

Energía Solar Térmica

Docente: Italo Bove

Horarios: Martes y Jueves

Teórico de 18:30 a 20:00

Práctico de 20:00 a 20:30

Las clases quedarán grabadas y colgadas de la página web

Método de Evaluación

Entrega de ejercicios resueltos + oral + 1 proyecto final

La entrega de ejercicios tendrá 30 puntos, el oral 20 puntos, y el proyecto final 50 puntos.

Se aprueba el curso con al menos 50 pts totales y con más de 15 pts, 10 pts de oral, en la entrega de ejercicios y más de 25 pts en el proyecto.

El oral es a los efectos de comprobar que los estudiantes hayan prestado atención a todas las clases dictadas.

Temario

- **Resumen de radiación solar.**
- **Fundamentos de Transferencia de calor. Conducción térmica. Radiación.** Superficies grises. Convección natural y forzada. Transmisión de radiación a través de placas de vidrio. Producto $\tau \cdot \alpha$
- **Colectores planos.** Balance térmico. Distribución de temperaturas. Eficiencia para colectores planos. Colectores tubulares. Heat pipes. Tipos disponibles. Análisis de eficiencia. Normativa de ensayos. Caso ejemplo de ensayo de eficiencia.
- **Método F-Chart** para dimensionado de instalaciones térmicas. Software de simulación. Ejemplo de instalación doméstica simple.
- **Colectores concentradores (CC).** CC Parabólico lineal. CC parabólico individual. Performance comparativa. Arrays CC de torre central.
- **Acondicionamiento térmico de edificios** con energía solar (activo/pasivo). Colectores de aire, muros acumuladores.
- **Almacenamiento de energía térmica.** Tanques de agua. Estratificación. Sistemas con cambio de fase. Almacenamiento estacional.

Cronograma

Sem.	Clases	Fecha	Tema teórico	Tema práctico
1	1 IB 2 AL	15/09/20 17/09/20	Clase introductoria. Repaso Radiación Solar. Movimiento aparente del sol. Efecto de la atmósfera. Espectro solar. Diagrama solar. Efectos de sombreado.	
2	3 AL 4 IB	22/09/20 24/09/20	Repaso Radiación Solar. Radiación directa y difusa. Transporte a plano inclinado. Fuentes de información sobre recurso solar. Fundamentos de Transferencia de calor. Conducción térmica. Radiación. Superficies grises. Convección natural y forzada.	Radiación solar
3	5 IB 6 IB	29/09/20 01/10/20	Transmisión de radiación a través de placas de vidrio. Producto tau*alfa. Colectores planos. Descripción general. Modelos para pérdidas térmicas.	producto tau*alfa
4	7 IB 8 IB	06/10/20 08/10/20	Colectores planos. Balance térmico. Distribución de temperaturas. Colectores tubulares. Heat pipes. Tipos disponibles.	Colectores planos
5	9 IB 10 IB	13/10/20 15/10/20	Eficiencia térmica de colectores. Ensayos bajo norma en Uruguay. Instalaciones térmicas domiciliarias e industriales.	Instalaciones
6	11 IB 12 IB	20/10/20 22/10/20	Modelado de sistemas solares. Método F-Chart. Ejemplos de cálculo en instalaciones específicas.	F-chart
7	13 IB 14 IB	27/10/20 29/10/20	Colectores concentradores (CC). CC Parabólico lineal. CC parabólico individual Colectores concentradores (CC). Rendimiento comparativo. Instalaciones CC de torre central.	Colectores concentradores
8	15 PG 16 IB	03/11/20 05/11/20	Almacenamiento de energía térmica. Tanques de agua. Estratificación. Sistemas con cambio de fase. Almacenamiento estacional. Calefacción solar pasiva. Aplicaciones solares en arquitectura.	Almacenamiento
9	17 IB 18 IB	10/11/20 12/11/20	Calefacción solar activa. Aplicaciones solares en arquitectura Entrega final de ejercicios	

Bibliografía

Básica:

1. Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie and William A. Beckman, de. John Wiley and Sons, ISBN-13 978-0-471-69867-8, 3ra edición 2006 .
2. Principles of Solar Engineering, Y. Goswami, F. Kreith, J. Kreider, Second Edition, Taylor & Francis, 2000, ISBN: 978-1-56032-714-1.

Consulta:

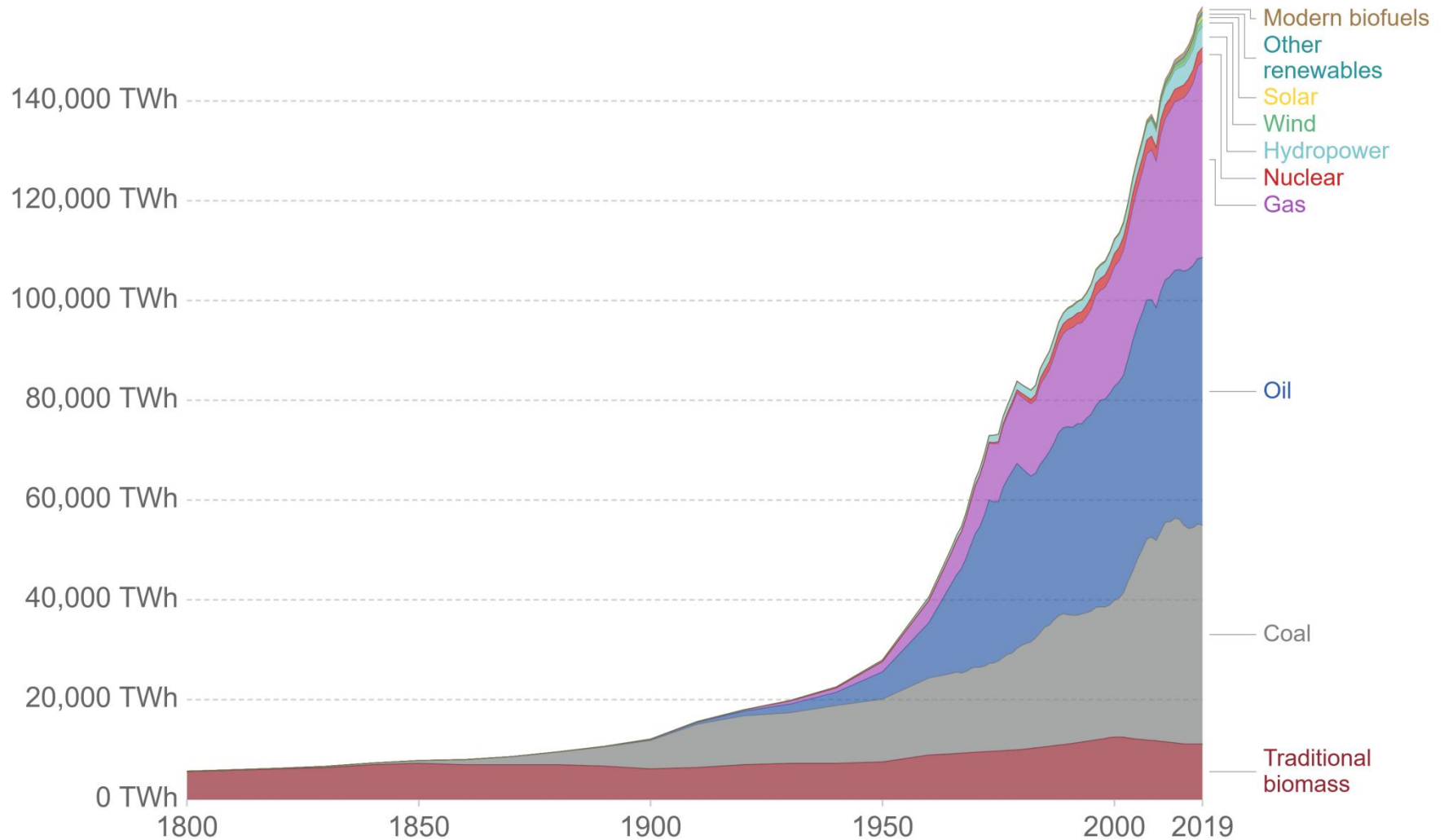
1. Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage, S.P. Sukhatme, J.K. Nayak, Third Ed. Tata Mc Graw Hill Publishing Co. New Delhi, 2008, ISBN: 978-0-07-014296-1.
2. Solar Energy Engineering: Processes and Systems, S.A. Kalogirou, Elsevier, 2009, ISBN: 978-0-12-374501-9.
3. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, G.P. Incropera and D.P. De Witt, Third Ed., John Wiley and Sons, 1990.

