

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B - 2019

- **Unidad** 04
- **Clase** UO4 C02
- **Fecha** 04 Jun 2019
- **Cont** Energía y humanidad
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Contenidos: Termodinámica, alias F3B

Unidad 1

El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma

Unidad 3

Segundo Principio

Nada es gratis

Unidad 4

Aplicaciones

Es lo que hay

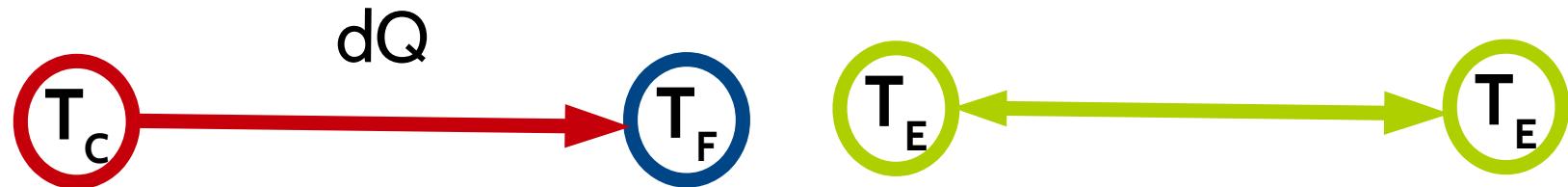


Bloque 2 - Unidad 4: Aplicaciones

Del de 23/May al 21/Jun (8 encuentros)

- Transferencia de calor: radiación, conducción y convección. Ley de Newton. Conductores y aislantes del calor. Ley de Fourier. Aplicaciones hogareñas. Termodinámica de la vida. Energía y humanidad. Calentamiento global.

Observaciones empíricas



- El cuerpo caliente (emisor) entrega calor y se enfria. El cuerpo frío (receptor), recibe calor y se calienta

$$T_c \equiv T_c(t), \frac{dT_c}{dt} < 0 \quad T_f \equiv T_f(t), \frac{dT_f}{dt} > 0$$

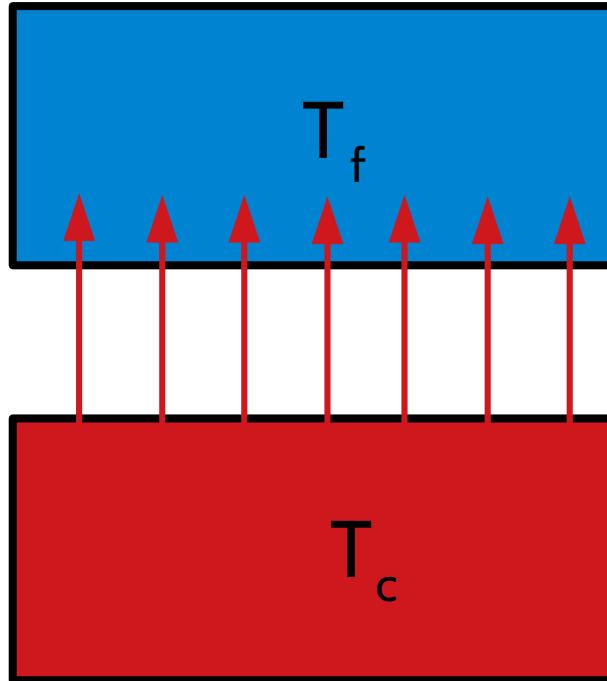
- Mientras exista diferencia de temperatura entre objetos vecinos, la transferencia de calor no puede detenerse.

$$\text{Sí } \Delta T(t) \stackrel{\text{def}}{=} T_c(t) - T_f(t) > 0 \rightarrow dQ > 0$$

- La velocidad de transferencia tiende a cero a medida que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan:

$$\lim_{\Delta T(t) \rightarrow 0} \frac{dQ}{dt} = 0$$

Ley de enfriamiento



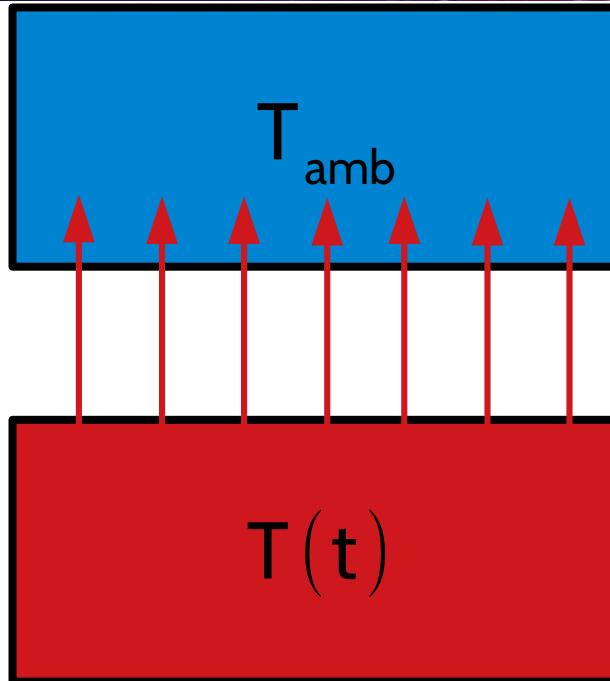
$$\frac{dQ}{dt} \propto A(T_c - T_f)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -hA(T_c - T_f)$$

- Imaginemos una región caliente y una fría
- ¿Qué variables determinan el flujo de calor?
 $\frac{dQ}{dt}$
 - ¿Área de contacto? A
 - ¿Diferencia de temperatura?
 - ¿Materiales?
 - h es el coeficiente de transferencia de calor: $[h] = W / (m^2 K)$

El signo - aparece porque miramos el enfriamiento!

Ley de enfriamiento de Newton



$$\frac{dT(t)}{dt} = -r(T(t) - T_{\text{amb}}) = -r \Delta T(t)$$

$$r = \left(\frac{hA}{mC_v} \right) > 0 \quad \tau \stackrel{\text{def}}{=} r^{-1} = \left(\frac{mC_v}{hA} \right)$$

$$[r] = s^{-1} \quad [\tau] = s$$

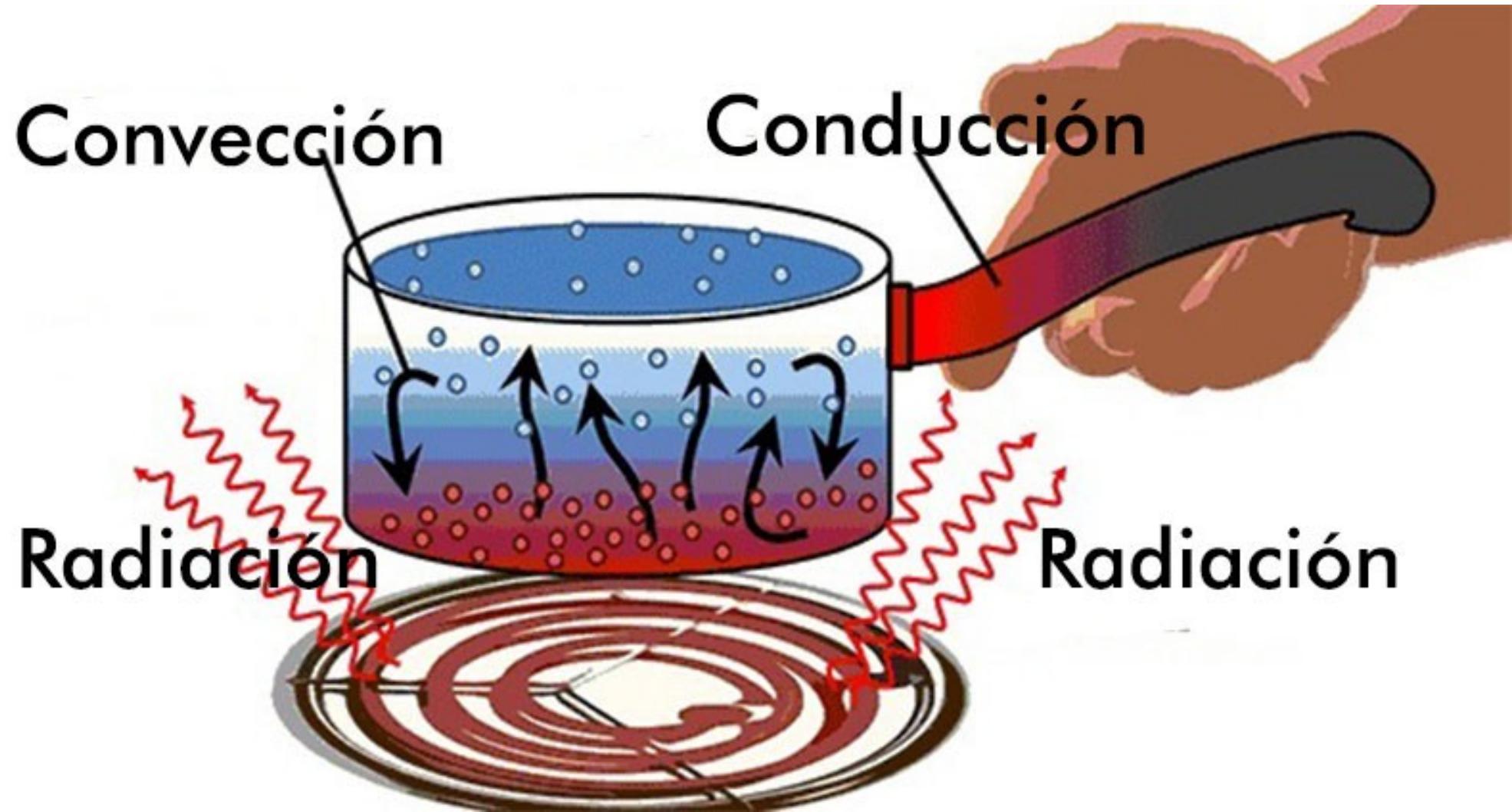
τ es un tiempo característico
(depende del sistema)

$$\frac{dT(t)}{dt} = -r \Delta T(t)$$

$$\Delta T(t) = \Delta T(0) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

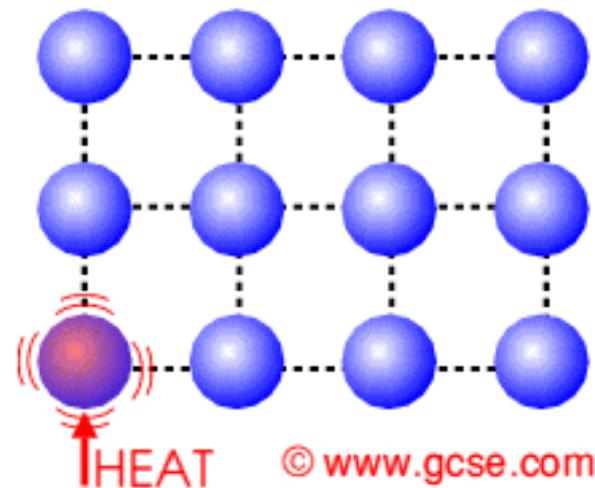
$$T(t) = T_{\text{amb}} + (T(0) - T_{\text{amb}}) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Conducción, convección y radiación



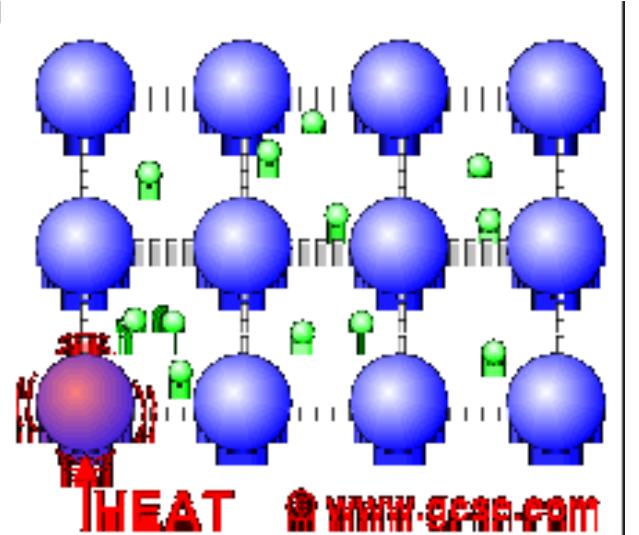
Conducción

Aislante



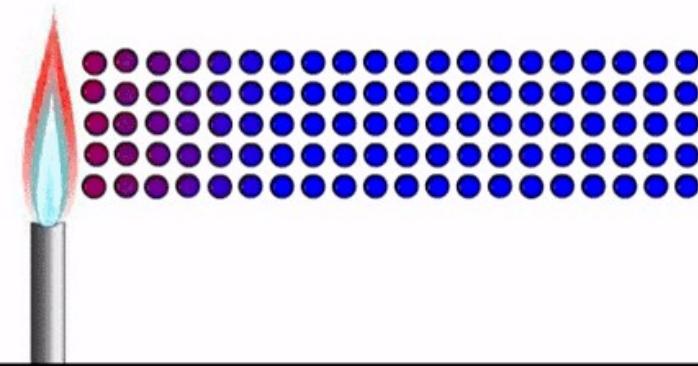
© www.gcse.com

Conductor



© www.gcse.com

Conduction of Heat



Conducción de calor

Energía, Humanidad y Cambio Climático



Un novelón en tres actos

- **Introducción**
 - “Nosotros y el Universo”
- **Nudo**
 - “Nuestra avidez por el consumo de energía”
- **Desenlace**
 - “Nuestro impacto cotidiano”



