las distintas fuentes **se miden ya en gramos, kilogramos y toneladas de  $\text{CO}_2$** . En los catálogos de automóviles, p. ej., sus emisiones de  $\text{CO}_2$  se dan en g/km.

### En nutrición

En el ámbito de la nutrición, para referirse a la energía que aporta un alimento, lo habitual es hablar de “calorías”, y así lo oímos a diario, aunque en realidad dichas calorías son “kilocalorías”. Este uso inadecuado proviene de que, antiguamente, existía la caloría pequeña o caloría gramo (cal), definida como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado Celsius (o kelvin), y la gran caloría, caloría alimentaria o kilocaloría (Cal, Caloría o kcal), que provocaba el mismo aumento de temperatura en un kilogramo de agua. Por convención, en la ciencia de los alimentos, la caloría grande se llamaba comúnmente Caloría (algunos autores usaban una C mayúscula para distinguirla de la unidad más pequeña).

En la actualidad, afortunadamente, las nuevas normas sobre el etiquetado de los alimentos han hecho que la situación haya mejorado mucho,

encontrándose ahora la indicación de la energía aportada por los distintos alimentos, tanto por ración como por 100 g, en **kcal**, figurando siempre a continuación, entre paréntesis, su equivalencia en **kJ**, verdadera unidad de energía en el SI

## En climatización

En los catálogos de los equipos de climatización la potencia suele darse tanto en **kcal/h** como en **vattios**, siendo esto último lo aconsejable, ya que permite compararla con la de otros equipos y, sobre todo, ver si nuestra potencia eléctrica contratada, en kW, es suficiente para soportar el correspondiente consumo. Sin embargo, en sistemas de refrigeración, muchas veces se utiliza la **frigoría**, una unidad de energía fuera de cualquier sistema de unidades, y equivalente a una **kilocaloría negativa**.  
*¡Si al menos se denominara kilofrigoría, podría tener un pase!*

Como vemos, muchas de las anteriores unidades tienen su equivalencia en unidades del SI, o en unidades admitidas para su uso con el SI. Por ello, debería darse el paso definitivo para utilizar siempre las del SI (como sucedió al pasar de las distintas monedas europeas al euro), principalmente porque solo hay tres países en el mundo que no utilizan el sistema internacional: Estados Unidos, Myanmar y Liberia, lo cual parece razón suficiente para dar dicho paso.

## Salud

### Jeringas, catéteres, agujas y sondas

Las unidades de medida que se utilizan en este ámbito son tres:

1. Gauge (G): que se utiliza para agujas y catéteres cortos
2. French (Fr): que se utiliza para catéteres, donde  $\text{Ø (mm)} = \text{Fr}/3$
3. Charrière (Ch): que se utiliza para sondas, donde  $\text{Ø (mm)} = \text{Ch}/3$

Los French y Charrière tienen la misma equivalencia en milímetros, dado que ambos se basan en la escala creada por Joseph-Frédéric-Benoît Charrière, fabricante de instrumentos quirúrgicos de París del siglo XIX. Su denominación varía dependiendo de si estamos en países francófonos,

donde recibe el nombre de Charrière, o anglófonos, donde se le llama French [23].

Es una medida que se utiliza para expresar el calibre de diferentes instrumentos médicos tubulares, incluyendo sondas y catéteres. La escala francesa se abrevia como Ch, CH, Fr, FR o simplemente F al lado del valor del diámetro del catéter. El valor en milímetros se obtiene dividiendo el valor del diámetro en French por 3. A medida que aumenta el valor, aumenta el diámetro del catéter. Por ejemplo, si el tamaño es 9 French, el diámetro es 3 mm. Inversamente, el French es equivalente al diámetro en milímetros multiplicado por tres, y no a la circunferencia (diámetro por  $\pi$ ) que es como a veces se piensa erróneamente que es, por ser próximo a 3 el valor de  $\pi$  [24].

La aguja hipodérmica se utiliza para inyectar sustancias o medicamentos al cuerpo; es hueca y normalmente se utiliza con una jeringa de dos o tres cuerpos. Fue el irlandés Francis Rynd (1811-1861) el que la inventó en 1844 y posteriormente el médico francés Charles Gabriel Pravaz popularizó su uso. Los calibres disponibles suelen ir escalonados de dos en dos, midiéndose el calibre externo en “French” y el interno en “Gauge”.

El Gauge tiene su origen en Reino Unido y el término se relaciona con la palabra “gauge” (calibre). La escala es inversa y va desde la aguja más gruesa 1G, de 12,7 mm, a la aguja más fina de 36G, con sólo 0,102 mm [25]. La denominación se completa indicando a continuación la longitud de la aguja. La nomenclatura es pues: Diámetro ( $\emptyset$ )  $\times$  Longitud (L), en Gauges  $\times$  Pulgadas, o en mm  $\times$  mm. Ejemplo: aguja hipodérmica 21G  $\times$  1”, o bien 0,80  $\times$  25.

Como se ve, en este campo persiste el uso de las unidades Gauges y Pulgadas. Aunque también aparecen los milímetros, en ellos no figura explícitamente el símbolo (mm) de la unidad.

La indicación del color completa la denominación anterior, ya que también existe un código de colores en función de la utilización principal de la aguja: intramuscular, intradérmica, intravenosa, etc.

## Oftalmología

La **dioptría** es la unidad con la que se estima el poder de refracción de una lente o, lo que es lo mismo, su potencia, igual a la inversa de su distancia focal, en metros. El nombre fue propuesto por el oftalmólogo Ferdinand Monoyer en 1872, siendo adoptada tres años después como unidad internacional de refracción en óptica médica, en el Congreso de Oftalmología de Bruselas. Esta unidad también se emplea para medir los defectos refractivos del ojo: la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. En este caso, las dioptrías representan la cantidad de corrección que el paciente que padece uno o varios de estos defectos necesita en las lentes de sus gafas, para normalizar la visión.