Necesidad de la Energía Solar

- Aumento de la población mundial
- Mejora de la calidad de vida: mayor consumo individual de energía
- Problemas: 1. Fuentes de energía finitas
- Problemas: 2. Calentamiento Global

Global direct primary energy consumption

Direct primary energy consumption does not take account of inefficiencies in fossil fuel production.

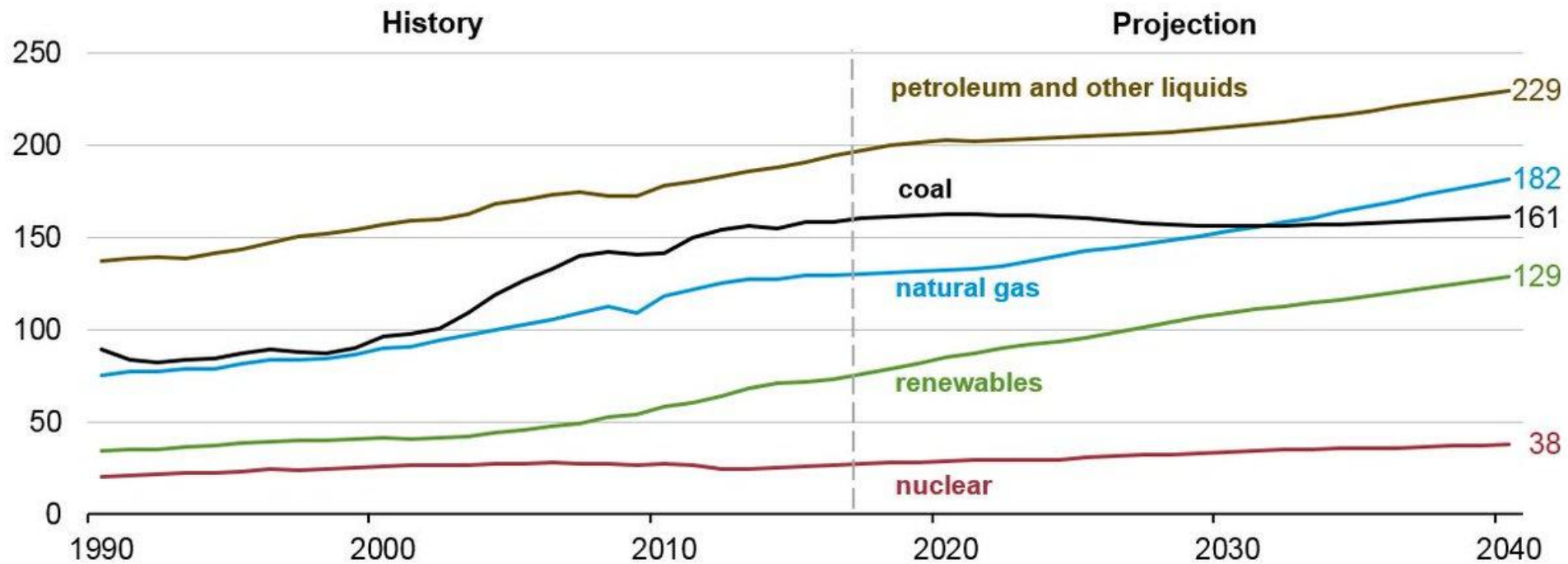


Source: Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Proyecciones del consumo mundial de energía

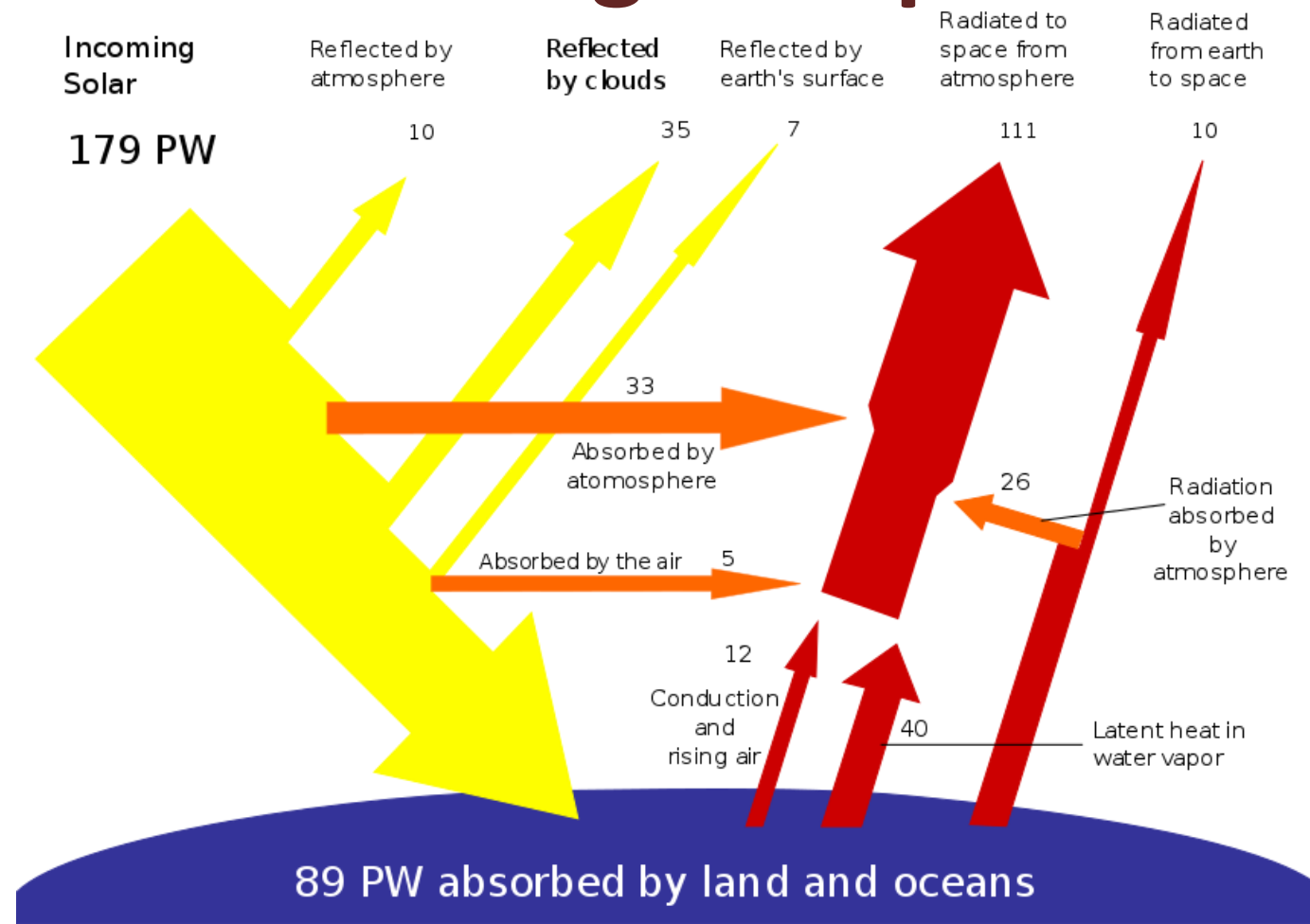
IEO2018 Reference case
world energy consumption by energy source
quadrillion Btu