Y sí, somos el centro del Universo

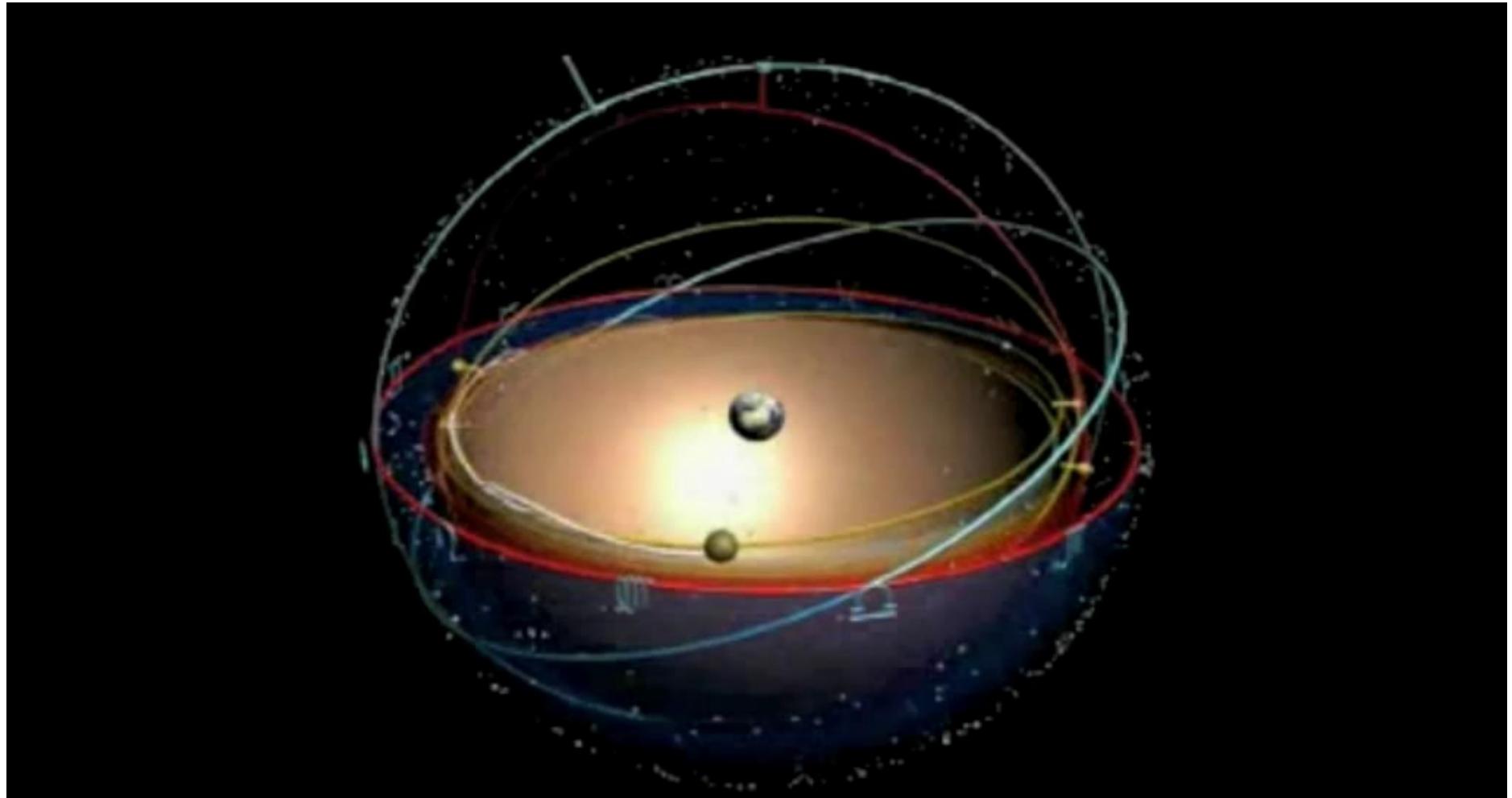


© Juan Carlos Casado (Tierra y Estrellas)

Los “revolucionarios” de siempre



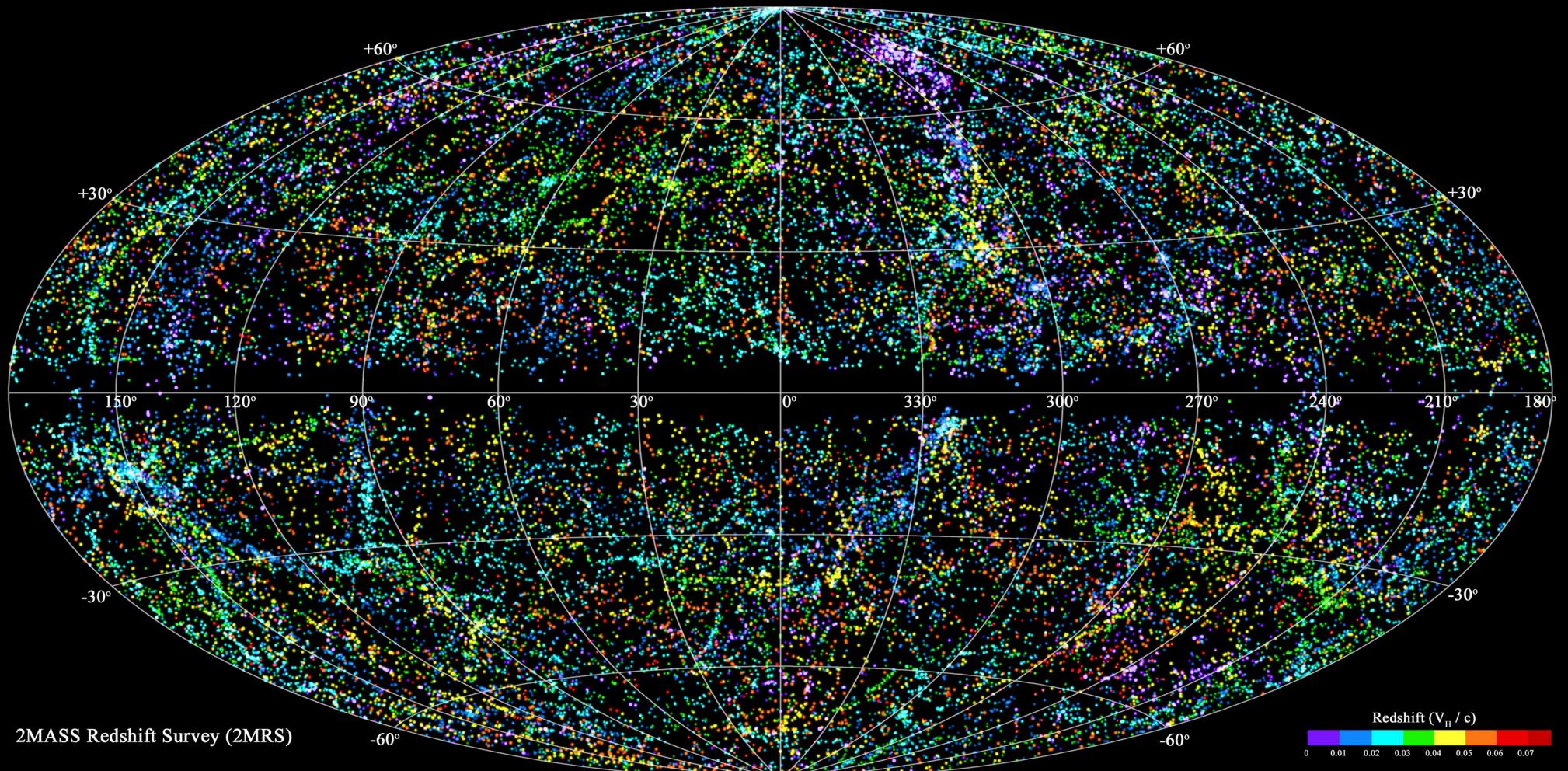
“El verdadero modelo de nuestro Universo”, Ptolomeo et al., Greek Journal of Astronomy and Astrophysics, Alexandria, (145ac)



El Universo, lleno de lugares comunes

Ultra Deep Star Field, Telescopio [redacted]

