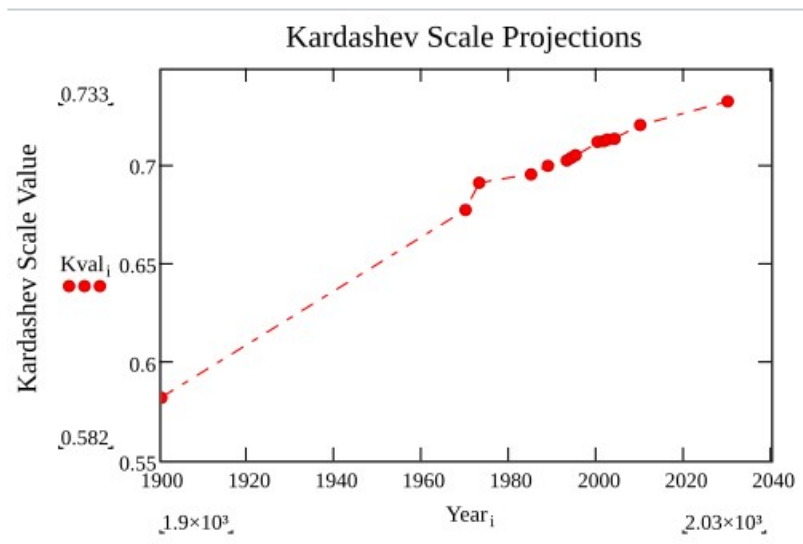


Escala de Kardashov

42 idiomas



Proyecciones en la escala de

Kardashev de la civilización humana, desde los años 1900 a 2030, basado en los datos de la [Agencia Internacional de Energía](#) World Energy Outlook

La **escala de Kardashev** es un [método](#) para medir el grado de evolución [tecnológica](#) de una [civilización](#), propuesto en 1964 por el [astrofísico ruso Nikolái Kardashev](#).^[1] Tiene tres categorías, llamadas *Tipo I*, *II* y *III*, basadas en la cantidad de tecnología que una civilización es capaz de utilizar de su entorno. Estos tipos, que se incrementan de manera [exponencial](#), también denotan el grado de colonización del espacio. En términos generales, una civilización de *Tipo I* ha logrado el dominio de los recursos de su planeta de origen, *Tipo II* de su [sistema planetario](#), y *Tipo III* de su [galaxia](#).^{[2][3]}

La civilización humana tendría actualmente un valor de 0,73 en dicha escala, con cálculos que sugieren que podríamos alcanzar el estado *Tipo I* en unos 100-200 años, el *Tipo II* en unos cuantos miles de años, y el *Tipo III* entre 100 000 a un millón de años.^[4]

Uso de energía

[\[editar\]](#)

La **energía** es una cantidad estática y se denota en **julios** (J). La **potencia** es una medida de transferencia de energía a través del tiempo, y se denota en **vatios** (W), esto es, julios por segundo. Los tres niveles de la escala de Kardashev se pueden cuantificar en unidades de potencia (vatios) y se representan en una escala creciente **logarítmica**.

- **Tipo I.** Una civilización que es capaz de aprovechar toda la potencia disponible en un único **planeta**, aproximadamente 10^{16} W. La cifra puede ser bastante variable; la **Tierra** tiene una energía disponible de $1,74 \times 10^{17}$ W. La definición original de Kardashev era de 4×10^{12} W. (Kardashev definió originalmente el Tipo I como "el nivel tecnológico cercano al nivel presente hoy en día en la Tierra", con "hoy en día" refiriéndose a 1964).
- **Tipo II.** Una civilización que es capaz de aprovechar toda la potencia disponible de una única **estrella**, aproximadamente 10^{26} W. De nuevo, la cifra puede ser variable; el **Sol** emite aproximadamente $3,86 \times 10^{26}$ W. La cifra que daba Kardashev era de 4×10^{26} W.
- **Tipo III.** Una civilización que es capaz de aprovechar toda la potencia disponible de una sola **galaxia**, aproximadamente 10^{37} W. Esta cifra es extremadamente variable, ya que las galaxias tienen un rango de tamaños muy amplio. La cifra original de Kardashev fue de 4×10^{37} W.