Source: EIA, International Energy Outlook 2018

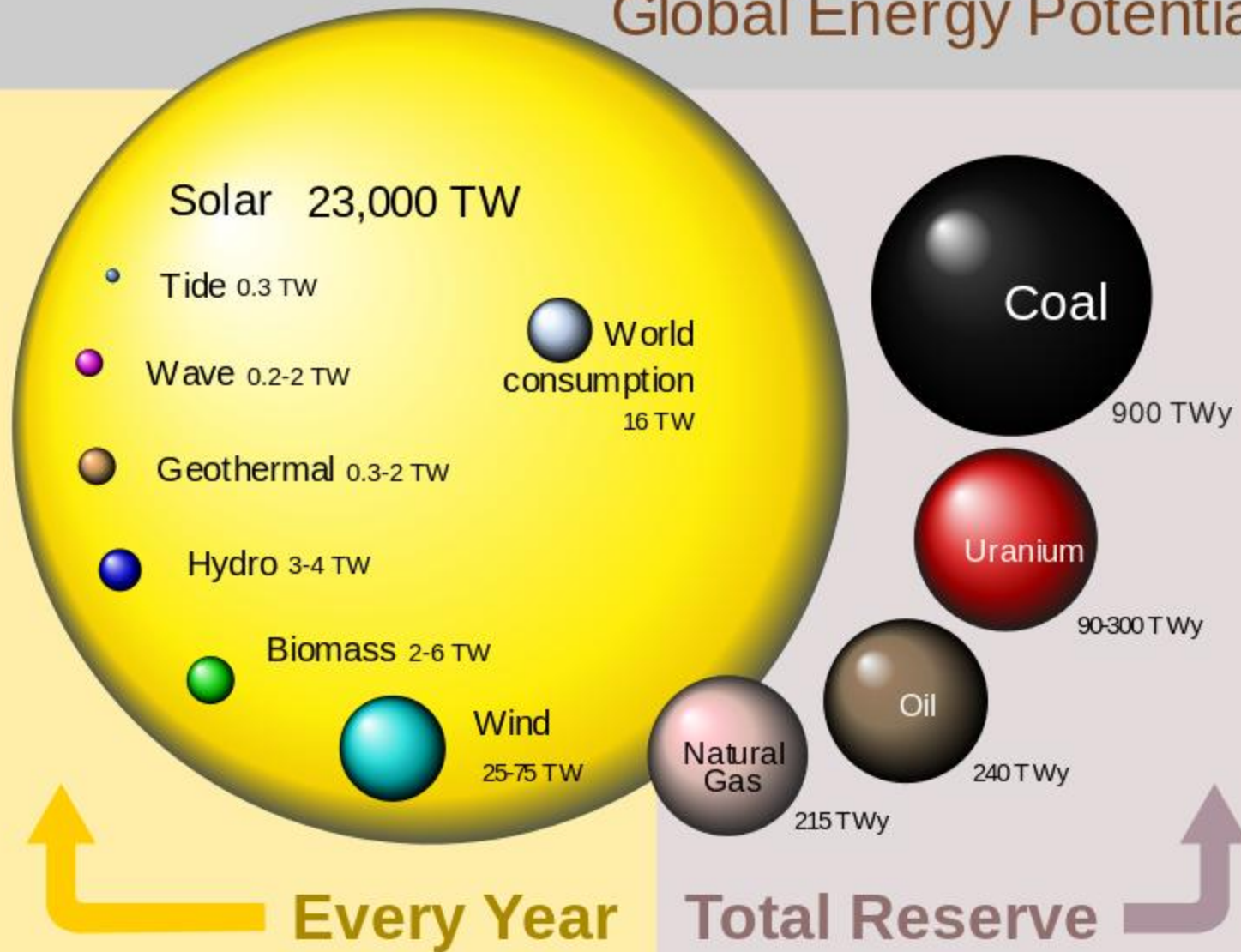
Quadrillon BTU = 293 TWh

Balance energético planetario



PW = PetaWatt = $1e15$ W

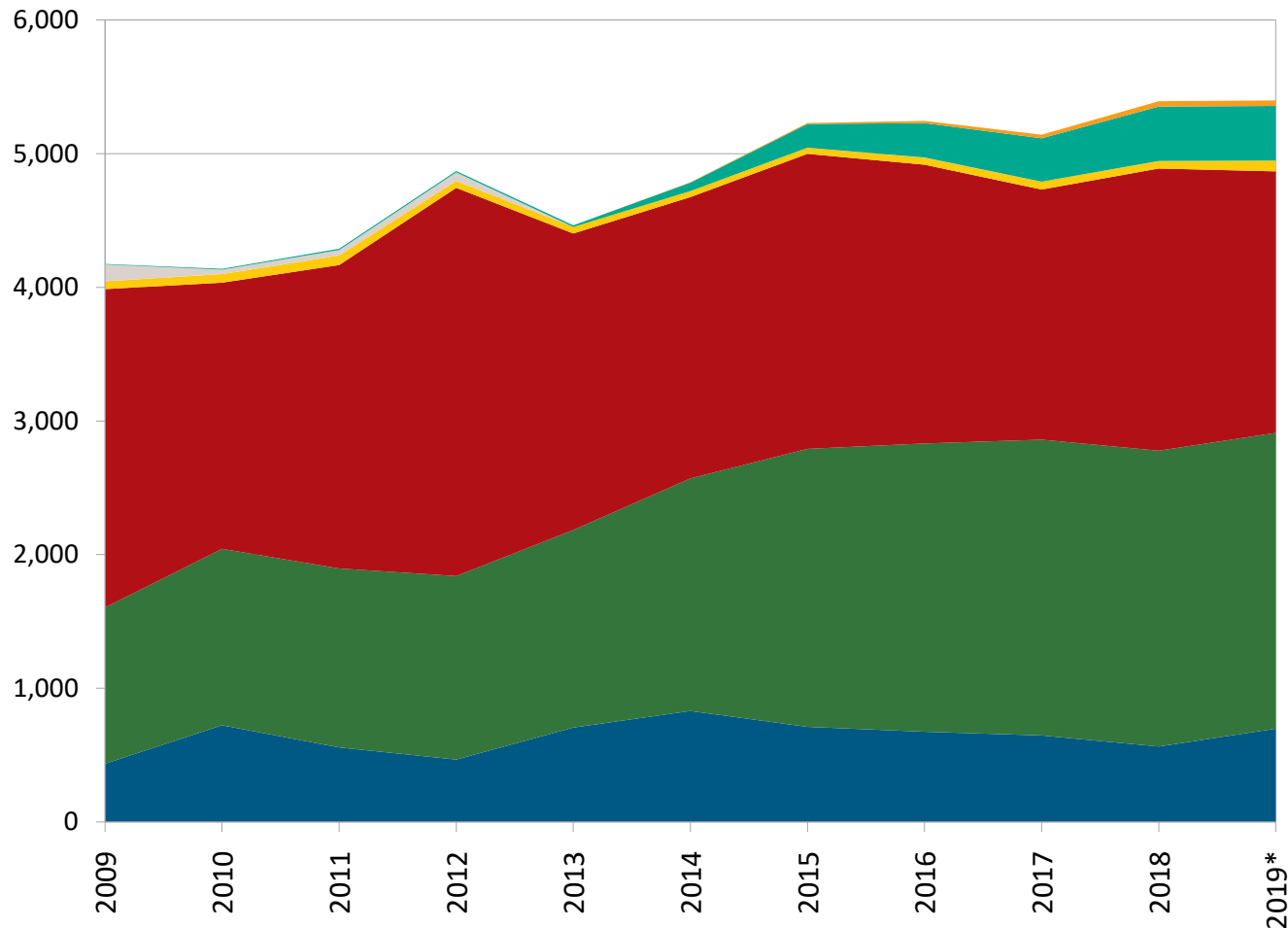
Global Energy Potential