No somos nada

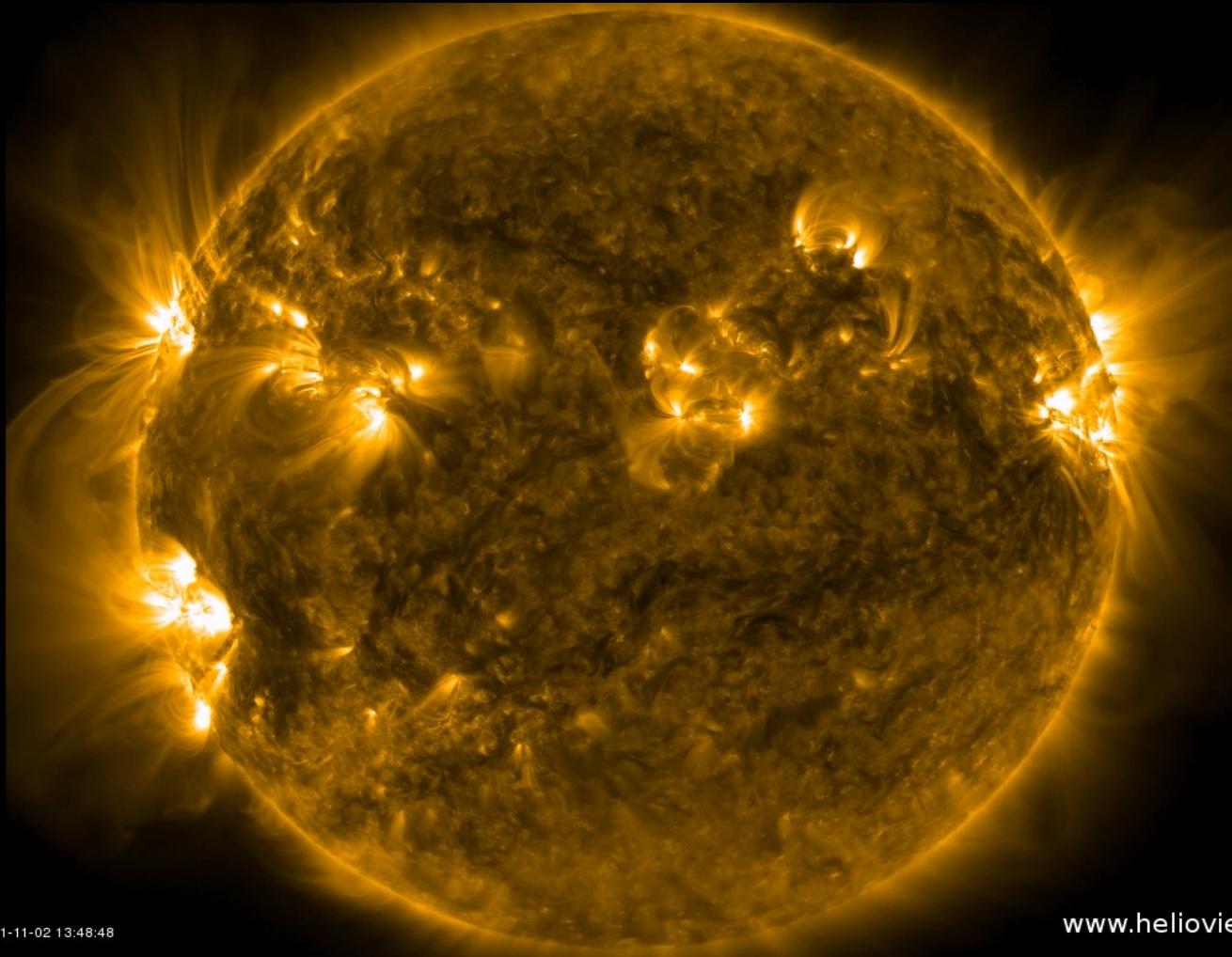


2MASS Surv

Nuestra galaxia, Vía Láctea, una más



El Sol, nuestra estrella



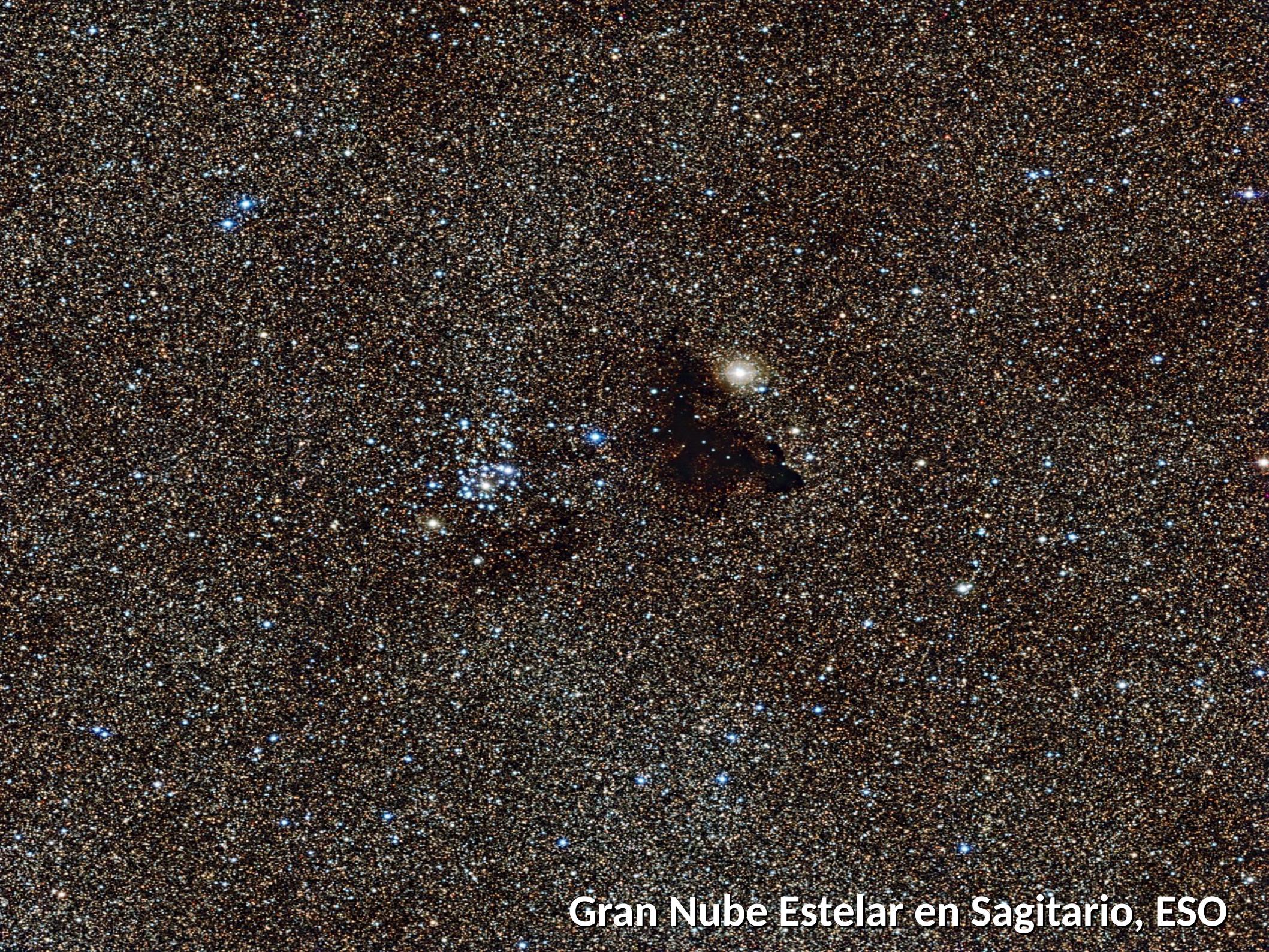
AIA 171

2011-11-02 13:48:48

www.helioviewer.org

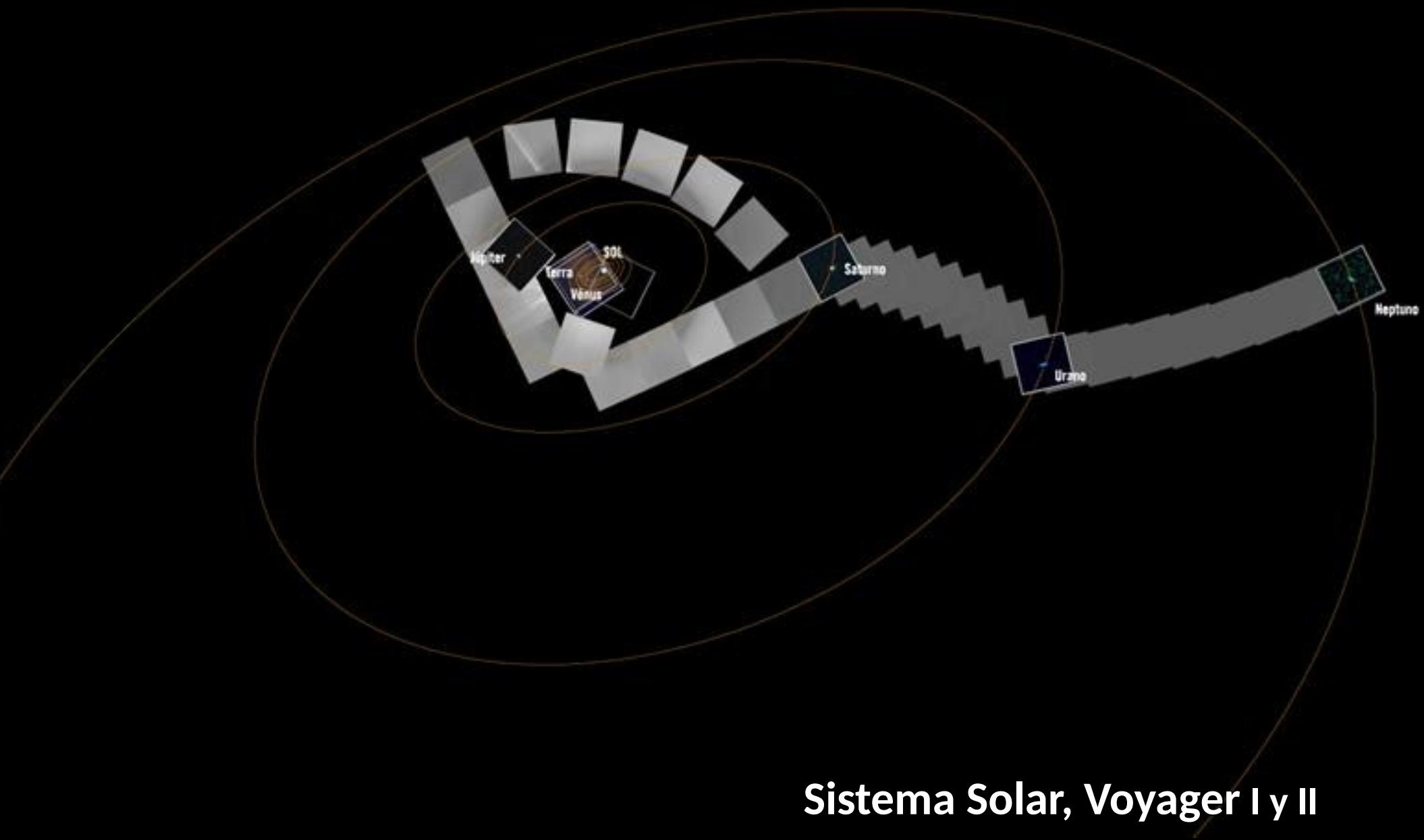


<http://helioviewer.org>



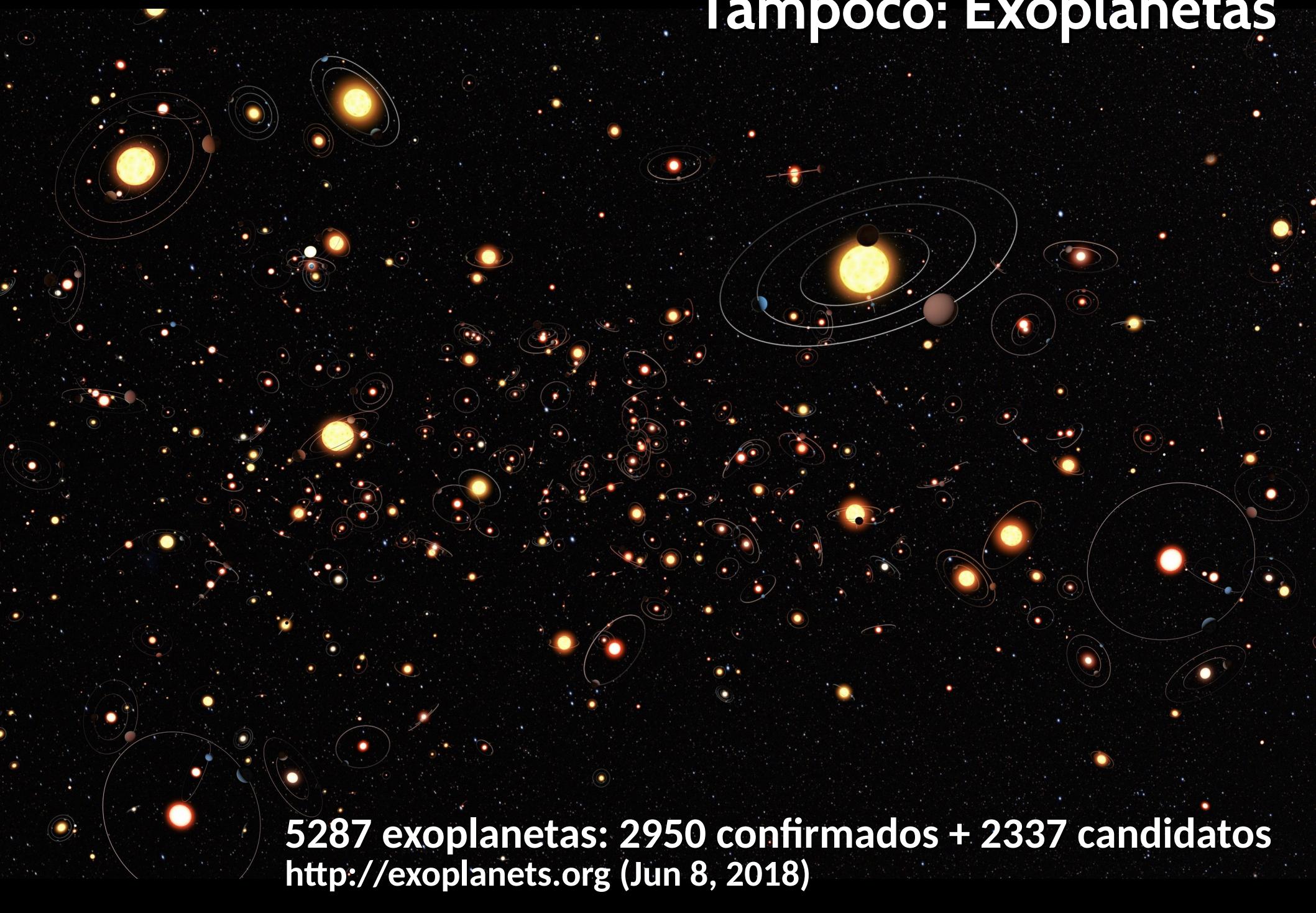
Gran Nube Estelar en Sagitario, ESO

Pero el Sistema Solar... ¿sí?



Sistema Solar, Voyager I y II

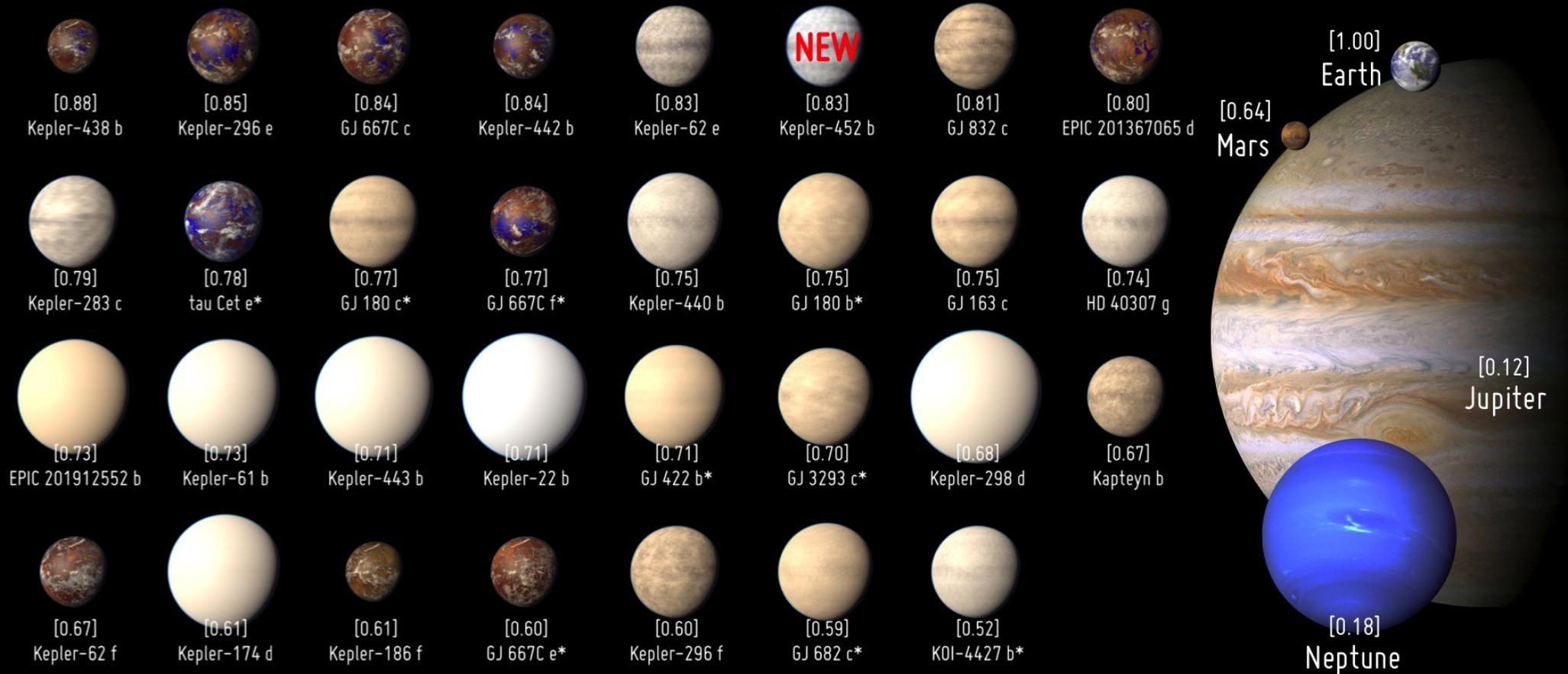
Tampoco: Exoplanetas



5287 exoplanetas: 2950 confirmados + 2337 candidatos
<http://exoplanets.org> (Jun 8, 2018)

Exoplanetas “habitables”

Sólo 53 exoplanetas son “potencialmente habitables”
(1 Sub-Tierra, 22 Simil-Tierras, 30 Super-Tierras)