Todas estas civilizaciones son totalmente hipotéticas hoy en día, y, aunque la escala se usa por científicos del **SETI**, también lo usan autores de **ciencia ficción** y **futurólogos** como marco de trabajo teórico.

Los siguientes dos tipos son propuestas adicionales no hechas por Kardashev.

- Una civilización de Tipo IV puede aprovechar la energía de un supercúmulo galáctico o incluso la totalidad de energía del universo visible. Se ha sugerido el Tipo IV como el límite teórico de la escala Kardashev.
- Una civilización Tipo V puede aprovechar la energía de múltiples universos.

Situación actual de la civilización humana

[\[editar\]](#)

El físico teórico [Michio Kaku](#) sugiere que los seres humanos podríamos alcanzar el Tipo I en 100-200 años, el Tipo II en algunos miles de años, y el Tipo III entre 100 000 a un millón de años.[\[5\]](#)

La civilización humana está, ahora mismo, en algún lugar muy por debajo del Tipo I, ya que solo es capaz de aprovechar una fracción de la energía disponible en la Tierra. Así pues, el estado actual de la civilización humana ha sido denominado como Tipo 0. Aunque los tipos intermedios no fueron expuestos en la propuesta original de Kardashev, [Carl Sagan](#) determinó que podían ser fácilmente definidos mediante la [interpolación](#) y [extrapolación](#) de los valores dados arriba. En 1973, Sagan calculó que la humanidad es una civilización de tipo 0,3, en relación con el modelo de Kardashev para los tipos 0 y I.

Sagan usó la fórmula

$$K = \frac{\log_{10} W - 6}{10}$$

siendo K , el tipo de civilización de Kardashev y W la potencia aprovechada en [vatios](#). Nótese que los numerales romanos deben ser utilizados para la parte entera del tipo de civilización, mientras que la parte fraccional se escribe en decimal. Sagan utilizó 10 teravatios (TW) como el valor de W de la humanidad para el año 1973, algo que fue ligeramente superior a la de los datos conocidos en la actualidad.[\[6\]](#)

En 2012, el total de [consumo y recursos energéticos a nivel mundial](#) fue 553 [exajulios](#) ($553 \times 10^{18} \text{ J} = 153,611 \text{ TWh}$)[\[7\]](#) esto es en promedio equivalente a un consumo de energía de 17,54 TW (o 0,324 en la escala Kardashev de Sagan).

Evidencia empírica

[\[editar\]](#)

En 2015, un estudio de emisiones galácticas infrarrojas medias llegó a la conclusión de que las "civilizaciones de Kardashev Tipo III son muy poco comunes o no existen en el universo".^[8] El 14 de octubre de 2015 el descubrimiento de un extraño patrón de luz de estrella que rodea la estrella [KIC 8462852](#) ha levantado especulaciones de que una [esfera de Dyson](#) pudo haber sido descubierta.^{[9][10][11][12][13]}

Fuentes de energía

[\[editar\]](#)

Artículo principal: [Fuente de energía](#)

Civilización Tipo I

[\[editar\]](#)

- Aplicación a gran escala de la [energía de fusión](#): de acuerdo con la [equivalencia entre masa y energía](#), el Tipo I implica la conversión de 2 kg de materia en energía por segundo. Una liberación de energía equivalente podría, teóricamente, ser alcanzada por la fusión de aproximadamente 280 kg de [hidrógeno](#) en [helio](#) por segundo,^[14] es decir, a una tasa equivalente a $8,9 \times 10^9$ kg/año. Un kilómetro cúbico de agua contiene aproximadamente $1,2 \times 10^{11}$ kg de hidrógeno, y los [océanos](#) de la Tierra contienen $1,3 \times 10^9$ km cúbicos de agua, por lo tanto los humanos en la Tierra pueden sostener esta tasa de consumo por escalas de tiempo geológicas.
- La [antimateria](#) en grandes cantidades tendría un mecanismo para producir energía a una escala muy superior al nivel actual de nuestra tecnología. En las colisiones de antimateria-materia, toda la [masa invariante](#) de las partículas es convertida en [energía electromagnética](#). Su [densidad energética](#) (energía liberada por masa) es casi 4 veces más grande que la usada por la [fisión nuclear](#) y 2 veces la magnitud del mejor rendimiento posible de una [fusión nuclear](#).^[15] La reacción de 1 [kg] de antimateria con un 1 kg de materia produciría 1.8×10^{17} J (180 petajulios) de energía.^[16] A pesar de que la antimateria es, a veces, propuesta como una fuente de energía, esto no es factible. La antimateria producida artificialmente —de acuerdo al entendimiento actual de las leyes de la física— implica primero la conversión de energía en masa, por lo que no hay resultados