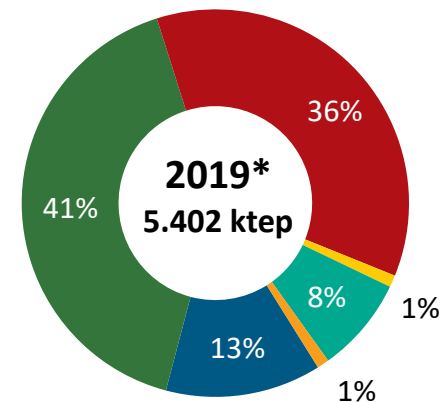
URUGUAY: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA POR FUENTE

(Balance Energético Nacional 2019 – DNE)

ktep

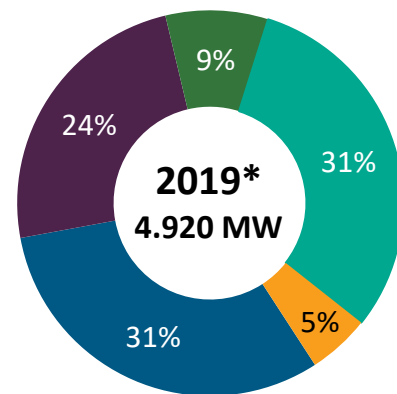
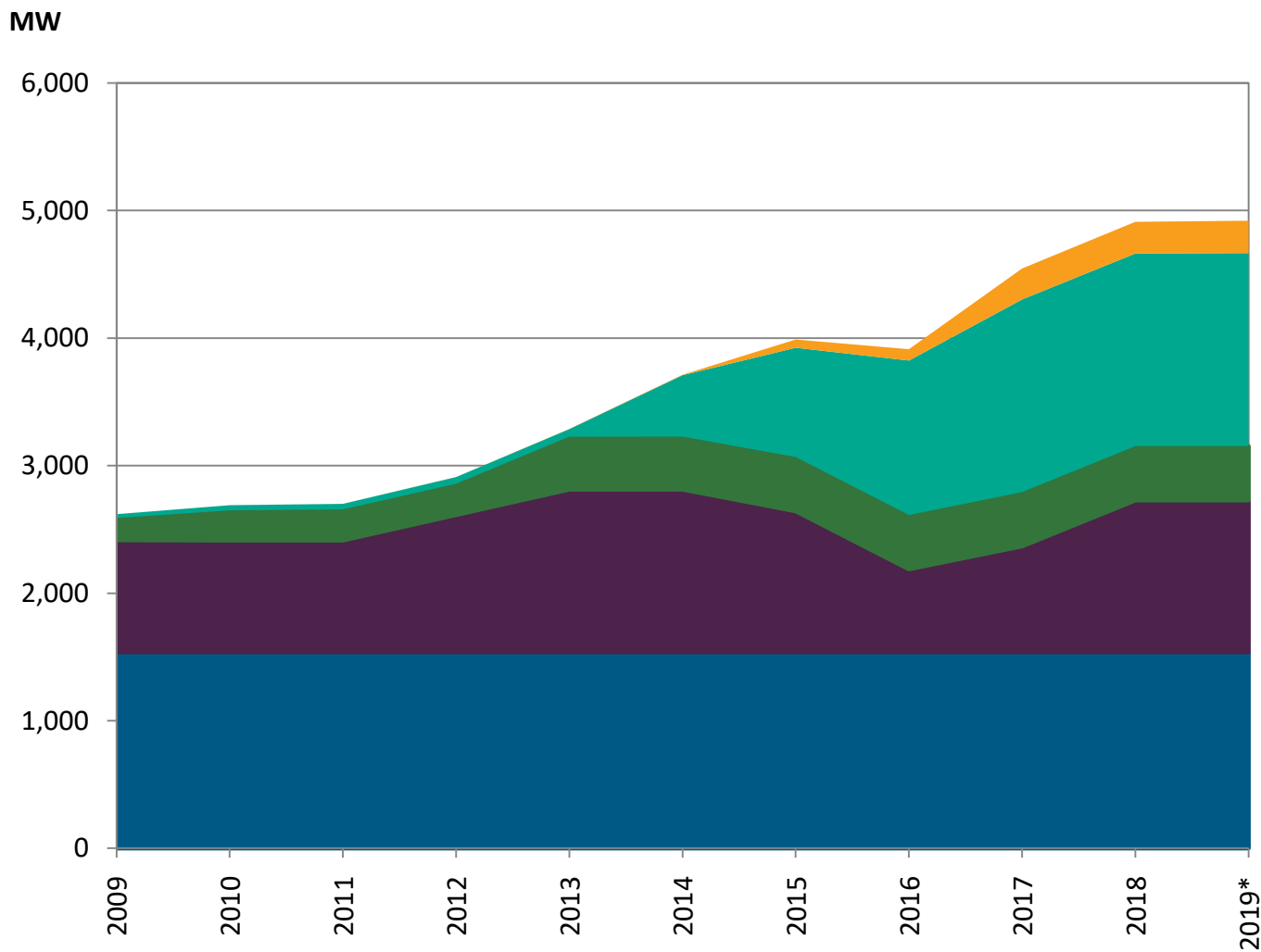