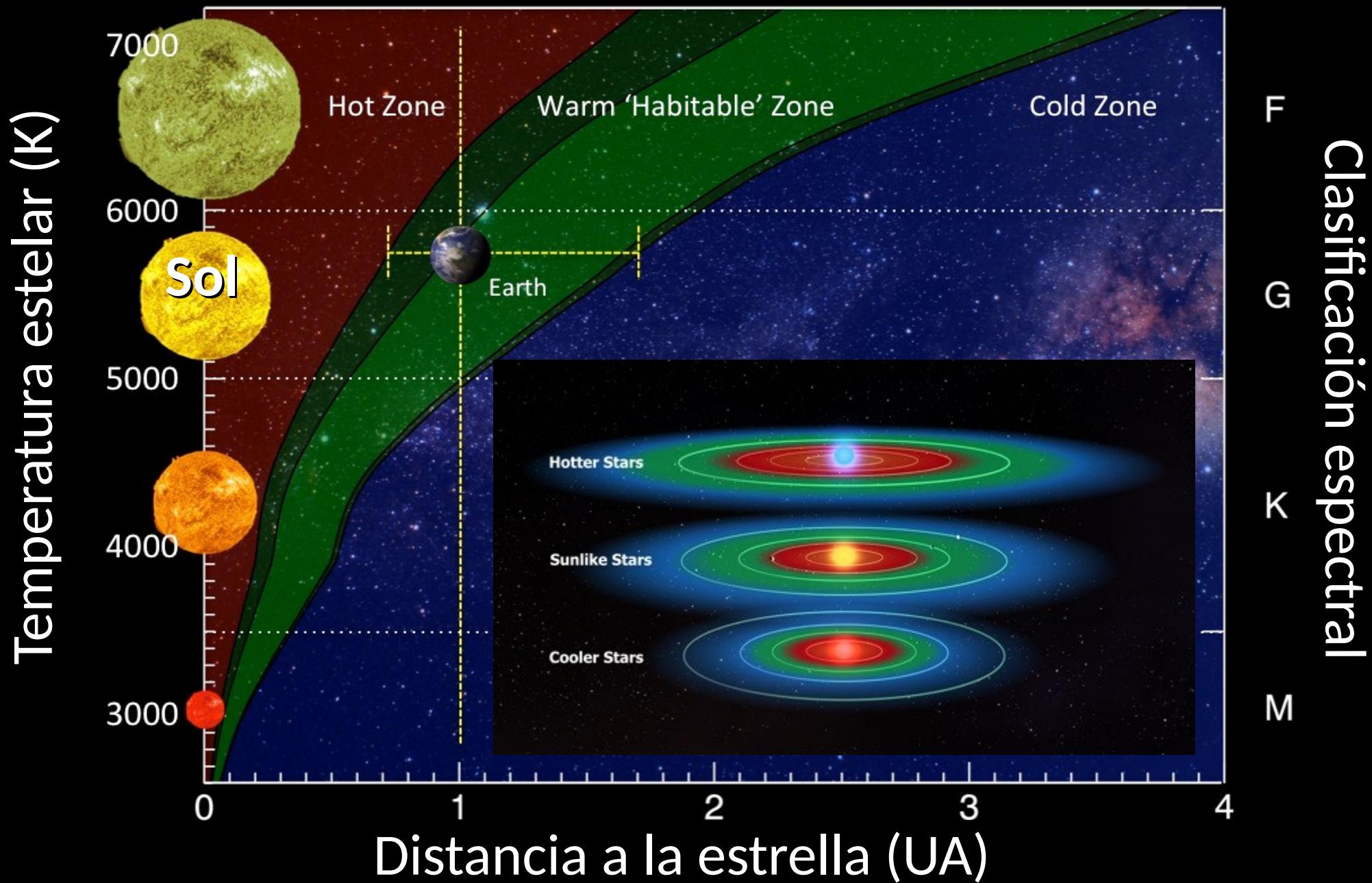
Artistic representations. Earth, Ma

Planetary Habitability Laboratory
Observatorio de Arecibo

<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>

IL @ UPR Arecibo (phl.upr.edu) July 23, 2015

Zona de habitabilidad



Un poco más cerca... Venus



LIBRARY.com/post/55776/

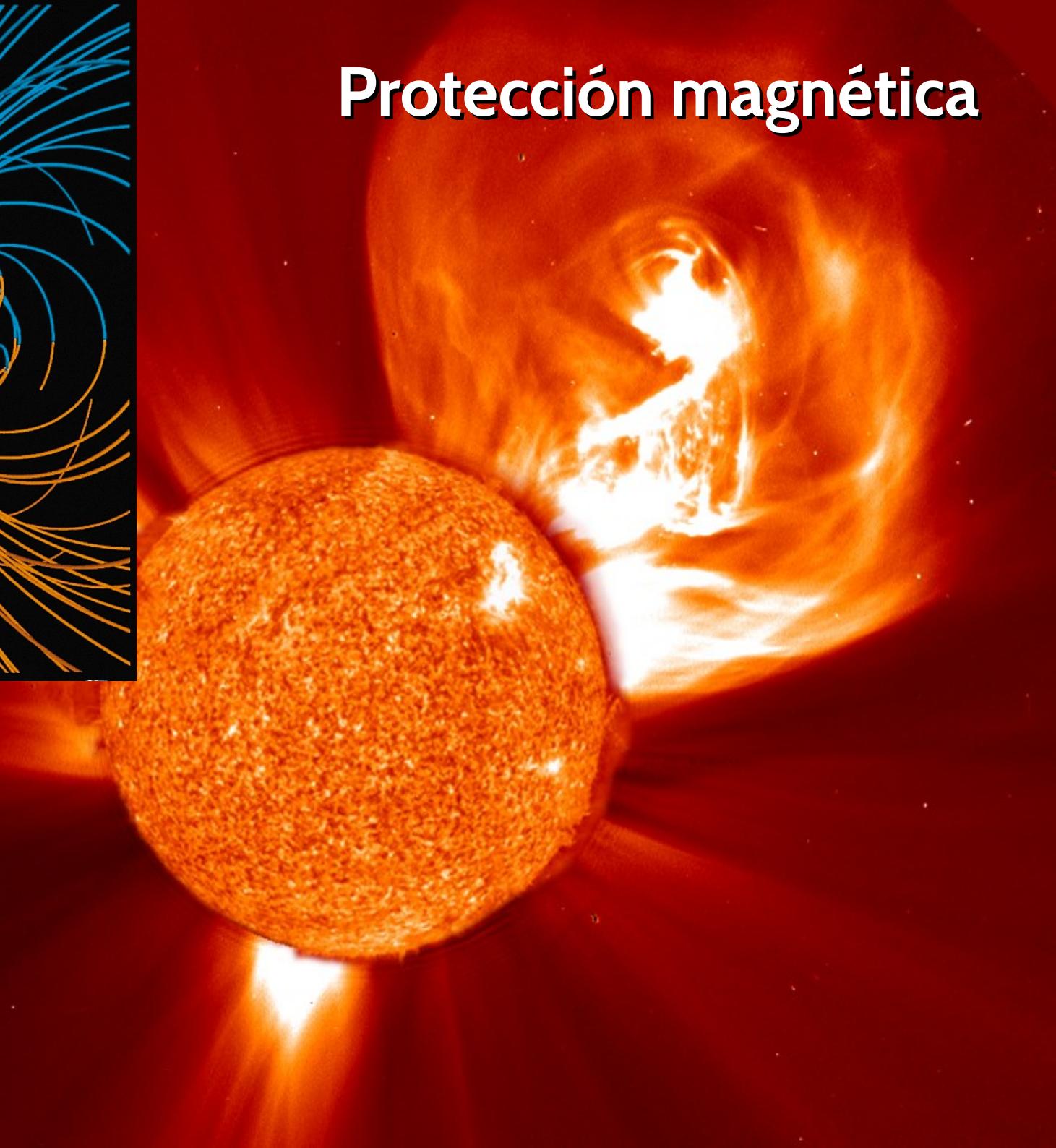
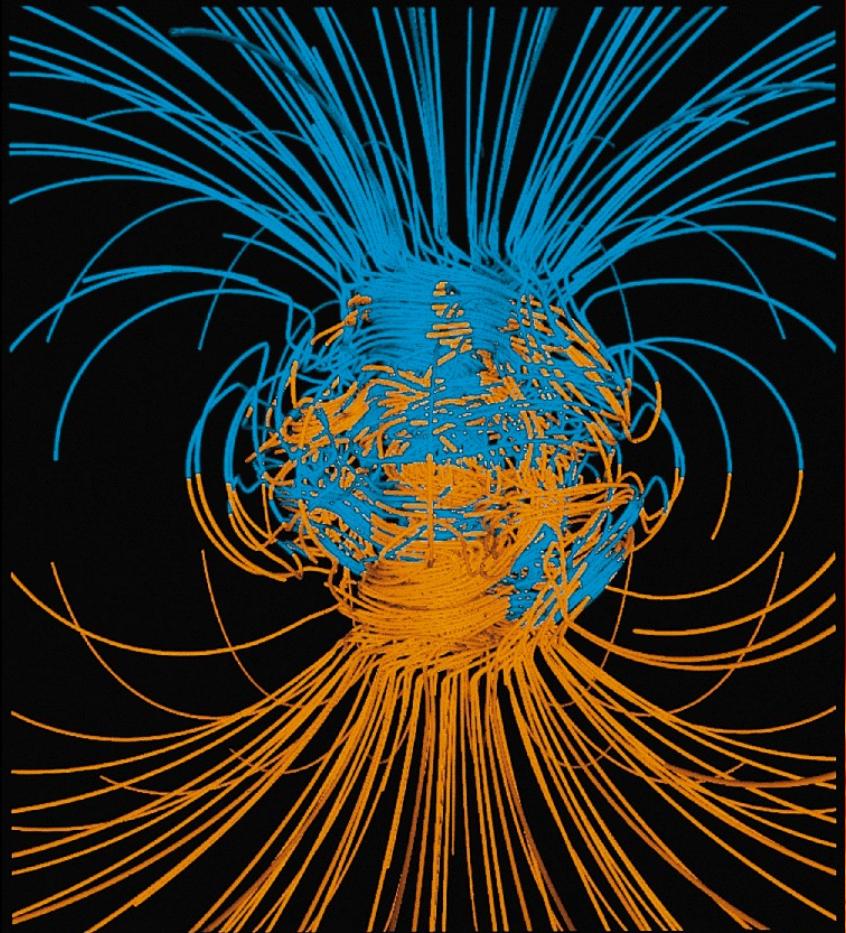
Fotos en color de la superficie de Venus, Venera 13 (URSS)