Las lentes para corregir la miopía se denominan divergentes; son cóncavas y tienen una potencia negativa (su valor se expresa con el símbolo -), siendo delgadas en el centro y gruesas en los bordes. Por su parte, las lentes para corregir la hipermetropía se denominan convergentes; son convexas y tienen una potencia positiva (su valor se expresa con el símbolo +), siendo más gruesas en el centro que en los bordes [26].

## Tensión arterial

En la medida de la tensión arterial y de la presión debida a fluidos corporales se sigue utilizando el **mm Hg**, lo que constituye una excepción, aceptada para no crear problemas en el ámbito de la salud, ya que la población está muy habituada al uso de dicha unidad. Esto demuestra, una vez más, que algunos cambios son más difíciles de implantar que otros, por lo que la velocidad del cambio debe limitarse.

La presión arterial normal en un adulto se mueve entre 130 mm Hg (la sistólica) y 80 mm Hg (la diastólica), aunque para personas por encima de 60 años se aconseja un valor entre 140 mm Hg y 90 mm Hg. Lo anterior suele expresarse habitualmente, en el lenguaje habitual de los centros de salud, en “máxima de 13, mínima de 8”; o bien, en el segundo caso 14/9; es decir, en **centímetros de mercurio**, sin especificar la unidad. Es algo similar a cuando se habla del colesterol, y se aconseja no superar el valor 200, sin especificar la unidad (mg/dL). Sin unidad, tanto valor tiene decir

200, como 20 o 2000, ya que, si los dos últimos valores estuvieran dados en  $\text{cg/mL}$  o en  $\text{mg/L}$ , serían también correctos. Para pasar de  $\text{mm Hg}$  a unidades de presión SI, hay que multiplicar por 0,133 32 kPa, con lo que, en unidades SI, la presión arterial normal en un adulto estaría entre 17,3 kPa y 10,7 kPa.

## Propiedades biológicas

Por “propiedades biológicas” se entienden aquellas de un sistema biológico humano o de sus componentes, que se estudian *in vitro*. De estas, las principales, y de interés clínico, son las indicadas en los catálogos de prestaciones de los laboratorios clínicos (p. ej., la concentración de sustancia de glucosa en el plasma, la concentración del número de eritrocitos en la sangre, etc.).

El Subcomité de Nomenclatura de Propiedades y Unidades (NPU) de la IUPAC-IFCC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y Federación Internacional de Química Clínica y Medicina de Laboratorio) mantiene en la actualidad una base de datos con unas 16 000 entradas (<http://www.npu-terminology.org/npu-database>) que cubren las áreas de bioquímica, hematología, alergia, inmunología, banco de sangre, microbiología, farmacología, biología molecular, genética, reproducción/fertilidad, trombosis/hemostasia y toxicología [27].

La IFCC y la IUPAC **recomiendan la utilización de las unidades SI**. Lo mismo hace la norma ISO 15189 para la acreditación de los laboratorios clínicos, aunque esta da cabida también a “unidades trazables a las SI y a otras unidades aplicables”. En el caso de las unidades SI, si se utilizan múltiplos o submúltiplos, los prefijos deben introducirse en el numerador (p. ej.,  $\text{mg/l}$ ,  $\mu\text{mol/l}$ ,  $\text{mg/kg}$ ), y no en el denominador ( $\text{mg/mL}$  y  $\text{mg/dl}$  serían formas incorrectas). Tampoco deben utilizarse unidades como %, ppm o ppb para la magnitud “concentración de masa”.

Entre las unidades que se manejan en el ámbito de las propiedades biológicas pueden citarse el **katal**, símbolo  $\text{kat}$ , denominación especial para la unidad SI  $\text{mol/s}$ , que mide la actividad catalítica. También, la unidad de actividad enzimática, notada como **U** y equivalente a la unidad

SI  $\mu\text{mol}/\text{min}$ . Ambas unidades están relacionadas mediante la equivalencia  $1 \mu\text{kat} = 60 \text{ U}$ .

La nomenclatura sistemática de cualquier propiedad biológica requiere la descripción del **sistema** biológico (ej., plasma, orina), del **componente** (analito) considerado (ej., glucosa, leucocitos) y de la **propiedad** (ej., concentración de sustancia, concentración de número de entidades, caudal de sustancia, taxón) y, cuando sea necesario, alguna especificación (indicada entre paréntesis) de cualquiera de estas tres partes. La descripción del sistema y propiedad puede escribirse de forma abreviada, siempre que el laboratorio facilite el significado de tales símbolos.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades más utilizadas en medicina de laboratorio. El listado completo de los tipos de propiedad puede consultarse en la base de datos NPU de la IUPAC-IFCC.

<b>Tipo de propiedad</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidad</b>
Caudal de volumen	caudal vol.	L/s (L/d)
Concentración catalítica	c. cat.	kat/L (U/L)
Concentración de masa	c. masa	kg/L
Concentración de sustancia	c. sust.	mol/L
Concentración arbitraria	c. arb.	(UA/L, UI/L)
Concentración de número de entidades	c. núm.	1/L
Masa	masa	kg
Osmolalidad	osmolalidad	mol/kg
Taxonalidad	taxón	–
Tiempo	tiempo	s (d)
Presión parcial	pr. par.	Pa (atm)
Volumen	vol.	L

## Contenido en azúcar

La cantidad de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en los zumos, vinos afrutados y azúcar a base de caña, se mide en **grados Brix**, símbolo **°Bx**. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de sólido disuelto en 100 g de disolución total [28].

En el Reino Unido, en la elaboración de cerveza, esta escala se aplica mediante el valor de la densidad multiplicado por 1000 (grados europeos de la escala Plato). Para los zumos de fruta, un grado Brix indica cerca de (1-2) % de azúcar en peso.

Los grados Brix indican el contenido de sólidos (principalmente sacarosa) disueltos en un líquido, informando por tanto de la densidad del líquido. Por ello, para su determinación, debería utilizarse un densímetro o areómetro; sin embargo, habitualmente se utiliza un refractómetro, por ser más fácil de utilizar y porque el índice de refracción de un medio está directamente relacionado con su densidad.