Tep: 10^7 kcal = 41,868 GJ = 11.630,0 kWh



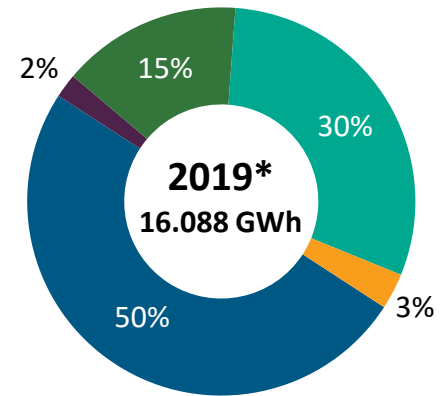
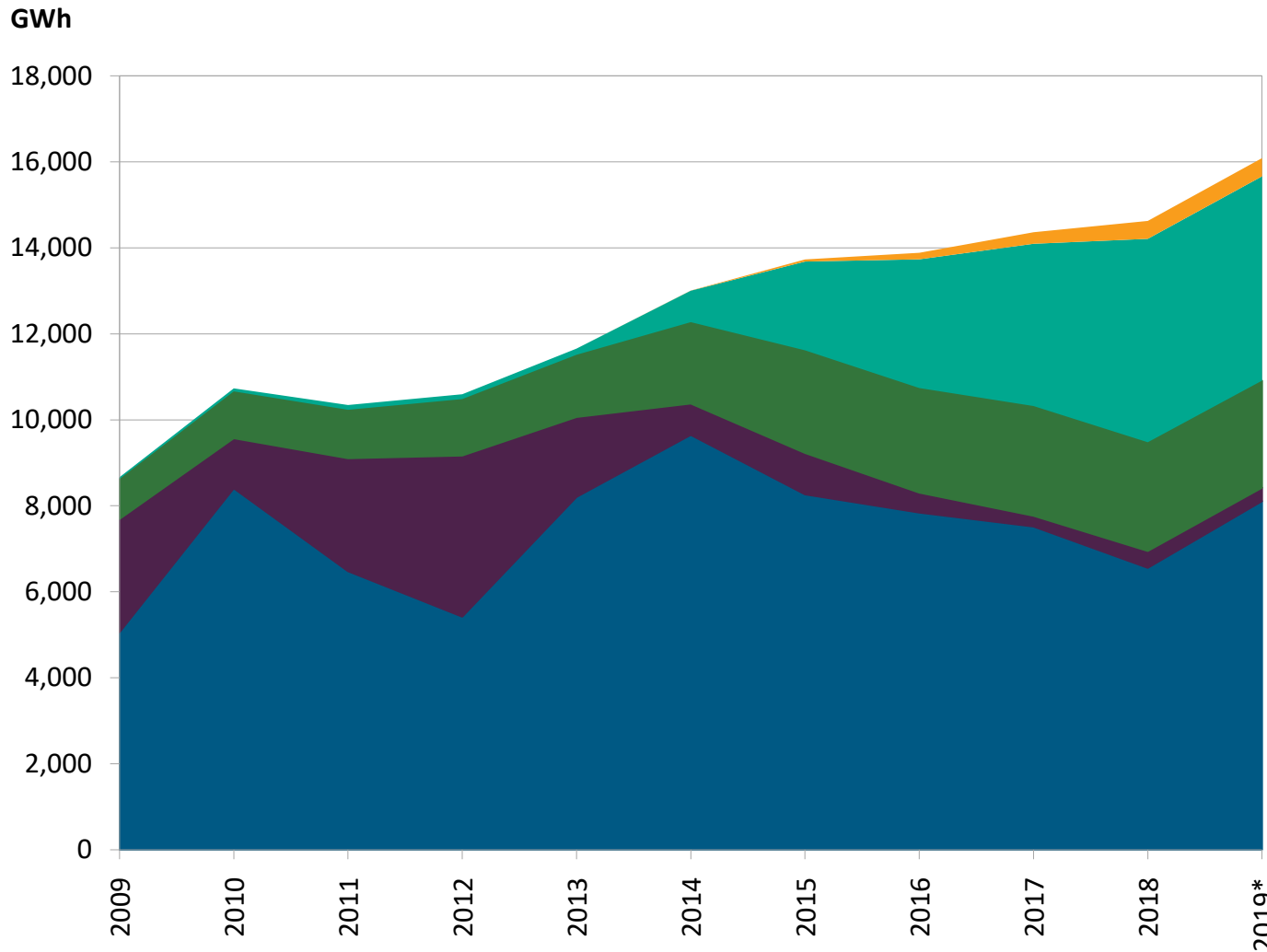
- solar
- electricidad origen eólica
- electricidad importada
- gas natural
- petróleo y derivados
- biomasa
- electricidad origen hidro

POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA TOTAL POR FUENTE



- Solar
- Eólica
- Biomasa
- Fósil
- Hidro

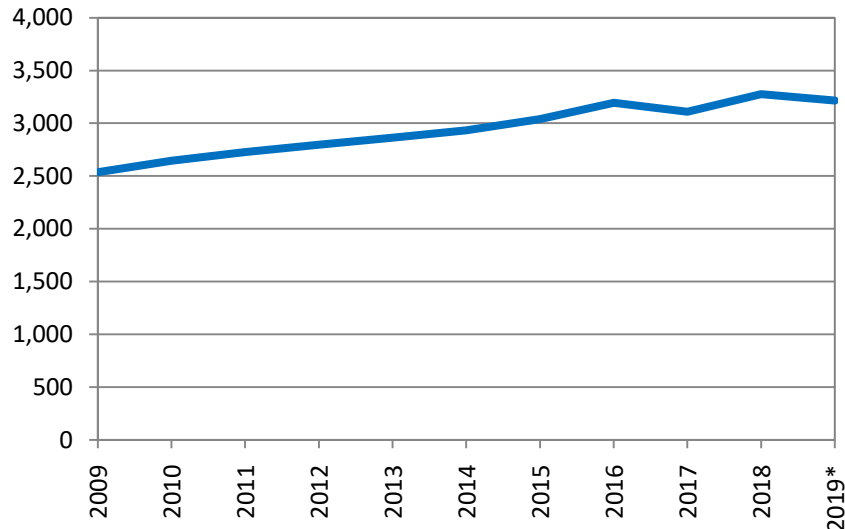
GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR FUENTE



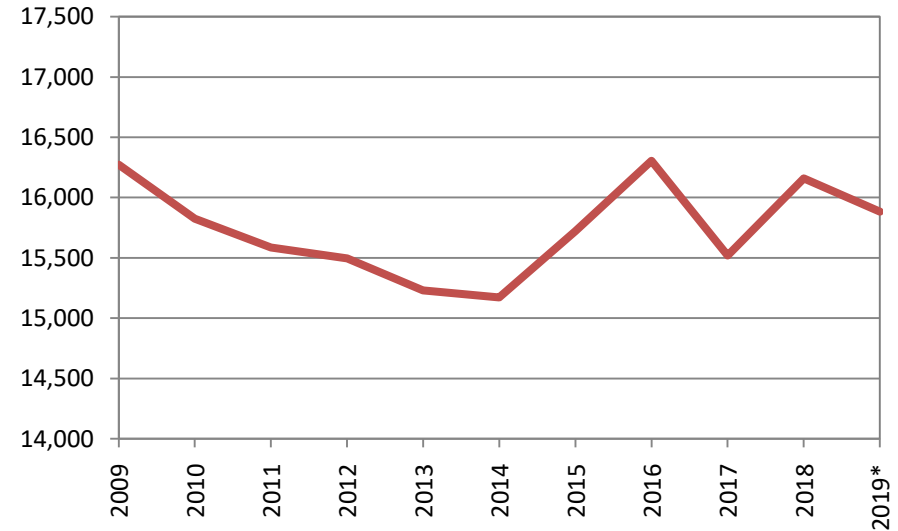
- Solar
- Eólica
- Térmica - biomasa
- Térmica - fósil
- Hidro