Un poco más lejos... Marte

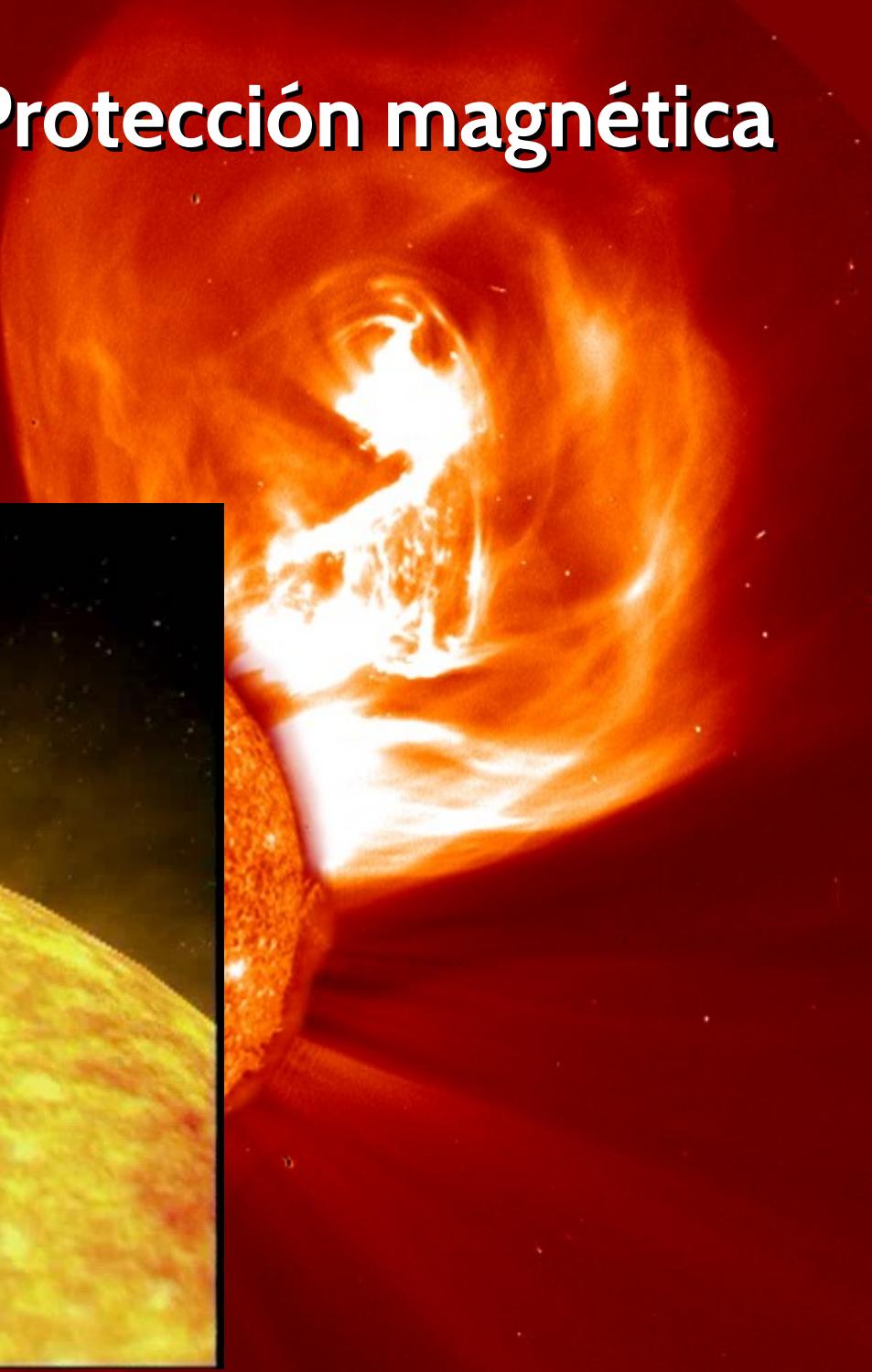
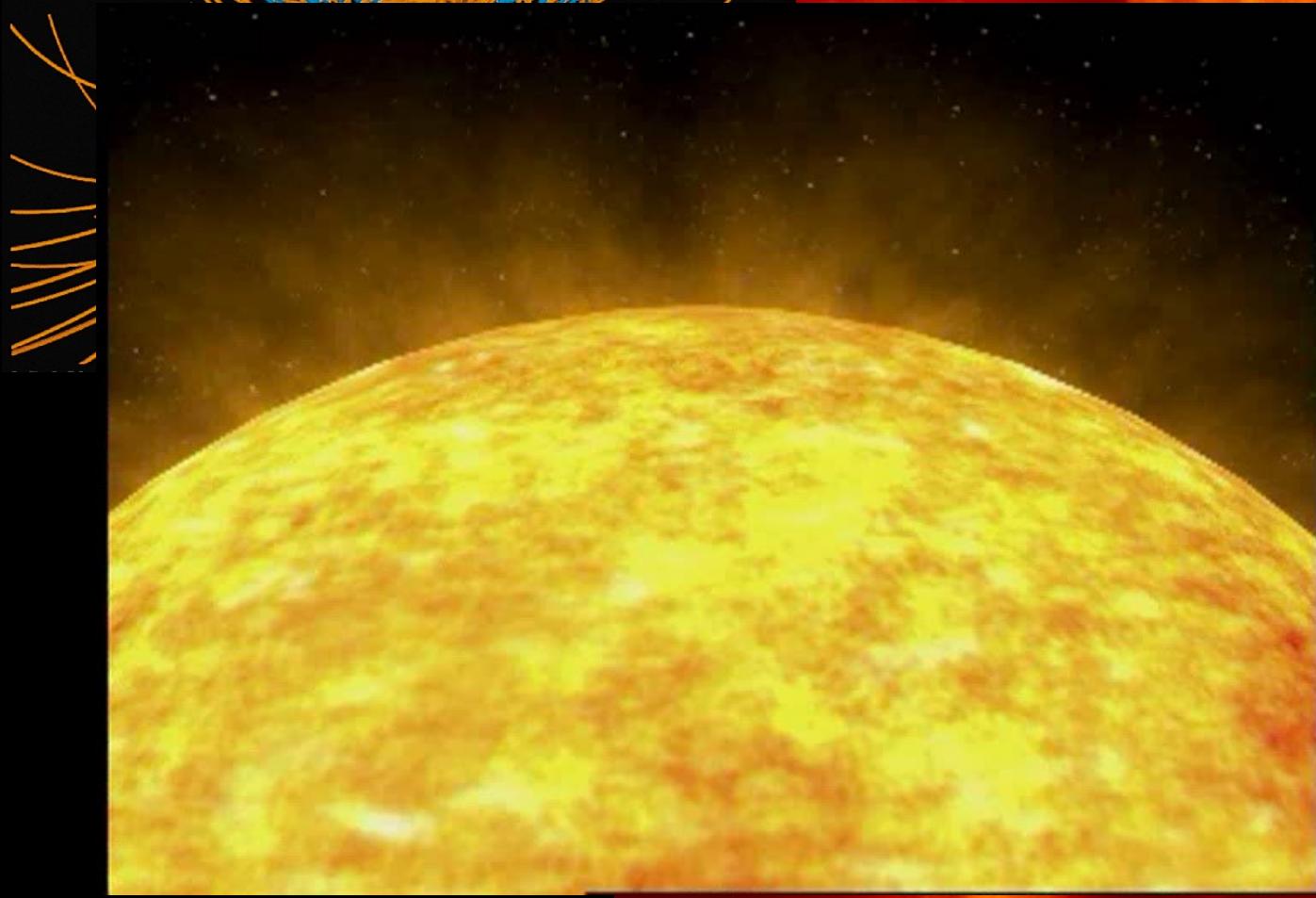
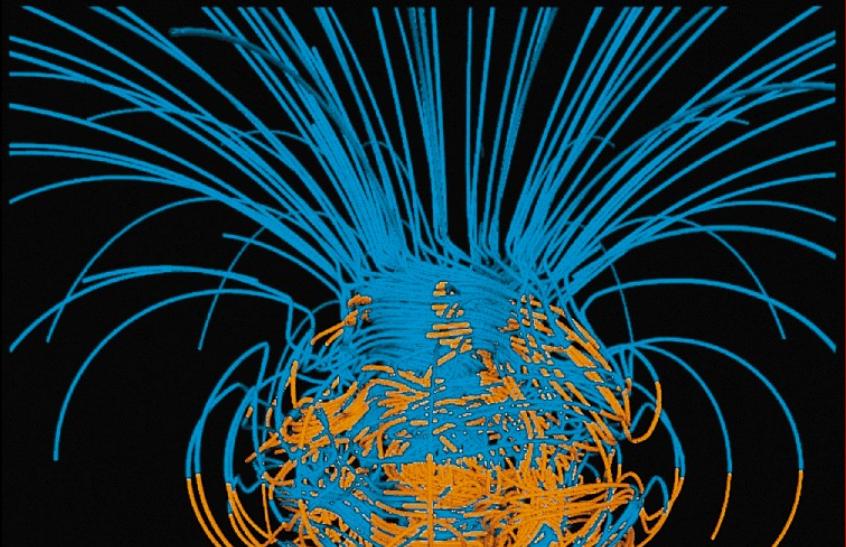


Fotos en color de la superficie de Marte, Curiosity (NASA)

Protección magnética



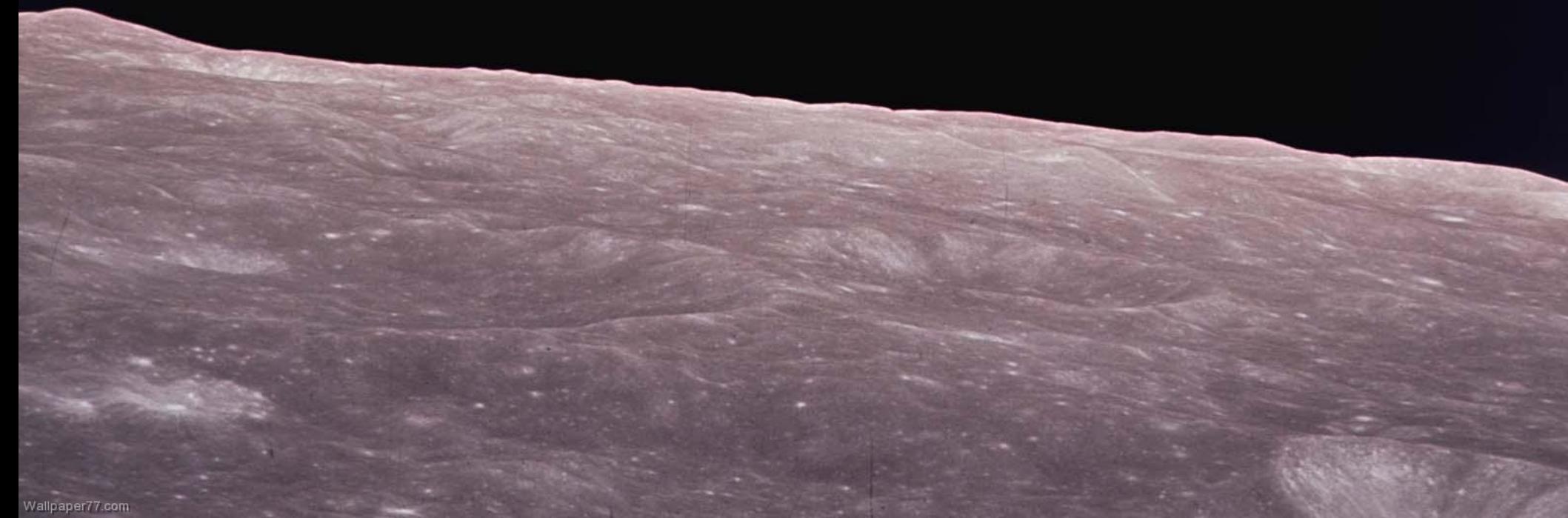
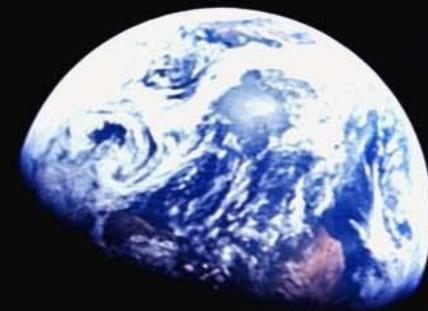
Protección magnética



Blindaje: 1 atmósfera=91 cm de plomo



Usted está aquí →



En el momento preciso y en el lugar indicado

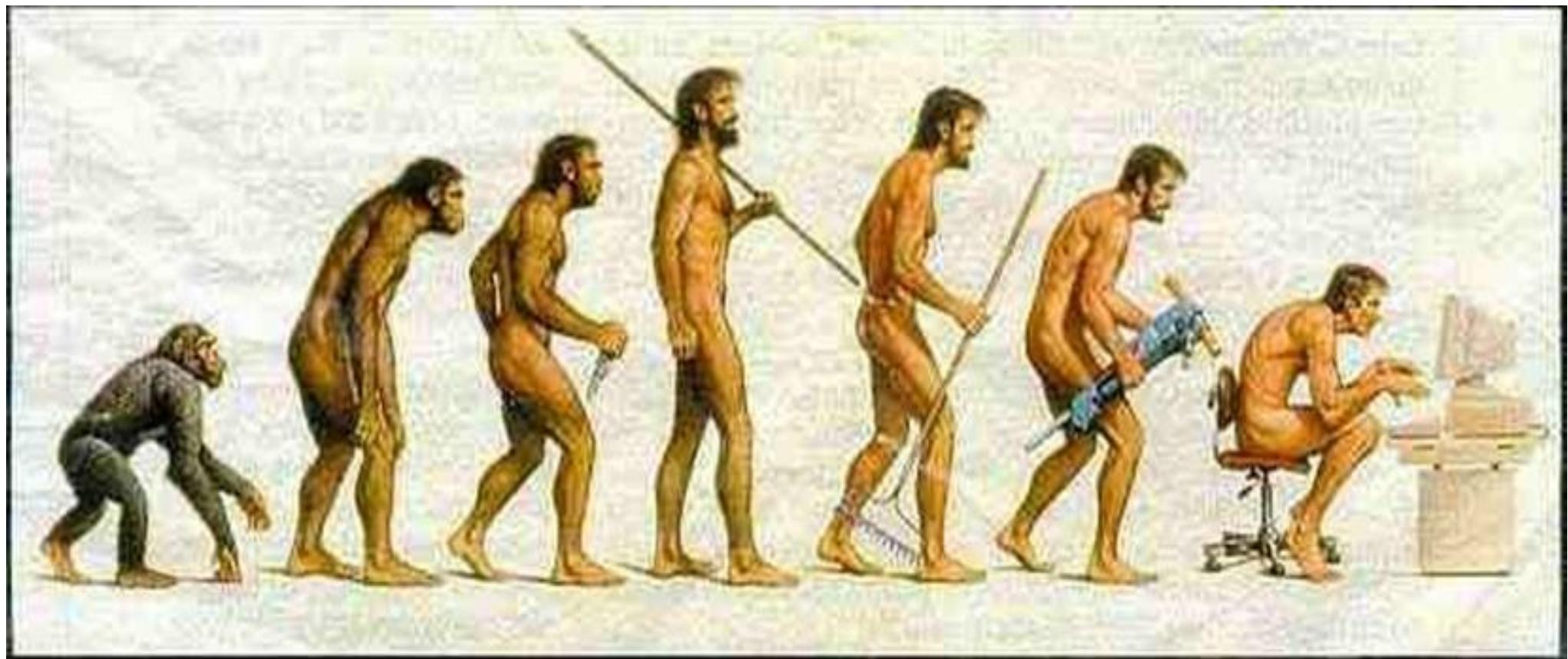


En el momento preciso y en el lugar indicado

A wide-angle photograph of a majestic mountain range at sunset. The mountains are bathed in warm orange and yellow light, with deep shadows in the valleys. A winding river or path cuts through the center of the valley. In the foreground, a lush green field is dotted with vibrant red and purple wildflowers. On the right side, a large, fallen tree trunk lies across the grass. The overall atmosphere is serene and natural.

Biósfera

Hace cien mil años, aparece un nuevo actor



Con una avidez infinita de energía

¡¡ENERGÍA INFINITA!!



Lamentablemente,
esto no funciona

Maldita Termodinámica, siempre arruinando todo...