netos de ganancia. Crear antimateria artificial es solo utilizable como medio de almacenamiento de energía, no como una fuente de energía, a menos que el futuro desarrollo tecnológico (contrario a la conservación del [número bariónico](#), y una [violación CP](#) a favor de la antimateria) permita la conversión de materia ordinaria a antimateria. Teóricamente, en el futuro los humanos podrían tener la capacidad de cultivar y cosechar una serie de fuentes naturales de antimateria.[\[17\]](#)[\[18\]](#)[\[19\]](#)

- La [energía renovable](#), a través de la conversión de luz solar en electricidad – ya sea mediante [células fotoeléctricas](#) o [energía termosolar de concentración](#) o indirectamente a través del [viento](#) o la [energía hidroeléctrica](#) o el uso intensivo de la conversión del [gradiente térmico oceánico](#), [aerogeneradores](#) y [energía maremotriz](#) para extraer y aprovechar la energía recibida por el [océano](#) terrestre por parte del Sol. No existe ninguna forma conocida para la [civilización humana](#) para usar el equivalente de energía solar absorbida por la Tierra sin recubrir completamente la superficie con estructuras hechas por el hombre, lo que no es posible con la tecnología actual. Sin embargo, si la civilización construye grandes [satélites](#) de [energía solar espacial](#), los niveles de energía del Tipo I podrían ser alcanzables.

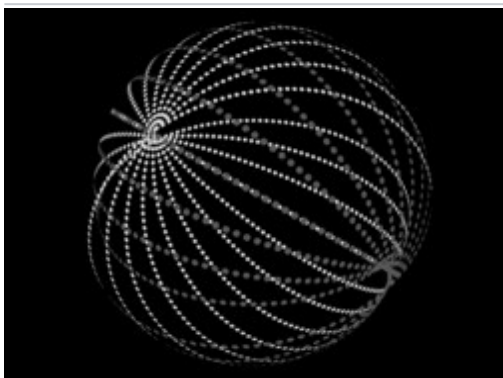


Figura de una [esfera de Dyson](#) de tipo enjambre rodeando una estrella

Civilización Tipo II

[\[editar\]](#)

Las civilizaciones del Tipo II pueden utilizar las mismas técnicas usadas por las civilizaciones Tipo I, pero aplicadas a un gran número de planetas en muchos sistemas solares.

- Una [esfera de Dyson](#) y construcciones similares son megaestructuras hipotéticas originalmente descritas por [Freeman Dyson](#) como un sistema de satélites de energía solar destinados a encerrar a una estrella y capturar la mayor parte o la totalidad de su producción de energía.[\[20\]](#)
- Una forma más exótica de generar energía utilizable sería alimentar una masa estelar en un [agujero negro](#) con masa estelar para generar energía reutilizable, y recoger los fotones emitidos por el [disco de acrecimiento](#).[\[21\]\[22\]](#) Un poco menos raro sería simplemente capturar los fotones que escapan del disco de acrecimiento, reduciendo así el [momento angular](#) de un agujero negro, más conocido como el [proceso Penrose](#).
- La elevación de las estrellas es un proceso donde una civilización avanzada podría eliminar una parte sustancial de la materia de una estrella de una manera controlada para otros usos, es decir utilizar toda la emisión de energía de una estrella.
- La [antimateria](#) es la mayoría de las veces producida como un [subproducto](#) de una serie de procesos de ingeniería de gran escala (como la ya mencionada elevación de una estrella), y por lo tanto puede ser reciclada.
- En [múltiples sistemas estelares](#) con un número suficiente de estrellas, que absorban una pequeña pero significativa fracción de la emisión de cada estrella individual.
- También es posible que hayan desarrollado [fuentes de energía](#) aún desconocidas.