En efecto, la disolución de sacarosa y otros azúcares en un líquido cambia no solo su densidad específica, sino también sus propiedades ópticas, en particular su índice de refracción y el ángulo del plano de la luz polarizada linealmente. Así pues, con un refractómetro obtendremos el valor del índice de refracción de la luz en el medio dado (cociente entre la velocidad de propagación de la luz en dicho medio y en el vacío). Para ello, el refractómetro utilizará uno o varios prismas de un material de índice de refracción conocido, dispuestos en configuraciones específicas según el principio de medida que emplee: refracción total o refracción de ángulo crítico [29].

Aunque un refractómetro proporciona valores del índice de refracción, para esta aplicación su indicación viene dada ya en escalas específicas, como la Brix u otras que indican densidad específica, tanto por ciento de sal, etc. Los refractómetros permiten medir además no solo en líquidos, sino también en sólidos y gases.

## Informática

En informática, la unidad mínima de información es el bit, símbolo “b”, y su nombre proviene de las palabras Binary Digit o dígito binario. Comenzado a utilizar por el matemático John Tukey en los laboratorios de la empresa Bell a finales de la década de 1940, su definición fue dada a conocer en el ámbito académico en 1948 por el ingeniero Claude Shannon, en su artículo "*A Mathematical Theory of Communication*", aunque los

antecedentes del sistema binario se remontan a Leibniz, a finales del siglo XVII, y a George Boole quien, más de un siglo después, crearía el álgebra de Boole, método en el cual se basa toda la tecnología moderna [30].

De esta forma, el tamaño de los archivos se mide en bits (en realidad en bytes, como veremos más adelante), mientras que la tasa o velocidad de transferencia se mide en bits/s, y toda la información en el lenguaje del usuario es convertida a bits para que la computadora la entienda y procese.

La unidad primeramente utilizada para expresar la velocidad de transferencia de los datos fue el **baudio**, unidad de medida derivada del bit, ya que, en las primeras transmisiones, los eventos eran simples cambios de tensión, y cada evento representaba un solo bit o impulso elemental, por lo que su velocidad de transmisión en bits por segundo coincidía con la velocidad en baudios. Sin embargo, en los *módems* actuales, cada evento suele representarse por más de un bit, no coincidiendo ya bit por segundo y baudio [31]; de ahí que hoy día el baudio no se utilice, expresándose la velocidad de transmisión directamente en bits/s, aunque dadas las altas velocidades actuales normalmente se emplean los kilobits por segundo (Kbps) y los Megabits por segundo (Mbps). Entre paréntesis hemos puesto la forma en la que habitualmente encontramos escrita esta unidad, aunque en realidad su escritura correcta debería ser kb/s y Mb/s, respectivamente.

Una sucesión de bits representa una cadena de información; es decir, pulsos eléctricos que conseguirán que un procesador realice una determinada tarea. La CPU solo entiende dos estados, tensión (1) o no tensión (0), o tensiones por encima o por debajo de un determinado umbral, con un significado lógico que suele ser verdadero (1) o falso (0), aunque también se emplea la lógica inversa a ésta. Combinando varios de estos estados, se consigue que la máquina realice determinadas tareas. Por ejemplo, tomando como base un modelo de 2 bits, pueden obtenerse  $2^2 = 4$  estados distintos.

Por su parte, los procesadores de 32 bits son capaces de trabajar simultáneamente con grupos de bits de hasta 32 elementos, pudiendo representar  $2^{32}$  instrucciones distintas; es decir 4 294 967 296 instrucciones [32], mientras que un procesador de 64 bits será capaz de trabajar con

palabras (instrucciones) de hasta 64 bits, teniendo por tanto la capacidad de realizar  $2^{64}$  operaciones, una cantidad enormemente grande.

**Las unidades de almacenamiento miden su capacidad en bytes**, unidades de información equivalentes a conjuntos ordenados de 8 bits u octetos. El símbolo con el que se representa un byte es “B” <sup>(9)</sup>. Hay que tener muy clara la diferencia entre bit (0 o 1) y byte (secuencia de 8 bits).

Para nombrar las grandes capacidades de almacenamiento se emplean prefijos que permiten designar los múltiplos del byte. Sin embargo, en el campo de la informática habría que utilizar prefijos referidos a potencias de 2, ya que se maneja un sistema binario, y no los prefijos del SI, referidos estrictamente a potencias de 10. Así, un kilobit representa  $10^3$  bits = 1000 bits, mientras que 1024 bits es el resultado de  $2^{10}$  bits.

Esta es una batalla prácticamente perdida, porque habitualmente se utilizan, indebidamente, los prefijos del SI. Es un caso de éxito de los prefijos SI, allí donde no debería serlo. Las compañías de telecomunicación tampoco ayudan mucho, ya que en su publicidad simplemente hablan de MEGAS o GIGAS. En sus folletos y páginas web suelen hacerlo algo mejor, pero no del todo; así, la velocidad de transmisión la ofertan, p. ej., como de 600 Mb, cuando deberían escribir 600 Mb/s, mientras que la capacidad de almacenamiento de datos, afortunadamente, sí la expresan bien; p. ej., 35 GB.

Ya en 1999, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) publicó la norma IEC 60027-2, que introducía los prefijos **kibi**, **mebi**, **gibi**, **tebi**, **pebi** y **exbi**, formados con las primeras dos letras de cada prefijo del SI y el sufijo “bi”, de binario. En 2005 la IEC publicó la tercera revisión de la norma, añadiendo los prefijos, **zebi** y **yobi**. Esta norma se incorporó posteriormente a la actual ISO/IEC 80000-13 [33]. La siguiente tabla muestra las diferencias entre ambos tipos de múltiplos.

---

<sup>(9)</sup> El símbolo del Byte (B) coincide con el del belio, pero no tiene nada que ver con éste. Afortunadamente, los contextos en los que se utilizan ambos son diferentes y rara vez coincidentes.