Consumo de energía de subsistencia

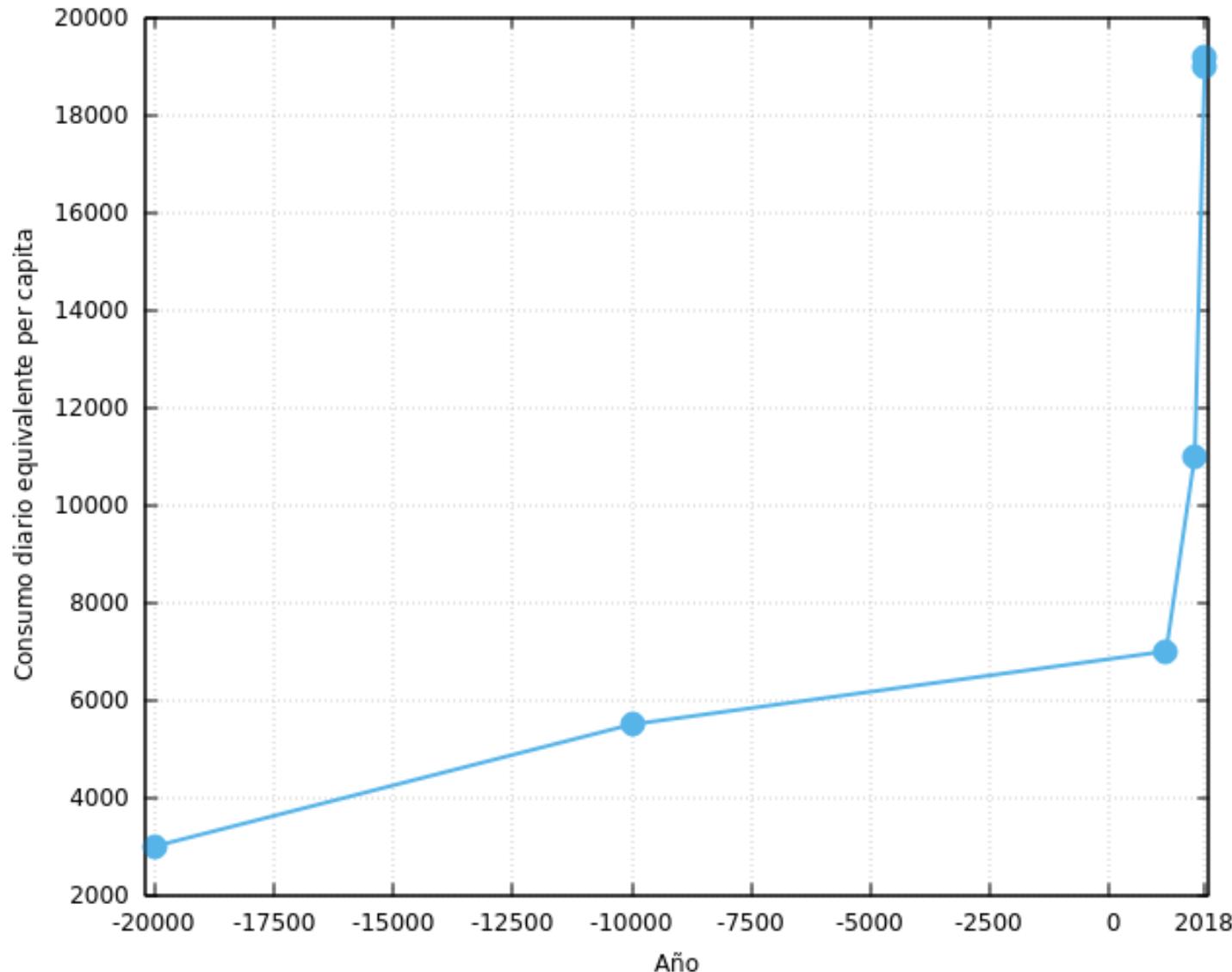
- Metabolismo basal = 2000 kcal diarias
 - 50% Metabolismo celular
 - 40% Síntesis molecular, especialmente proteínas
 - 10% Trabajo mecánico interno (respiración, etc)
- Usted necesita trabajar para procurarse esas 2000 kcal diarias, pongamos otras 1000 kcal
- Consumo total diario: 3000 kcal



Uso diario de energía per capita

- 20000 aC: 3000 kcal diarias por persona
 - Ingesta de subsistencia
- 10000 aC: 5500 kcal diarias por persona
 - Agricultura: animales
- 1200 dC: 7000 kcal diarias por persona
 - Máquinas sencillas
- 1800 dC: 11000 kcal diarias por persona
 - Revolución industrial: Máquinas térmicas
- 2018 dC: 19200 kcal diarias por persona
 - Sociedad industrial

Los datos valen más que mil palabras



¿Cuánta energía se necesita para mantener a la humanidad en funcionamiento?

¿Cuánta energía se necesita para mantener a la humanidad en funcionamiento?

Respuesta:

Basta de opiniones → DATOS

- Banco Mundial y ONU, Indicadores sobre el Desarrollo Humano, vía Google: <http://www.google.com/publicdata/directory>
- Enerdata, <http://yearbook.enerdata.net/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, <http://www.ipcc.ch/>
- Statistical Review of World Energy 2017, BP, <http://bit.ly/193S5Fs>

6×10^{16} kcal

(60.000.000.000.000.000 kcal)

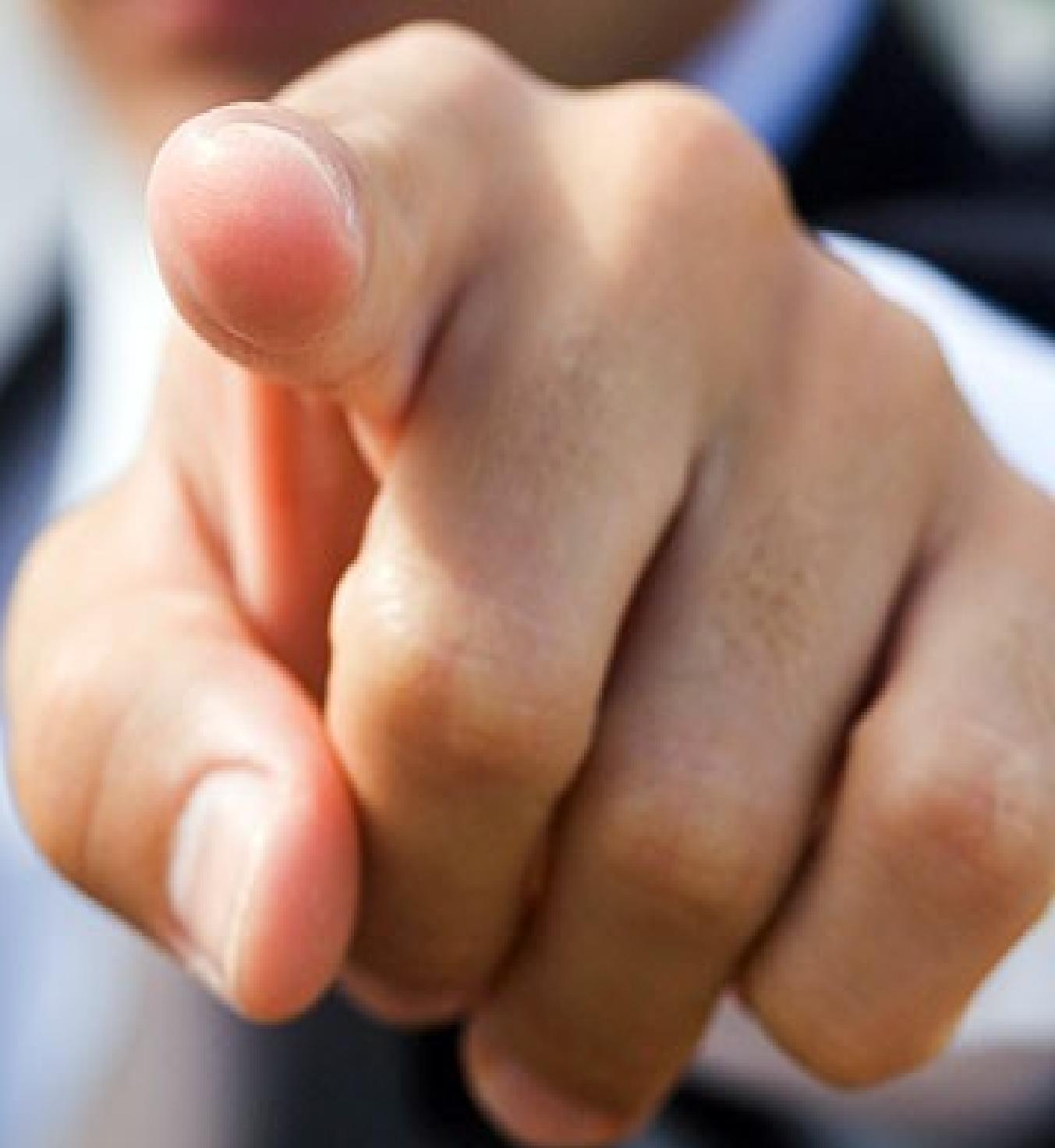
(Año 2017, +1.9% respecto a 2016)

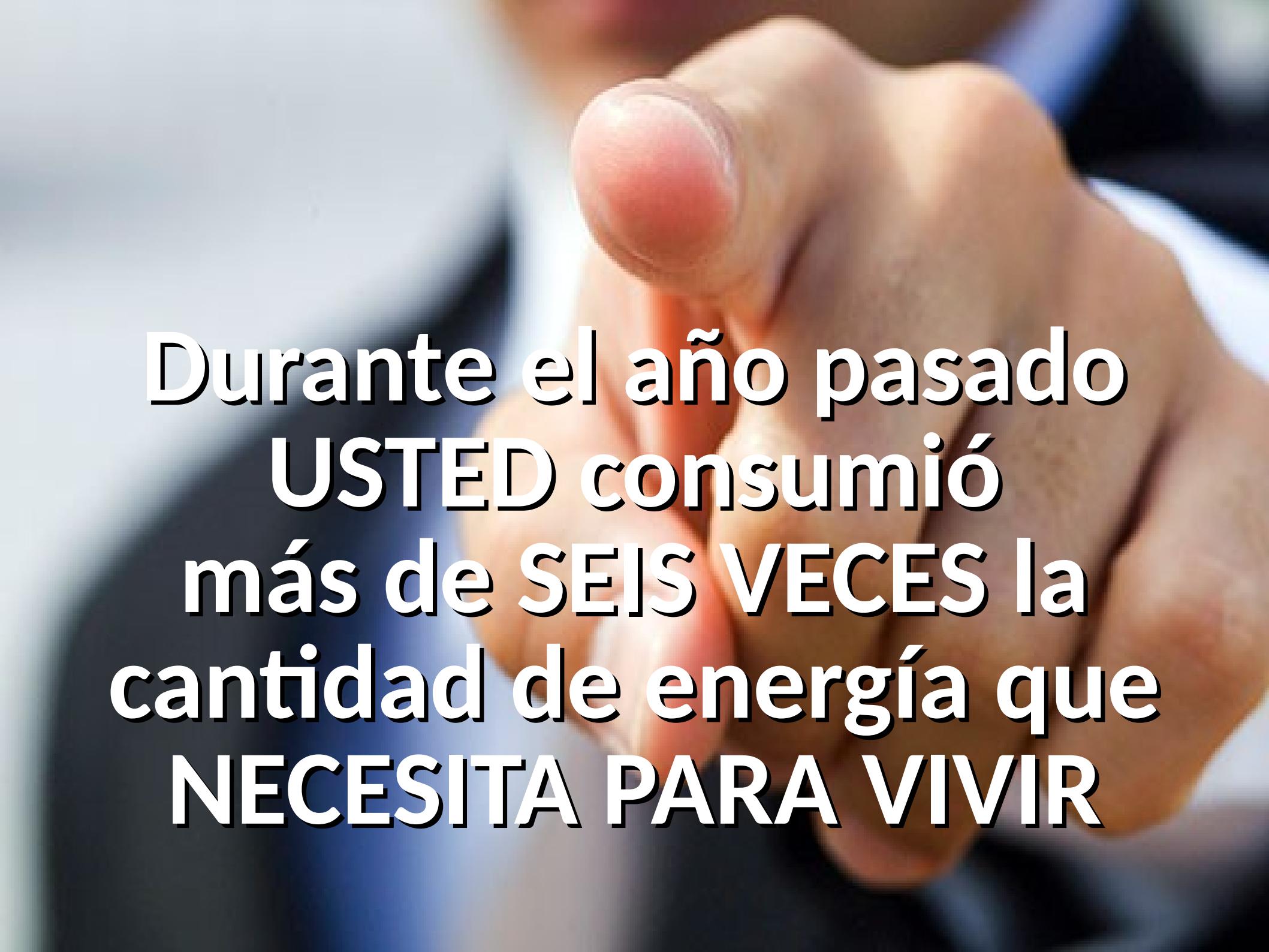
Se podría mantener a 45.000 millones de personas con esta energía

Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU

Hay $\sim 10^{17}$ granos de arena en las playas

Hay $\sim 10^{17}$ m³ de agua en el Pacífico





**Durante el año pasado
USTED consumió
más de SEIS VECES la
cantidad de energía que
NECESITA PARA VIVIR**

**Yo te aseguro que yo no fui...
yo te lo juro que yo no fui...**





¿Yo no fui?

Jupiter



A photograph of Earth from space, showing the curvature of the planet against a dark background. City lights are visible as yellow and white dots, primarily concentrated in the Northern Hemisphere. In the upper left, the green and purple hues of the Aurora Borealis (Northern Lights) are visible in the atmosphere.

¿Yo no fui?