INDICADORES

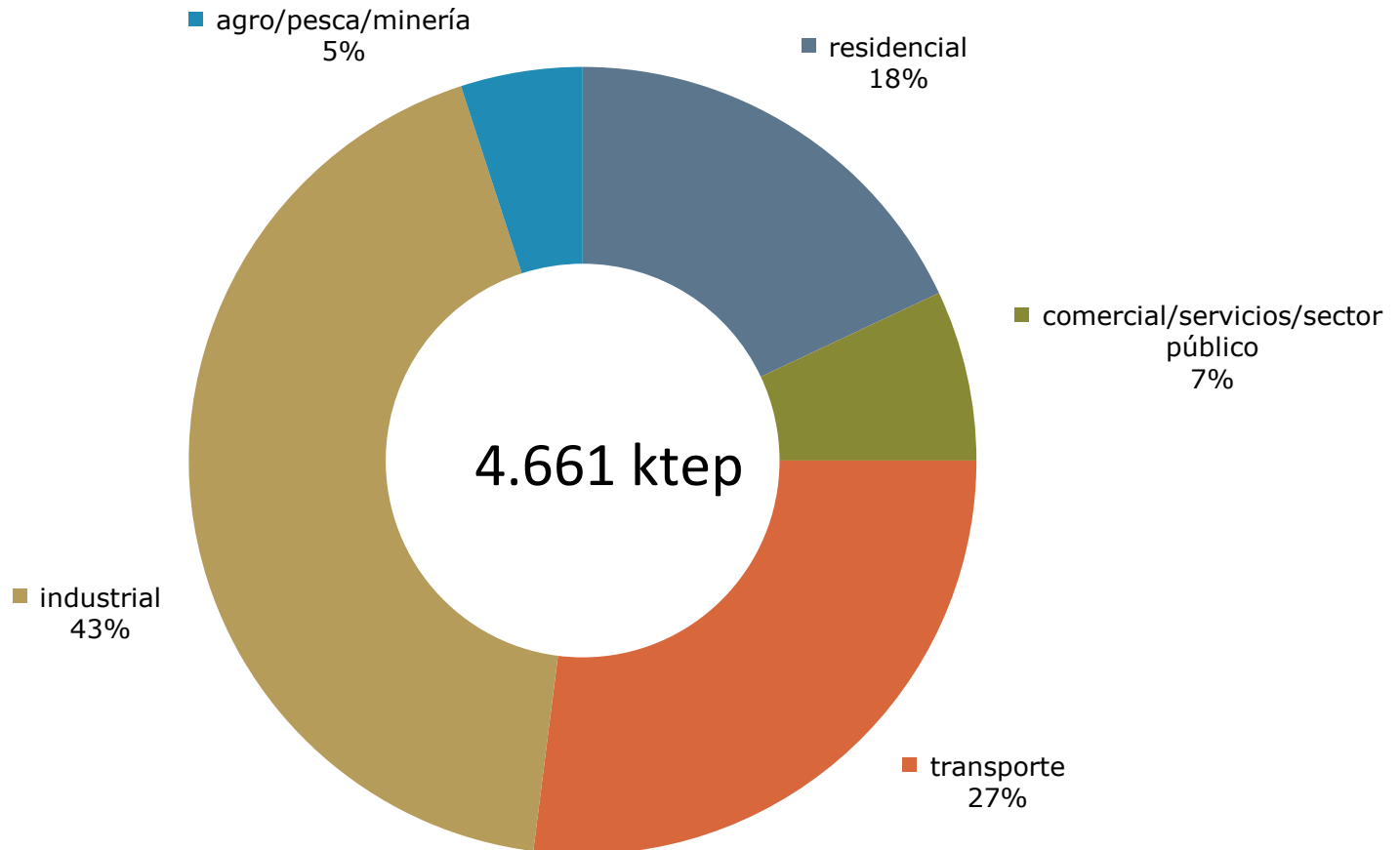
Consumo final eléctrico per cápita (kWh/hab)



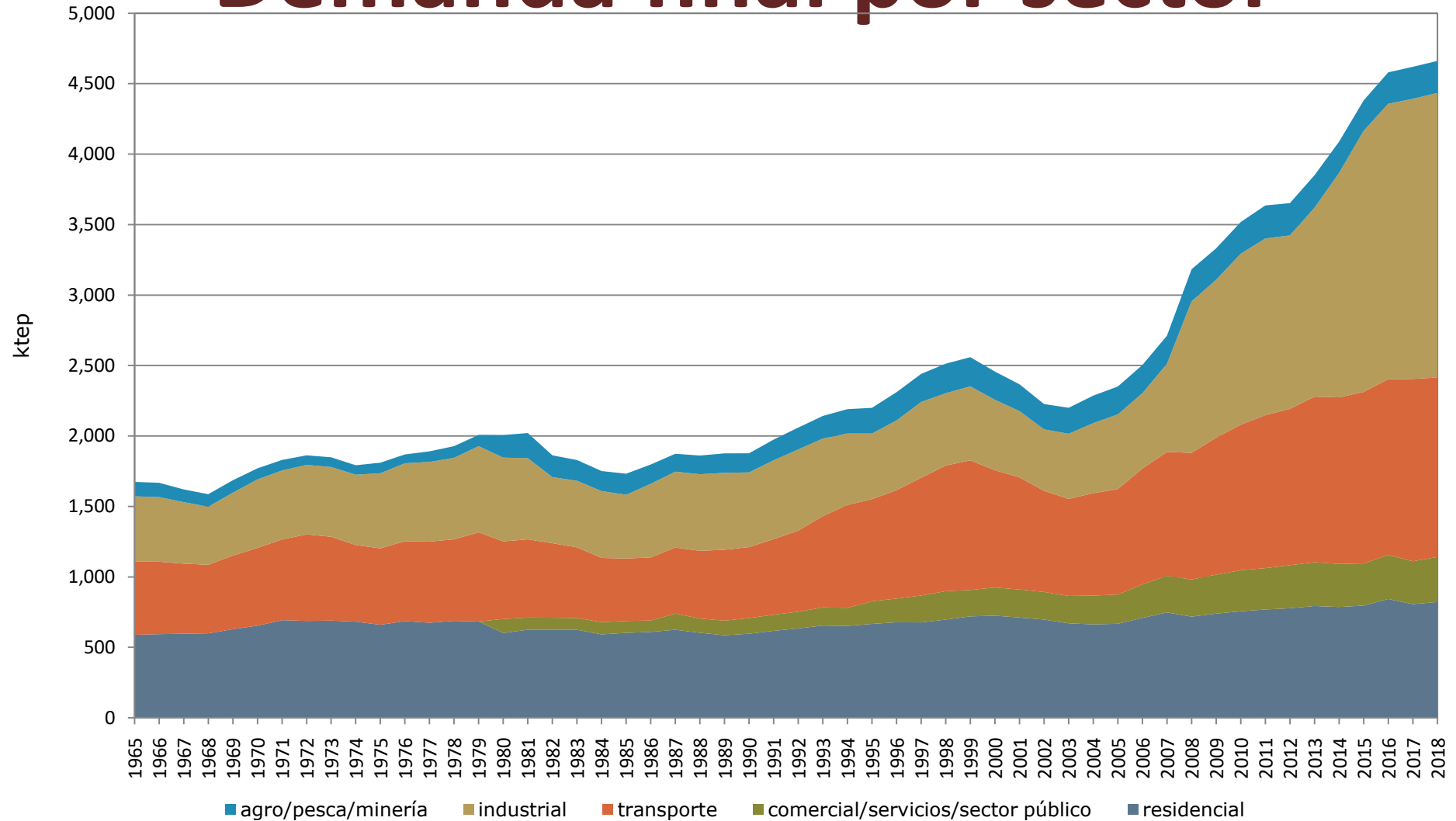
Consumo final eléctrico por PIB - Intensidad eléctrica - (kWh/millones \$ 2005)