Civilización Tipo III

[\[editar\]](#)

Un ejemplo común de una civilización ficticia capaz de alcanzar el *Tipo III* es el [Imperio Galáctico](#) que aparece en muchas obras de *ópera espacial*. Estas civilizaciones utilizan la energía de una manera masiva, generalmente entre el *Tipo II* y *III*. Las civilizaciones del Tipo III pueden utilizar las mismas técnicas usadas por las civilizaciones Tipo II, pero aplicadas a todas las estrellas posibles en una o más galaxias individuales.[\[23\]](#)

- Además son capaces de aprovechar la energía liberada de un [agujero negro supermasivo](#) los cuales se cree que existen en el centro de la mayoría de las galaxias.

- Los [agujeros blancos](#), si existiesen, teóricamente podrían proporcionar grandes cantidades de energía de la recolección de la materia expulsada al exterior.
- La captura de energía del [brote de rayos gamma](#) es otra fuente, teórica, posible de energía para una civilización altamente avanzada.
- La emisión de los [cuásar](#) puede ser fácilmente comparable a las pequeñas galaxias activas, y podrían proveer una fuente masiva de energía

Implicaciones en la civilización

[\[editar\]](#)

Hay muchos ejemplos históricos de civilizaciones humanas sometidas a transiciones de gran escala, como la [Revolución Industrial](#). La transición entre los niveles de la escala de Kardashev podría, potencialmente, representar períodos igualmente dramáticos de convulsión social, ya que implica la superación de los límites de disponibilidad de los recursos en el territorio actual de la civilización. Una especulación común[\[24\]](#) sugiere que la transición desde el Tipo 0 a la civilización Tipo I podría traer consigo un riesgo muy potente de autodestrucción, ya que, en algunos escenarios, podría no haber espacio para una expansión en el planeta de origen de la civilización, como una [catástrofe malthusiana](#). El uso excesivo de energía sin la eliminación adecuada de calor, podría, por ejemplo, hacer que una civilización que se acerca al Tipo I se haga inadecuada para el desarrollo de la biología de las [formas de vida dominantes](#) y sus fuentes de alimento. Si en la Tierra, por ejemplo, la temperatura de los océanos excediera los 35 C se pondría en peligro la vida marina y además haría que el enfriamiento de los mamíferos a temperaturas adecuadas para su metabolismo fuera muy difícil, si no imposible. Por supuesto que estas especulaciones podrían no ser un problema en la realidad gracias a la evolución o la aplicación en el futuro de la ingeniería y la tecnología. Además, en el momento en que una civilización alcanza el Tipo I podría haber colonizado otros planetas o haber creado un [cilindro de O'Neill](#) por lo que el calor residual podría ser distribuido en todo el sistema solar.

Se han propuesto varias extensiones de la escala, incluyendo una gama más amplia de niveles de potencia (IV y V) y el uso de métricas distintas de poder puro.

- **Tipo IV** puede controlar o utilizar la totalidad del universo o de tipo V que controlan colecciones de universos. La potencia del universo visible está dentro de algunos órdenes de magnitud de 10^{45} W.
- Zoltán Galántai ha argumentado que tal civilización no puede ser detectada, ya que sus actividades serían indistinguibles de las obras de la naturaleza.
- Michio Kaku en su libro *Universos Paralelos*, ha discutido una civilización de tipo IV (extragaláctica, que podría aprovechar las fuentes de energía "extra-galácticas", tales como la [energía oscura](#)).

Críticas

[\[editar\]](#)

Ha sido argumentado que debido a que no podemos entender a las civilizaciones avanzadas, no podemos predecir su comportamiento. Por lo tanto, la escala de Kardashev no es relevante o útil para clasificar civilizaciones extraterrestres. Este argumento puede encontrarse en el libro *Evolving the Alien: The Science of Extraterrestrial Life*.^[25] del [biólogo Jack Cohen](#) y el [matemático Ian Stewart](#).

Véase también

[\[editar\]](#)

- [Anexo:Órdenes de magnitud \(energía\)](#)
- [Leyes de Clarke](#)
- [Ecuación de Drake](#)
- [KIC 8462852](#)
- [Consumo y recursos energéticos a nivel mundial](#)
- [Energía renovable](#)
- [Terraformación](#)

● Sostenibilidad

● Singularidad tecnológica

● Comunicación interestelar