Consumo de energía y desarrollo

Corea
del Norte

Corea
del Sur

Japón

Consumo de energía y desarrollo

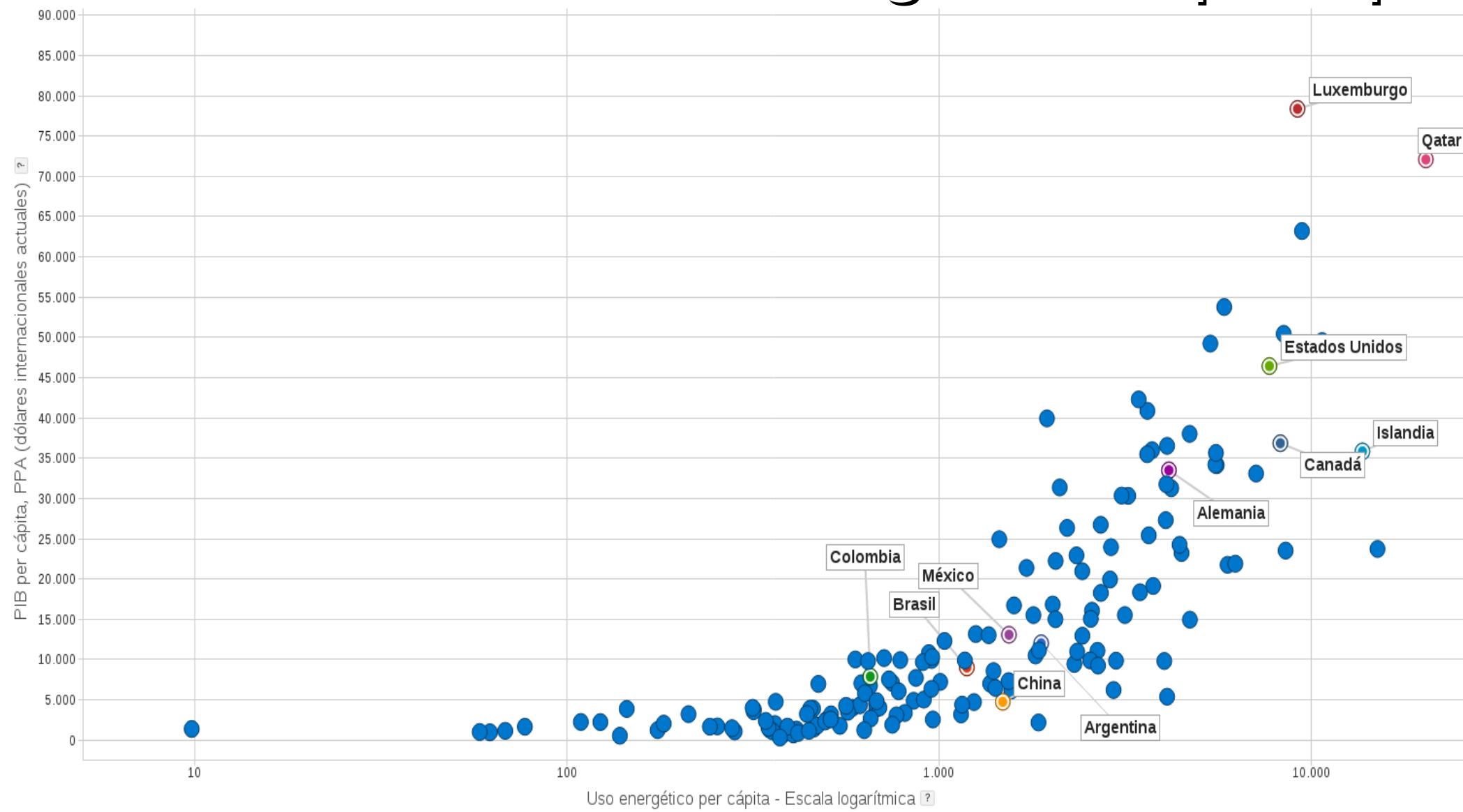
A satellite map of East Asia at night, showing the distribution of city lights. The map includes the Korean Peninsula and the Japanese archipelago. The lights are concentrated along coastlines and major river systems, with a higher density in South Korea and Japan compared to North Korea.

Corea
del Norte

Corea
del Sur

Japón

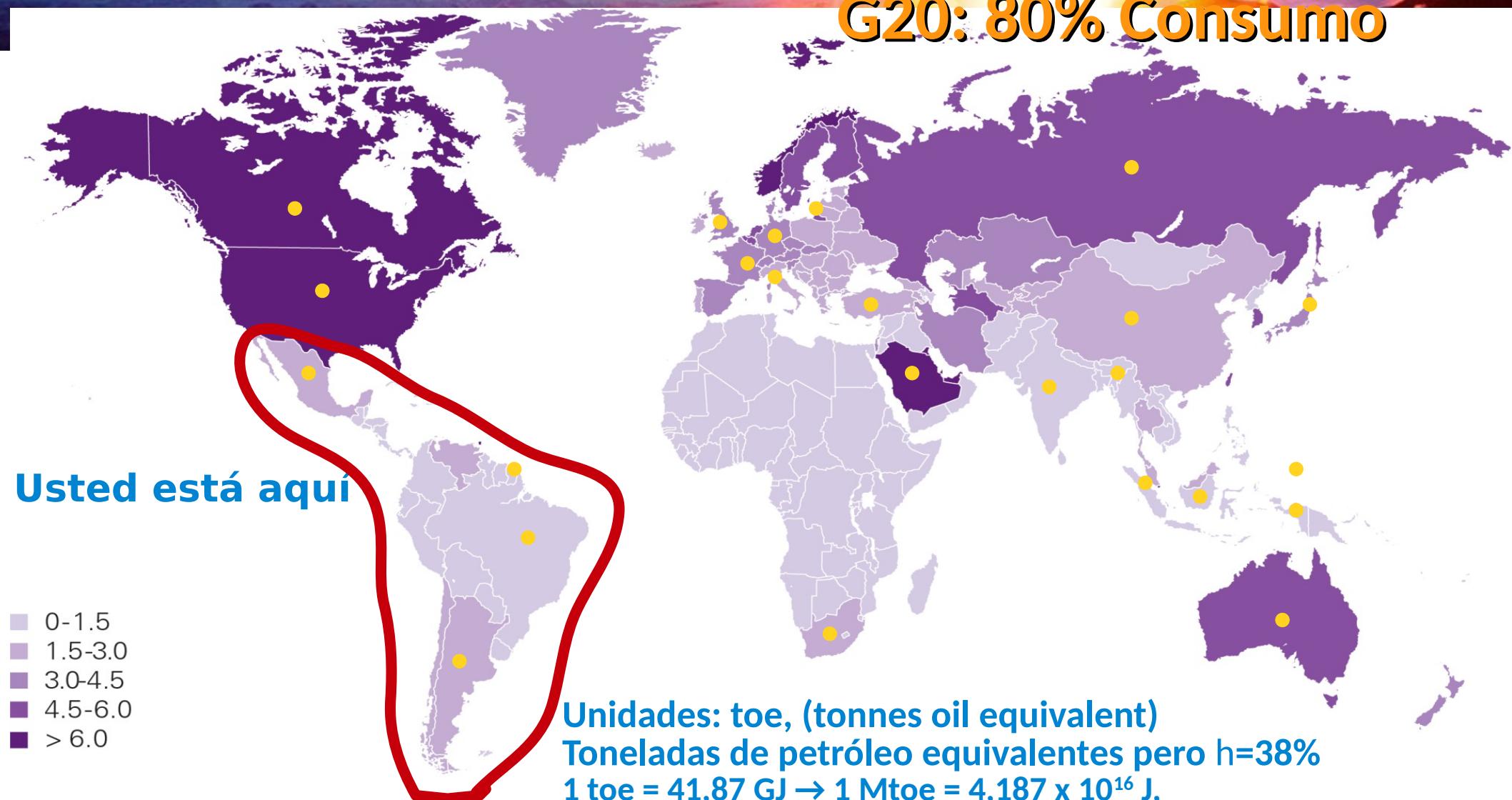
(Consumo de Energía vs PIB) per capita



Fuente: Banco Mundial, vía Google,
<http://goo.gl/qwsKka>

Distribución del consumo per capita (2012)

G20: 80% Consumo



Fuente: Statistical Review of World Energy 2013, BP

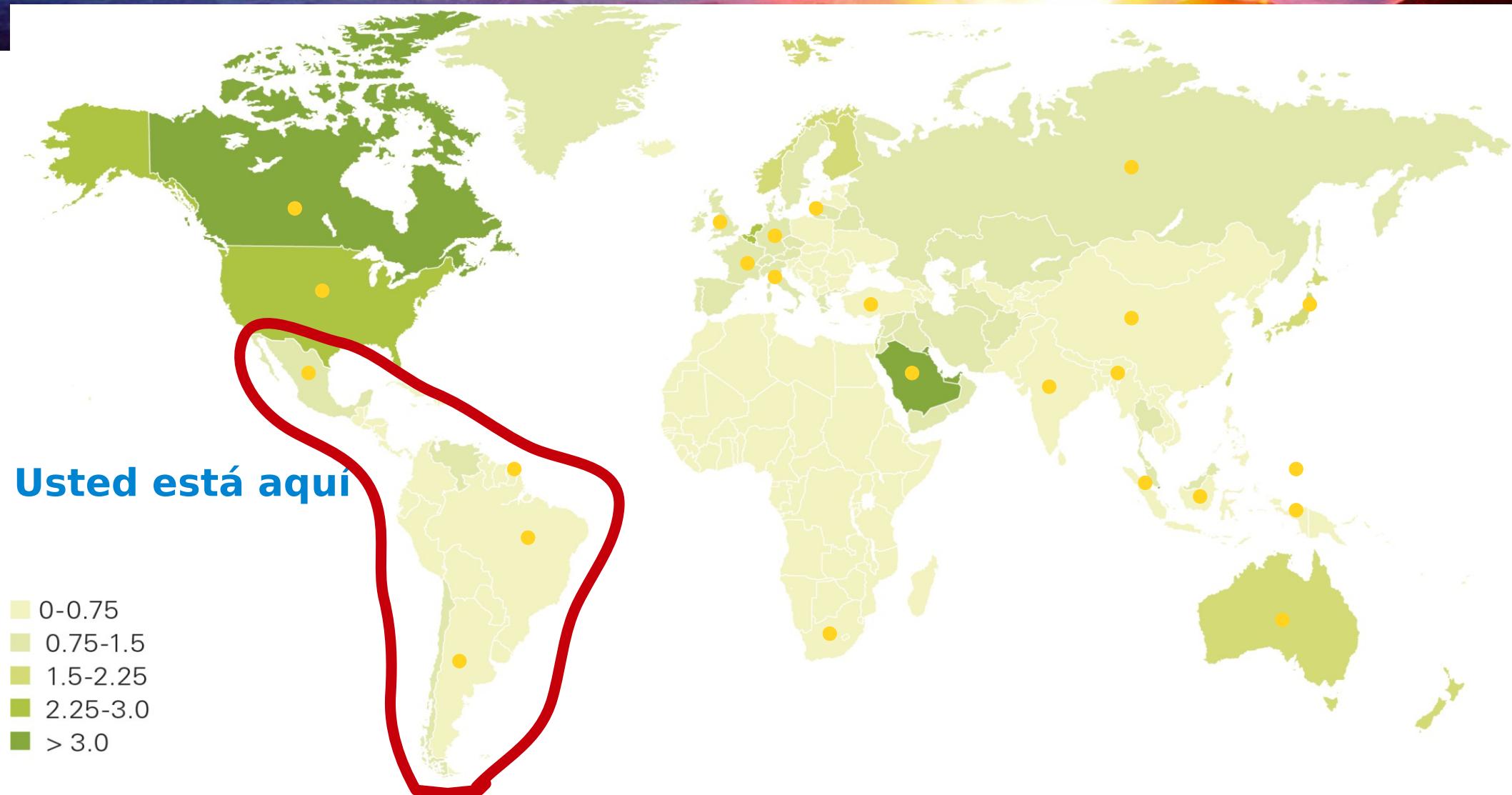
<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013.html>