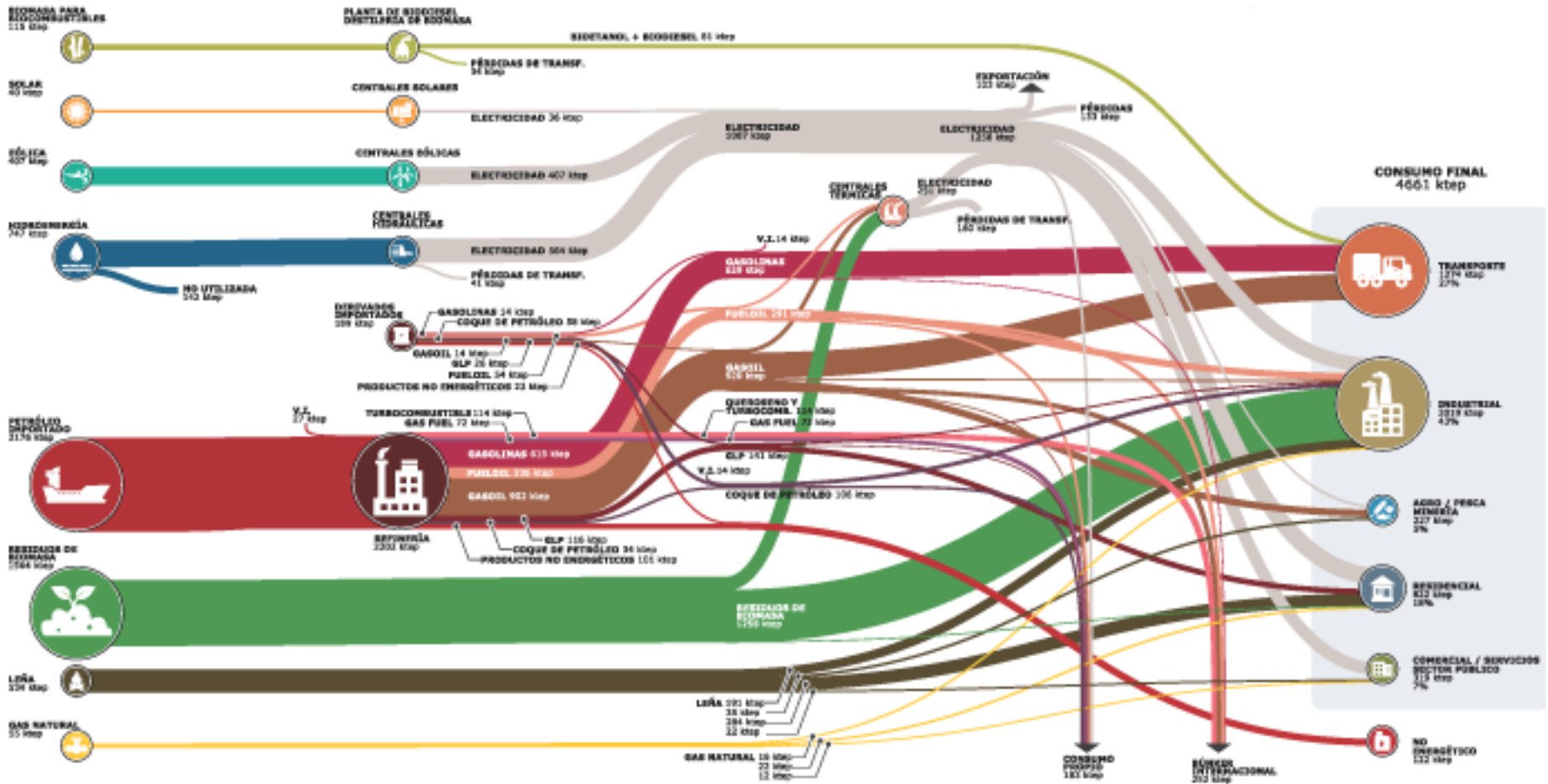
Consumo final por sector 2018



Demanda final por sector



Balance energético 2018



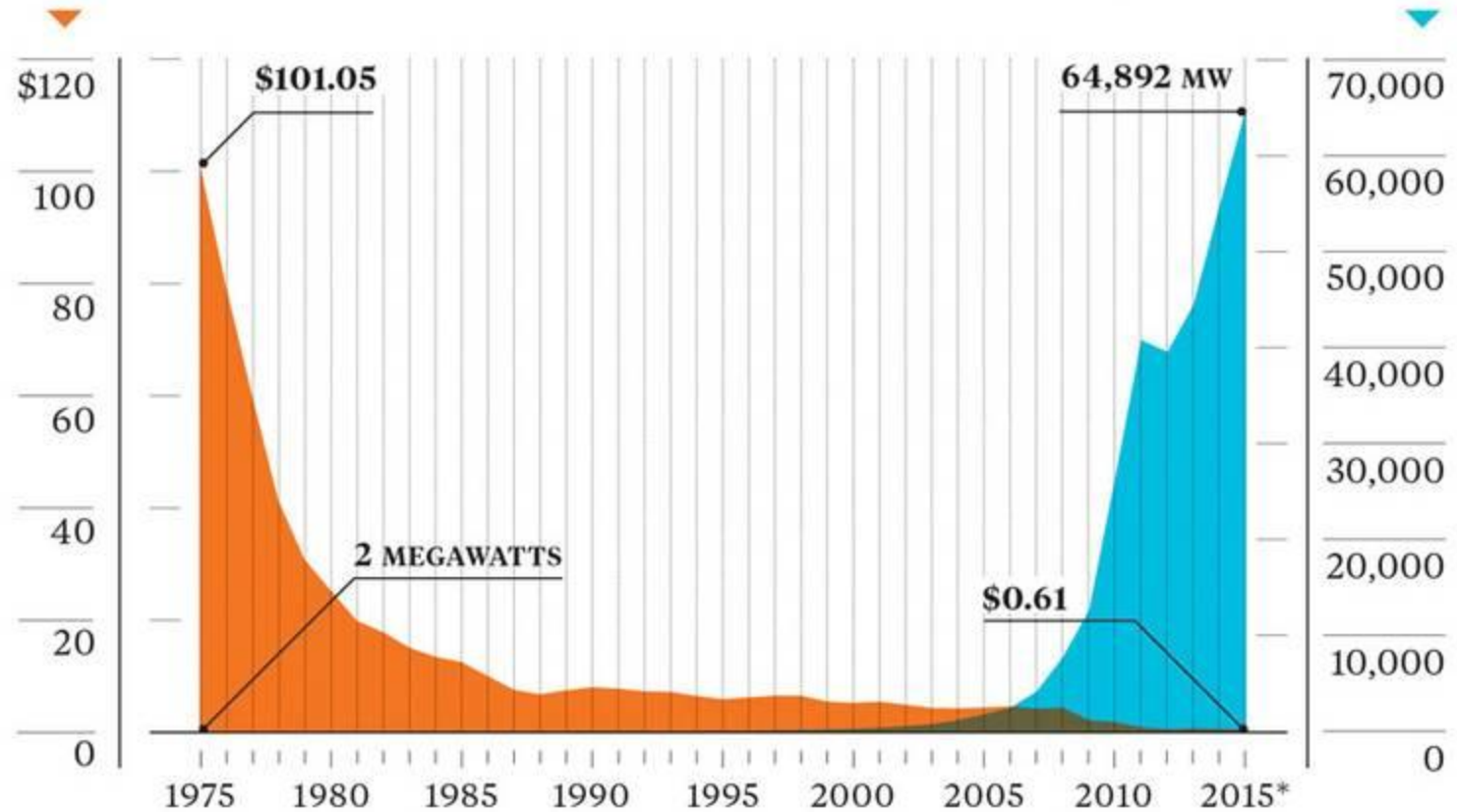
Aplicaciones energía solar

- Fotovoltaica
- Solar térmica:
 - Calentar agua uso domiciliario
 - Calentar agua para calor de proceso
 - Calentar agua para producción de electricidad
 - Refrigeración solar
 - Acondicionamiento térmico edilicio