Sistema Internacional (decimal)		ISO/IEC 80000-13 (binario)	
múltiplo (símbolo)	valor	múltiplo (símbolo)	valor
kilobyte (kB)	$10^3$	kibibyte (KiB)	$2^{10}$
megabyte (MB)	$10^6$	mebibyte (MiB)	$2^{20}$
gigabyte (GB)	$10^9$	gibibyte (GiB)	$2^{30}$
terabyte (TB)	$10^{12}$	tebibyte (TiB)	$2^{40}$
petabyte (PB)	$10^{15}$	pebibyte (PiB)	$2^{50}$
exabyte (EB)	$10^{18}$	exbibyte (EiB)	$2^{60}$
zettabyte (ZB)	$10^{21}$	zebibyte (ZiB)	$2^{70}$
yottabyte (YB)	$10^{24}$	yobibyte (YiB)	$2^{80}$
Nuevos múltiplos sometidos a aprobación de la 27ª CGPM en noviembre de 2022			
ronnabyte (RB)	$10^{27}$		
quettabyte (QB)	$10^{30}$		

Si, como es previsible, la 27ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) aprueba en noviembre de 2022 los nuevos prefijos del SI, **ronna** y **quetta**, correspondientes a los múltiplos  $10^{27}$  y  $10^{30}$  respectivamente [34], es de suponer que la norma ISO/IEC 80000-13 ampliará los suyos incorporando robibyte (RiB)( $2^{90}$  bytes) y quebibyte (QiB)( $2^{100}$  bytes) (si sigue la misma lógica terminológica aplicada hasta ahora), adelantándose al uso de otros prefijos ya propuestos en internet, como hellabyte (de “*a hell of a lot of bytes*”, un montón de bytes), o brontobyte (de Brontosaurio, el mayor dinosaurio habido), ambos sugeridos por distintas comunidades para el valor  $10^{27}$ , o el geopbyte, igual a  $10^{30}$  bytes. La propia Google™, después de una petición en línea, adoptó "hella" como prefijo en 2010 y Wolfram Alpha™ lo adoptó en 2011. El uso del término "hellabyte" ha acompañado así la llegada del *big data* [35].

Dado el poco éxito que ha tenido hasta ahora la utilización de los prefijos correspondientes a las potencias de 2, y lo asentado que está el uso de los prefijos SI, es de suponer que serán estos los que sigan utilizándose, erróneamente, en lugar de los que pueda aprobar ISO/IEC.

## Vestimenta

Nos ha parecido interesante incluir en esta publicación unos campos tan específicos y particulares, como son el vestido y el calzado, con los que todos convivimos y en los que, aunque se usan los “centímetros”, también siguen teniendo mucho peso, por razones históricas, las pulgadas.

### Tallas de ropa

Comenzando por las tallas de ropa, prácticamente toda la información que incluimos a continuación está tomada de la referencia [36], excelente tanto por su contenido como por su claridad expositiva.

Dicha referencia comienza afirmando que *el vestuario es tan antiguo como la humanidad*, pero que *las tallas comerciales aparecieron en los años 60 del siglo XX, coincidiendo con el florecimiento de las industrias de confección y la venta de prendas en tiendas de ropa y ‘boutiques’*, hecho novedoso por cuanto, *hasta ese momento, el 90 % del vestuario mundial se hacía “a medida”*, bien en casa, bien por la modista o el sastre a los que se acudía.

Un hecho muy significativo en este campo está relacionado con la industria militar de Estados Unidos, la cual, a principios del siglo XX, antes de la 1ª guerra mundial, para poder automatizar los procesos fabriles, realizó mediciones sobre una muestra de gran tamaño, de distintos tipos de cuerpos de la población norteamericana, estableciendo modelos antropométricos que dieron lugar a las siguientes tallas para adultos:

Talla **XS** o EP = *Extra Small* o Extra Pequeña

Talla **S** o P = *Small* o Pequeña

Talla **M** = *Medium* o Mediana

Talla **L** o G = *Large* o Grande

Talla **XL** o EG = *Extra Large* o Extra Grande

Talla **XXL** o EEG = *Extra Extra Large* o Extra Extra

Normalizaron además el incremento entre tallas, de 4” (10,2 cm) para las medidas de contorno (circunferencia) y de 1” (2,54 cm) para las medidas

de volumen (grosor en hombros y tiro-entrepierna), considerando además que *las tallas de los adultos no crecían en altura/estatura a partir de los 13-15 años en las mujeres, y de los 18-20 años en los hombres, aumentando sin embargo su volumen.*

En cuanto a las tallas infantiles, la ref. [36] indica que *definieron las tallas por edades pares en años, siendo la talla 2 para los 2 años, la talla 4 para los 4 años, etc., hasta la talla 12, porque a partir de los 14 años, la mayoría de los jóvenes pasa a utilizar tallas de adultos.* El incremento entre estas tallas infantiles lo establecieron en 2" (5,1 cm) para las medidas de contorno y en 4" (10,2 cm) para las medidas de largo (alto) y volumen.

Posteriormente, con la aparición del "Prêt-à-porter" (listo para llevar) en los años 70, aumentó el rango de tallas y se introdujeron tallas medias, para que la ropa se ajustara mejor a todos los clientes, siendo inmediato el éxito y la aceptación por parte de estos.

Pero en los años 80 apareció un problema, por la hegemonía de las industrias de confección americanas, que llegaron a desplazar fuertemente a la costura "a la medida", haciendo casi desaparecer la confección casera. El problema se vio agravado además porque la ropa fabricada en Norteamérica, en "pulgadas", se tomaba como modelo en el resto de países del mundo, pero en cada país el sastre o modista "copiaba" las medidas de la ropa producida en Norteamérica y las adaptaba a las medidas en "centímetros" de su país, designando las tallas según su propio criterio e incrementando la confusión.