Jun 04, 2019

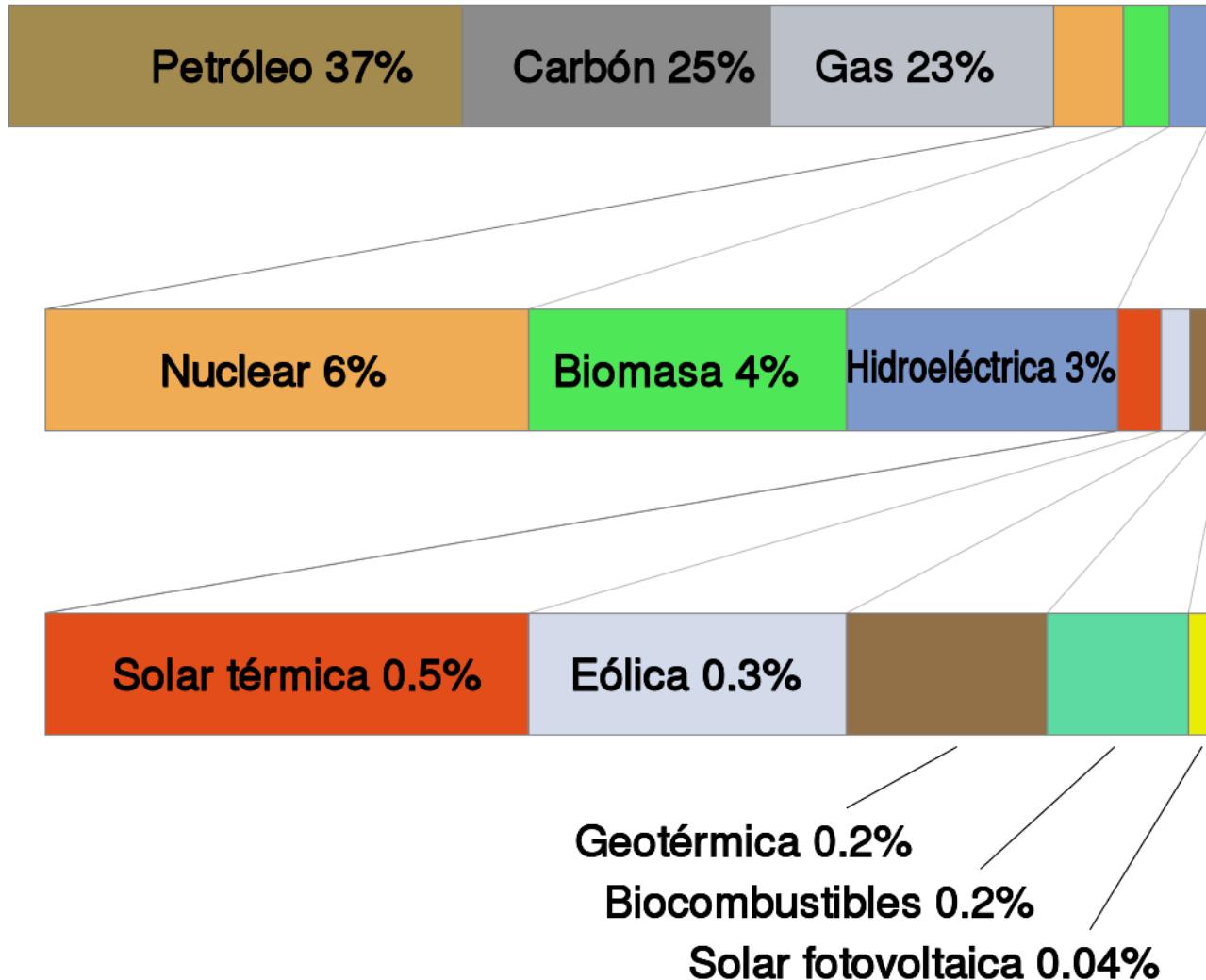
H. Asorey - F3B 2019

48/55

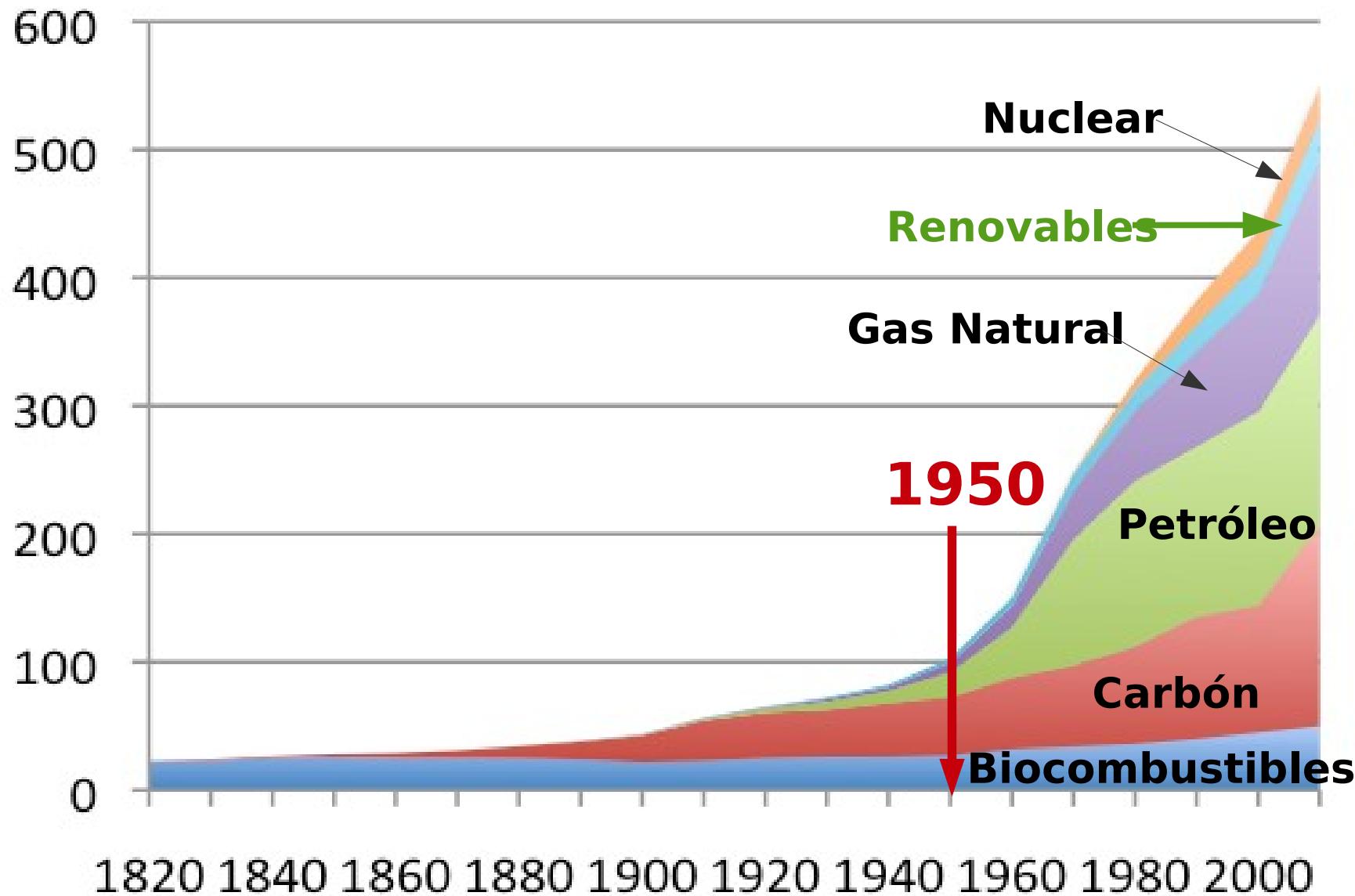
Consumo de Petróleo per capita (ton)



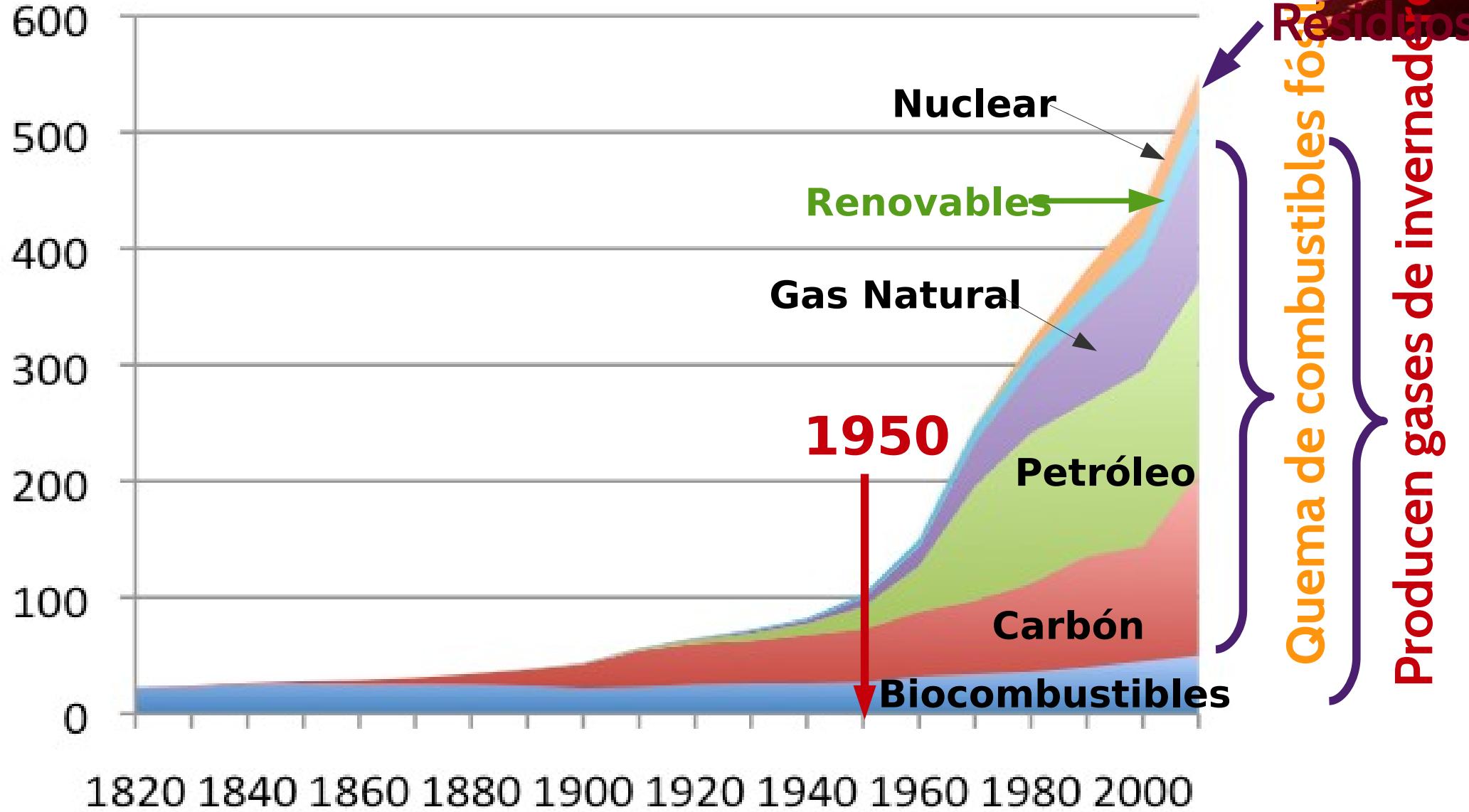
Energía por tipo



Demanda anual de energía (x 10^{18} J)



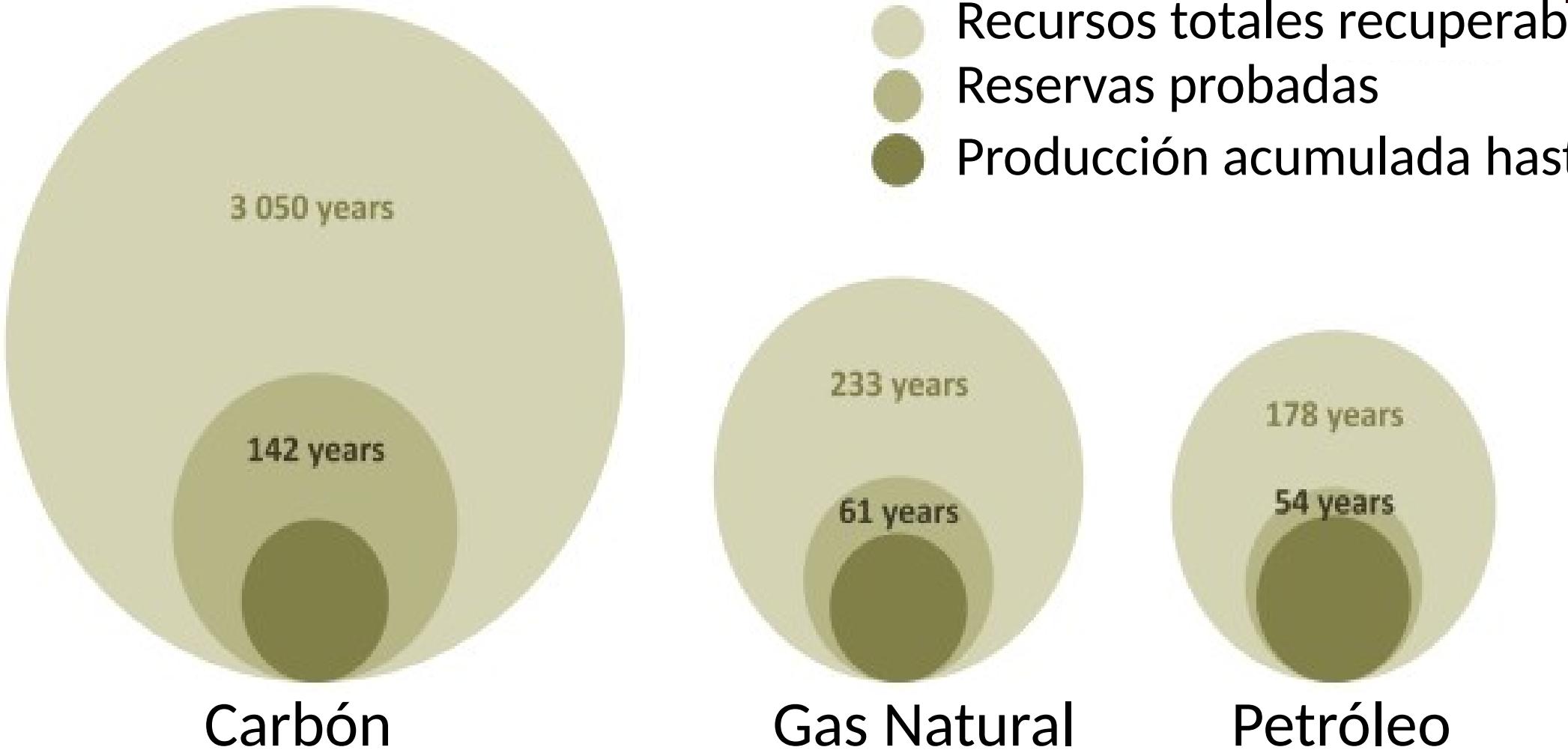
Demanda anual de energía ($\times 10^{18}$ J)





Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo

Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo



Fuente: OPEC, vía <http://goo.gl/q3Oz3Y>

Según pasan los años...