Precio y potencia instalada

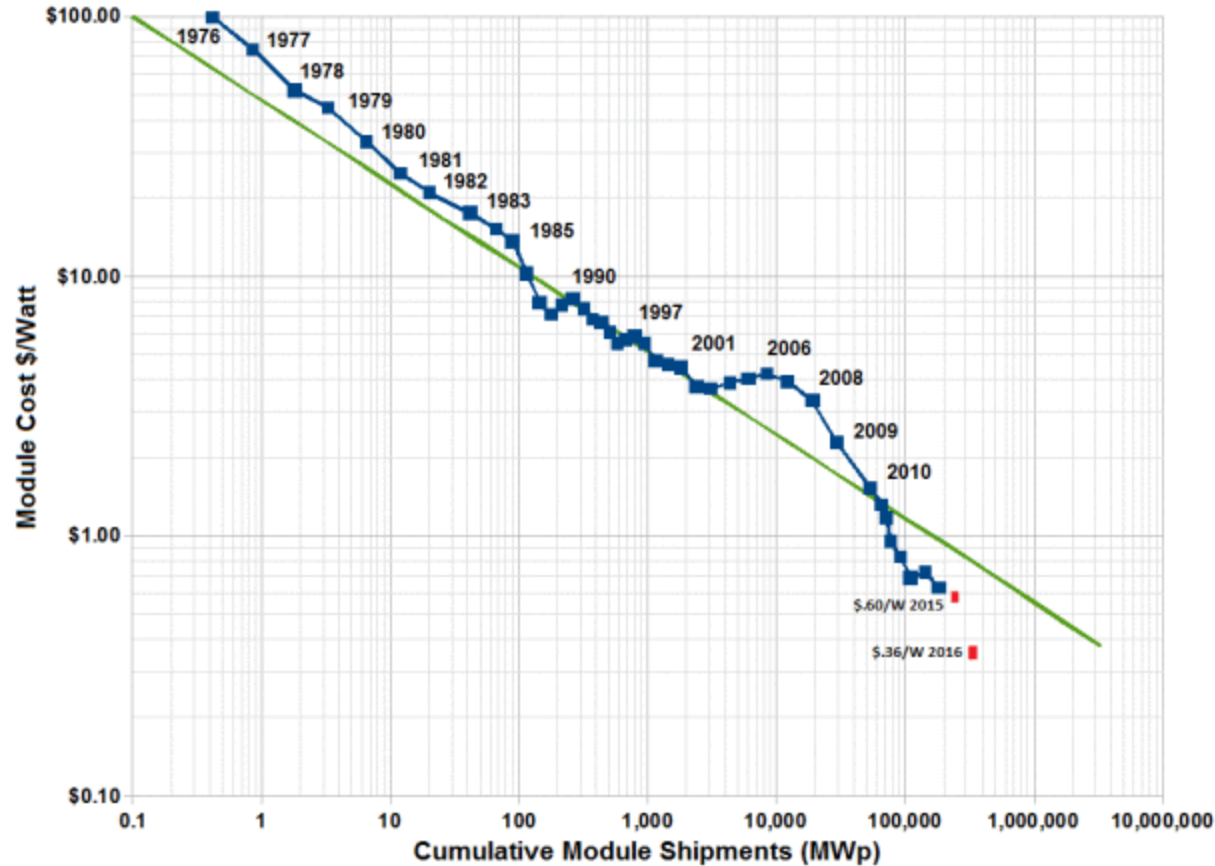
Price of a solar panel per watt

Global solar panel installations



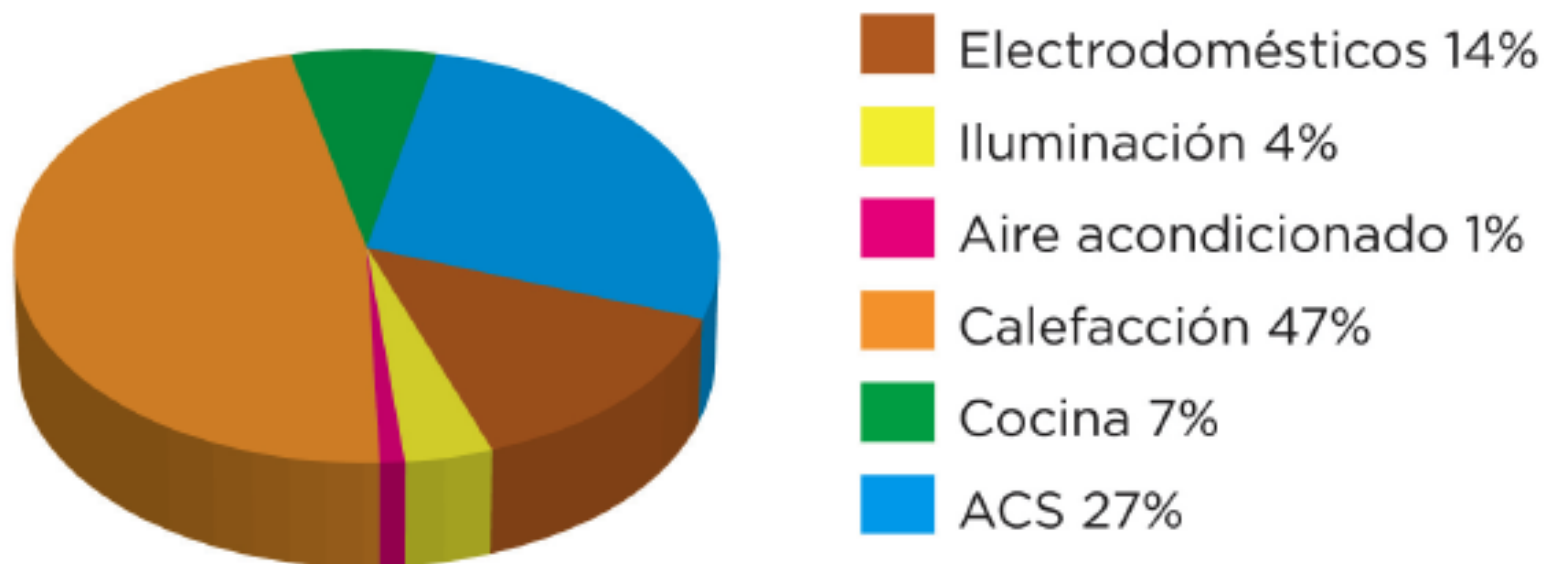
Ley de Swanson: Precio cae un 20% si se duplica la producción

Swanson's Law



Distribución del consumo de energía residencial en España (2007)

Consumo energético por usos en el sector residencial en España y UE



Distribución del consumo de energía residencial en California