El problema fue creciendo hasta que en los años 90 el desorden en los nombres y medidas de las tallas era tan grande que los gobiernos de los países desarrollados vieron claro que habría que establecer normas unificadoras. Pero el proceso de normalización no fue muy efectivo, dado que se hizo más a escala nacional que global. Además, *por el desconocimiento de la técnica por parte de muchos confeccionistas que se iniciaban en forma empírica, la designación de las tallas mantuvo el desorden hasta el día de hoy, causando problemas a los consumidores ya que, con el auge de la globalización, el vestuario se confecciona con las designaciones y/o medidas/tallas del país de origen, pero se consume al mismo tiempo por personas de muchos países distintos, en donde sus tallas*

*tienen designaciones diferentes y las medidas no coinciden, bien por los distintos incrementos entre tallas, bien por los aspectos antropométricos propios de cada región.*

Las grandes cadenas comerciales de implantación global (Zara, H&M, Mango, etc.), tras los tratados de libre comercio y la masiva apertura de tiendas de ropa en decenas de países, comenzaron a exigir, de nuevo, una estandarización de medidas y tallas, logrando algunos avances. **Pero la inadecuada conversión de medidas de centímetros a pulgadas**, dependiendo de la región de origen de la producción, dificultó el avance, dado que muchos diseñadores de moda y pequeños y medianos confeccionistas, desconocen el factor de conversión y su aplicación técnica en el sector.

Aunque hoy en día son pocos los países que usan el sistema “Imperial” de medidas, con la yarda, el pie y la pulgada entre sus unidades, pues la mayoría de los países del mundo (excepto tres) han adoptado el sistema internacional de unidades de medida, SI, el problema sigue estando en que muchas de las grandes marcas son producidas por industrias de ropa de Norteamérica que, **a pesar de haberse adherido al SI, siguen usando el sistema de unidades imperial**, en pulgadas, aunque las prendas se confeccionen en China, México, Brasil, o naciones que tienen el sistema de unidades en centímetros. ¿Por qué no utilizar todos ellos, diseñadores y fabricantes el SI, si todos ellos se han adherido al mismo?

A lo anterior se añade el agravante de que el incremento entre tallas de la industria norteamericana es mayor que el utilizado por las industrias de los distintos países que tienen el sistema de medidas en centímetros.

Por ejemplo, el incremento desde la talla S – *Small* o Pequeña – hasta la talla M – *Medium* o Mediana – en la industria norteamericana es, como dijimos anteriormente, de 4” pulgadas en contorno, que equivale a 10,2 cm, mientras que el incremento entre esas mismas tallas en los países europeos es de tan solo 8 cm; o sea que no son incrementos equivalentes, y por ese motivo la ropa con una talla M de Estados Unidos es más grande que la misma ropa, talla M, de España.

El siguiente cuadro-resumen, tomado de la citada referencia [36], permite ver la variedad de tallas y denominaciones existentes en este campo específico:

### Valores de Crecimiento entre Tallas en Centímetros y Pulgadas

Método de Graduación Europeo (y de Suramérica) Vs. Método de USA

#### Nombre de Tallas para Cortar Pequeñas Series y Grandes Series

Cuerpos Desarrollados Adultos

NOMBRE DE LAS MEDIDAS	Cuerpos delgados o Tallas PEQUEÑAS				Cuerpos Adultos Tallas ESTÁNDAR				Cuerpos gruesos o Tallas GRANDES			
Código Tallas de USA Tallas Pequeñas Series Tallas Grandes Series	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
		EP <sub>S</sub>		P <sub>S</sub>		M <sub>M</sub>		G <sub>L</sub>		EG <sub>XL</sub>		EEG <sub>XXL</sub>
Graduación de Tallas Europea o Latina Centímetros x contorno	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		8		8		8		8		8		8
Equivalencia en Pulgadas	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"	1 5/8"	1 5/8" 3 1/8"
Graduación de Tallas de Estados Unidos Pulgadas x contorno	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
		4"		4"		4"		4"		4"		4"
Equivalencia en Centímetros	5.08	5.08 10.16	5.08	5.08 10.16	5.08	5.08 10.16	5.08	5.08 10.16	5.08	5.08 10.16	5.08	5.08 10.16

Las Tallas de adultos No crecen en Alto, ya que son cuerpos ADULTOS – maduros que a partir de los 13 a 15 en las mujeres y de los 16 a 20 años en los hombres, no crecen más en ESTATURA sino en grosor y volumen.

Fig. 6, tomada de ref. [36]

## Tallas de calzado

Unido a la vestimenta, se encuentra el calzado, ya que lo más conveniente es ir vestido y no descalzo, al menos la mayor parte del tiempo. La primera constancia de la existencia de una tabla de tallas establecida aparece a principios del siglo XVIII donde, para el ramo del calzado, se establece como unidad propia el **punto** (distancia de costura de las antiguas máquinas de coser suelas), lo que en español denominaríamos “puntada”, aunque dicho “punto” variaba según las regiones, no siendo único. Esta discordancia en las distintas escalas no tuvo demasiada importancia hasta principios del siglo XIX, cuando la indumentaria comenzó a fabricarse en masa, bajo estándares más universales, por la necesidad que impusieron los conflictos armados de la época [37].

Algunos zapateros tomaron la longitud del pie como referencia o “punto cero” para la talla del zapato, mientras que otros utilizaron la longitud

interior de la horma del zapato. Por ejemplo, en los países anglosajones, asumieron una longitud de pie mínima y comenzaron a numerar las tallas a partir de ella [38]. Actualmente existen cuatro tipos principales de numeración de tallas de calzado:

1. La **numeración europea**, basada en el **punto París**, equivalente a **2/3 cm (6,667 mm)**, que tiene su origen en la época de Napoleón (principios del siglo XIX). Además del punto se introdujo también el **medio punto**, para una mejor adecuación del pie al zapato. Así, la talla 40,5 (40,5 puntos) equivale aproximadamente a 27 cm.
2. La **numeración inglesa**: El sistema inglés fue fijado por orden del rey Eduardo II de Inglaterra, quien determinó que tres granos de cebada alineados eran una pulgada (2,54 cm) y que 12 pulgadas eran un pie (30,48 cm). La **unidad de calzado inglés** equivale pues a la longitud de un grano de cebada; es decir, **1/3 de pulgada**, o lo que es lo mismo, **8,46 mm**; como se ve, más larga que el punto europeo. También en este caso se introdujo la media unidad, igual a 4,23 mm. En el sistema de numeración inglés, el número 1 corresponde al número de pie mínimo considerado, y tiene 8,66 pulgadas (unos 22 cm). Los números van creciendo a razón de 1/3 de pulgada por número. Así, por ejemplo, el número 8 mide  $22 \text{ cm} + (8 \times 0,846) = 28,77 \text{ cm}$ . La numeración más corriente en calzado de caballeros oscila entre el número 5,5 (39 francés) y el 11 (46 francés).
3. La **numeración estadounidense** coincide básicamente con la inglesa, pero tiene un punto de partida distinto, ya que la escala está desplazada 1,116 mm. Por ello, en comparación con el sistema inglés, cada número empieza un poco antes.

Otra diferencia entre el sistema de USA y el de UK es que, en la numeración para adultos, se distingue entre hombre y mujer. La numeración para los hombres comienza, al igual que en el sistema UK, en la talla 1, mientras que la numeración de las tallas de mujer comienza en el 0. Por lo tanto, una talla 8 de UK corresponde a una talla 9 de USA, en los hombres, y a una talla 10, en las mujeres [37].

4. La **numeración métrica** permite medir tanto la longitud del pie como la de un zapato y cuenta con una escala similar, pero en la práctica no se ha impuesto para la numeración del calzado.

La siguiente tabla resume las equivalencias entre los números más habituales de los distintos sistemas:

MEDIDA DEL CALZADO		TALLAS DEL CALZADO												
EUROPA		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
UK – REINO UNIDO		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
US Y CANADA	MUJER	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	HOMBRE	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INCHES – PULGADAS		9	9¼	9½	9¾	10	10¼	10½	10¾	11	11¼	11½	11¾	12
CENTIMETROS		22,8	23,5	24,1	24,8	25,4	26	26,7	27,3	27,9	28,6	29,2	29,8	30,5

Fig. 7, tomada de la ref. [37]

La especificación técnica ISO/TS 19407:2015 trató de facilitar a los consumidores la conversión entre los distintos sistemas, utilizando siempre, como talla de referencia, la longitud del pie, en cm o en mm, siendo esta especificación ISO la mejor que existe para proporcionar a los fabricantes y consumidores conversiones fiables [37]. No obstante, debido al uso en origen de la pulgada, su conversión a centímetros (1 pulgada = 2,54 centímetros) siempre exigirá moverse hacia arriba o hacia abajo, para dar con la talla de calzado equivalente en otro sistema.

## Joyería

En joyería, desde la antigüedad, se han usado diferentes tipos de unidades para valorar los metales y piedras preciosas utilizadas en el diseño y fabricación de diferentes tipos de joyas. La actividad más habitual en este campo es el pesaje, aunque también se realizan análisis más complejos, que permiten valorar las características ópticas o de dureza de algunos materiales. Todas estas mediciones, en su conjunto, permiten conocer la

calidad y valor de cada componente empleado. Las unidades más habituales son las siguientes [39]:

**Onza:** una de las más antiguas, utilizada en el pesaje de diferentes tipos de piedras preciosas y metales, distinguiéndose la **onza troy**, que se usa solo al pesar metales preciosos, y que equivale a poco más de 31 gramos, y la **onza avoirdupois**, que equivale a poco más de 28 gramos.

**Grano:** unidad inglesa que se utiliza al pesar el oro y sirve para conocer el contenido en oro de una joya determinada.

**Quilate:** medida más común en la actualidad, de la cual hay dos tipos distintos:

- el **quilate de joyería o gemología**, símbolo ct, unidad de masa que se utiliza en el pesaje de piedras preciosas y perlas. Este quilate representó históricamente una ciento cuarentava ( $1/140$ ) parte de una onza pero, desde 1907, tras la implantación del sistema métrico decimal, se utiliza el quilate decimal, que representa una masa de 200 miligramos (0,2 gramos), por lo que **5 quilates equivalen a 1 gramo**.

El término proviene de la antigua palabra griega *keration* (κεράτιον), algarroba (*Ceratonia siliqua*), por ser las semillas de este fruto las utilizadas en la antigüedad para pesar gemas y joyas, debido a la uniformidad de las mismas tanto en tamaño como en peso. Cuando los árabes adoptaron esta unidad de masa, el nombre se deformó a *quirat* y de aquí a quilate, al pasar al español [40].

- el **quilate de orfebrería**, utilizado para medir la pureza del oro utilizado en las joyas. Este quilate, con símbolo K o kt, representa la veinticuatroava ( $1/24$ ) parte de la masa total de la aleación que compone el metal (aproximadamente el 4,167 %). Así, si una joya hecha con oro es de 18 quilates, su aleación tiene  $18/24 = 3/4$  partes de oro, y una pureza del 75 %, mientras que una pieza de 24 quilates tiene  $24/24$  partes de oro, siendo por tanto de oro puro.

Esta aplicación del quilate para medir la pureza de los metales data del año 309 d.C., cuando el emperador romano Constantino I ordenó acuñar el primer *solidus*, una moneda de 24 quilates (masa) de oro (unos 4,5 gramos), integrada en el sistema duodecimal romano de

pesos y medidas como  $1/72$  de libra, siendo cada quilate o *siliqua*  $1/1728$  de libra. El *solidus* (de donde procede la palabra castellana suelto), y su equivalente árabe *dinar* (del latín denario, de donde procede dinero), fueron la referencia del peso del oro hasta al menos el siglo XII, y su pureza se convirtió en la “ley del oro”, que permite saber cuántos quilates-masa (de los 24 totales de la moneda) son oro puro [40].

La ortografía «kilate» no está aceptada por la Real Academia Española de la Lengua, al no estar relacionada la palabra con el prefijo “kilo” del SI, siendo “quilate” la admitida. La abreviatura del quilate-masa es "ct", ya que deriva de la grafía francesa *carat*, mientras que la del quilate-pureza es “K” o “kt”, por derivar del término griego καθαρότητα (*katharótita*, “pureza”).

## Grapas

Finalizamos esta pequeña publicación con unos elementos utilizados muy frecuentemente en la vida diaria, las grapas, aunque el incremento actual de publicaciones digitales está llevando a la reducción de publicaciones en papel, y su grapado, acorralando a las grapas hacia el ámbito puramente doméstico o hacia las oficinas no digitalizadas.

La denominación del tipo de grapa viene dada por una pareja de números, por ejemplo 24/6, donde el primero indica el grosor del alambre usado por el fabricante para construir la grapa. La medida no está expresada ni en milímetros ni en pulgadas y el número hace referencia al AWG (American Wire Gauge), sistema americano usado para la clasificación industrial de los alambres de acero, siendo menor el grosor del alambre, cuanto mayor sea el número, y viceversa [41]. Los grosores más comunes de alambre utilizado para fabricar grapas de oficina son los siguientes:

AWG 22: 0,64 mm      AWG 24: 0,51 mm      AWG 26: 0,40 mm

con lo que las grapas del 26 son más débiles que las grapas del 22.

El número AWG indica el número de veces que se ha estirado el alambre, para reducir la sección y conseguir el grosor deseado. Así, si la grapa es

del número 22, quiere decir que el proceso de estiramiento se ha repetido 22 veces.

La escala AWG responde a los pasos sucesivos del proceso de estirado del alambre que existía en 1857, de forma que, partiendo del diámetro más grueso (0,46 pulgadas) y del más delgado (0,005 pulgadas), se establecieron 39 dimensiones intermedias entre ellos, siendo:

$$\sqrt[39]{\frac{0,46}{0,005}} = \sqrt[39]{92} = 1,1229$$

la razón constante entre un diámetro y el siguiente, derivada de la progresión geométrica anterior [42]. No obstante, para los calibres de mayor grosor (superiores a 0,46 pulgadas y hasta 1 pulgada), se optó por la solución de identificarlos por el área, en el sistema inglés de medida basado en el "mil" (milésima de pulgada), con las siguientes unidades:

- *mil* (0,001"), para los diámetros,
- *circular mil*, para las áreas (unidad que representa el área del círculo, de un diámetro igual a 0,001"), o "mil<sup>2</sup>" de diámetro; es decir, 1 "circular mil" =  $\pi \times 1^2/4 = \pi/4 = 0,7854 \text{ mil}^2$ .

El segundo número en la denominación de las grapas indica la longitud de la pata de la grapa, **en milímetros**. De esta manera, en una grapa 24/6, el alambre es de 0,51 mm de diámetro y tiene 6 mm de profundidad, aunque no aparece explícitamente el símbolo "mm" de las unidades.

## Notas finales

- \* Todavía se encuentran textos y publicaciones, sobre todo en espectroscopía, que utilizan el **amstrong**, símbolo Å, como unidad de longitud para distancias atómicas o moleculares y longitudes de onda. Equivale a la décima parte del nanómetro,  $1 \text{ Å} = 0,1 \text{ nm}$ , siendo este último un submúltiplo del metro, de valor  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .
- \* En los talleres de fabricación mecánica, y también en el lenguaje popular, suele ser frecuente utilizar el término **micra** para referirse a

la milésima de milímetro, en vez de utilizar el término **micrómetro**, submúltiplo del metro. La RAE también lo recoge así e indica que el símbolo de la micra es  $\mu$ .

- \* Cuando el médico nos pregunta **¿cuánto pesamos?** solemos responder **setenta kilos**, por ejemplo. Si alguien bien informado sobre las unidades de medida contestara **seiscientos ochenta y seis newtons**, se arriesgaría a que el médico, aparte de considerarlo “raro”, quizá lo desviara a esa otra especialidad en la que está pensando. Una respuesta más adecuada sería decir **setenta kilogramos fuerza** o **setenta kilopondios**, pero el SI lo impide, aunque también prohíbe que identifiquemos una unidad con un prefijo. ¿Qué hacer entonces? Algunas opciones para no traicionar nuestro espíritu metrológico podrían ser las siguientes:
  - a) Mi peso corresponde a una masa corporal de setenta kilogramos.
  - b) Mi peso aproximado es de setenta decanewtons (daN), arriesgándonos con esta respuesta a tener que darle al médico una pequeña clase sobre las unidades SI y nuestra terminología profesional, para que no nos considere “raro” ni pedante, aunque hay médicos muy combativos [43].
  
- \* Una situación similar es la que corresponde a **¿qué temperatura máxima tuvo la semana pasada?** El médico se conformaría con que le contestáramos **treinta y ocho**, pero nuestra respuesta como metrólogos debería ser **treinta y ocho grados Celsius**. Si lo hacemos así, puede que el médico vuelva a decirnos: “quiere Ud. decir centígrados”, a lo que evidentemente lo mejor es contestar que “en efecto”.
  
- \* En otras ocasiones, cuando hemos pedido **un kilogramo de redondo** en la carnicería, nos han entendido, pero seguramente han solicitado nuestra confirmación mediante la frase **un kilo, ¿no?** Se queda uno más tranquilo pidiendo por debajo de dicho límite ya que, al pedir seiscientos gramos de jamón York, la duda podrá estar en la cifra, pero no en la unidad, que ya forma parte del acervo charcutero.

## Conclusión

Aunque existen otros campos donde se utilizan unidades no pertenecientes al SI, en este artículo hemos pretendido mostrar solo algunos de ellos, en los que se dan además una serie de peculiaridades y razones históricas que explican el porqué de su uso actual, habiendo dejado otros fuera. Esperamos que la selección y comentarios hayan sido del agrado del lector.

Agradecemos muy sinceramente a los autores de las referencias utilizadas <sup>(10)</sup>, que hemos hecho nuestras, su rigor y claridad, ayudándonos a divulgar el conocimiento sobre estas unidades “diferentes”, utilizadas en nuestra vida diaria, en unos casos por costumbre o tradición, en otros por dependencia tecnológica, ya que el que da primero y establece un patrón o referencia, da dos veces, y en otros, debido a que no todos los campos de actividad están aún cubiertos por las unidades SI.

Todo cambio de unidades lleva mucho tiempo, a veces generaciones, como pasó con el sistema métrico, ya que cada persona o gremio, en su campo de actividad o especialidad, se resiste a cambiar. Hemos visto unos pocos ejemplos de cómo en la vida diaria subsisten los ejemplos de mal uso, o uso incorrecto, de las unidades de medida, con otros correctos. Esto es lógico hasta cierto punto, pero por ello es necesario seguir insistiendo, sobre todo cuando los cambios establecidos derivan de un consenso mundial amplio, como es el caso del SI.

De ahí la importancia de divulgar el correcto uso del SI en todos los niveles de la enseñanza, desde la escuela infantil hasta la universidad. Incluso el diccionario de la RAE, que también recoge el uso hablado y escrito de unidades de medida y términos relacionados con ellas, debería incluir alguna nota que aclarara su uso incorrecto, desaconsejándolo, como hace ya en otras entradas de otros ámbitos. Al mismo tiempo, debería incluir también otras voces utilizadas en ciencia y tecnología, suficientemente asentadas, que aún no tienen cabida en el DRAE.

---

<sup>(10)</sup> todas ellas consultadas en abril de 2022.

---

## Referencias

- [1] <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>
- [2] <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/sistema-internacional-unidades-9a-edicion>
- [3] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2011-80563>
- [4] <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/cuales-son-los-distintos-tipos-de-roscas-y-como-se-clasifican-una-guia-para-distinguir-las-y-conocer-las>
- [5] <https://mi-fontaneria.es/blog/medida-pulgada/>
- [6] <https://www.skf.com/mx/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/general-bearing-knowledge/bearing-basics>
- [7] [http://www.portalelectromecanico.org/CURSOS/rodamientos/nomenclatura\\_rodamientos\\_en\\_milimetros.html](http://www.portalelectromecanico.org/CURSOS/rodamientos/nomenclatura_rodamientos_en_milimetros.html)
- [8] <https://nauticajonkepa.wordpress.com/2014/09/26/unidades-de-longitud-en-el-sistema-nautico/>
- [9] <https://campoaviacion.com/unidades-distancia-velocidad-mas-usadas-navegacion/>
- [10] <https://foro.todoavante.es/viewtopic.php?f=192&t=6352>
- [11] <https://es.wikipedia.org/wiki/Paralaje>
- [12] <https://es.wikipedia.org/wiki/Pásec>
- [13] [https://es.wikipedia.org/wiki/Barril\\_\(unidad\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Barril_(unidad))
- [14] <http://blog.alvic.net/por-que-se-utiliza-el-barril-como-unidad-de-medida-universal-para-el-petroleo/>
- [15] <https://www.motor.es/que-es/octano-octanaje-cetanaje>
- [16] <https://www.km77.com/glosario/octano>
- [17] <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-energia/>
- [18] <https://www.kosner.es/relacion-potencia-energia>
- [19] <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/que-es-un-kiloton>
- [20] [https://es.wikipedia.org/wiki/Equivalencia\\_en\\_TNT](https://es.wikipedia.org/wiki/Equivalencia_en_TNT)
- [21] <https://www.e-medida.es/numero-6/la-escala-de-richter-es-logaritmica-y-mide-la-energia-liberada-en-un-terremoto/>
- [22] [https://es.wikipedia.org/wiki/Tonelada\\_equivalente\\_de\\_petroleo](https://es.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petroleo)
- [23] <https://campusvvgon.com/gauge/>
- [24] [https://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_francesa\\_de\\_Charrière](https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_francesa_de_Charrière)
- [25] [https://cdn.website-editor.net/b10463a4d9fc48d3b3a385560f144aa4/files/uploaded/AGUJAS\\_HIPODERMICAS.pdf](https://cdn.website-editor.net/b10463a4d9fc48d3b3a385560f144aa4/files/uploaded/AGUJAS_HIPODERMICAS.pdf)

- [26] <https://www.clinicabaviera.com/blog/mundo-para-ver/medicion-de-la-graduacion-la-dioptria/>
- [27] <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-del-laboratorio-clinico-282-articulo-nomenclatura-unidades-propiedades-biologicas-recomendacion-S1888400817300570>
- [28] [https://es.wikipedia.org/wiki/Grado\\_Brix](https://es.wikipedia.org/wiki/Grado_Brix)
- [29] <https://es.wikipedia.org/wiki/Refractometría>
- [30] <https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-el-bit-byte/>
- [31] <https://es.wikipedia.org/wiki/Baudio>.
- [32] <https://www.profesionalreview.com/2018/12/12/unidades-de-medida/>
- [33] [https://es.wikipedia.org/wiki/Prefijo\\_binario](https://es.wikipedia.org/wiki/Prefijo_binario)
- [34] <https://www.bipm.org/documents/20126/66742098/Draft-Resolutions-2022.pdf>
- [35] <https://reviews.tn/es/wiki/what-is-a-domegemegrottebyte-2/>
- [36] <https://www.modafacil.com/introduccion-a-las-medidas-y-tallas-de-ropa/>
- [37] <https://www.milpies.es/zapatos/blog/tendencias/como-nacio-el-tallaje-del-calzado/>.
- [38] [https://www.calconi.com/es/tallas\\_de\\_calzado/](https://www.calconi.com/es/tallas_de_calzado/)
- [39] <https://www.oro-diamantes.net/unidades-de-medida-que-se-usan-en-joyeria/>
- [40] <https://es.wikipedia.org/wiki/Quilate>.
- [41] <https://www.ofistore.com/blog/tipos-de-grapas-para-grapadoras>
- [42] [https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre\\_de\\_alambre\\_estadounidense](https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_de_alambre_estadounidense)
- [43] <https://www.revespcardiol.org/es-en-que-unidades-se-mide-articulo-S0300893217307649>





**CEM** CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

