



# Energías Renovables

Qué son y como se las obtiene.

**Mario A. Ros**  
**Secretaría de Estudios Técnicos y Estadísticas**  
**Sindicato de Luz y Fuerza – Santa Fe**



# CONTENIDO

- **Tema I:** Concepto entre renovable y no renovable, generalidades.
- **Tema II:** Energía solar como madre, Energía de Biomasa, Eólica, Undimotriz y Mareomotriz.
- **Tema III:** Solar Fotovoltaica y Térmica.
- **Tema IV:** Nuevas Tecnologías



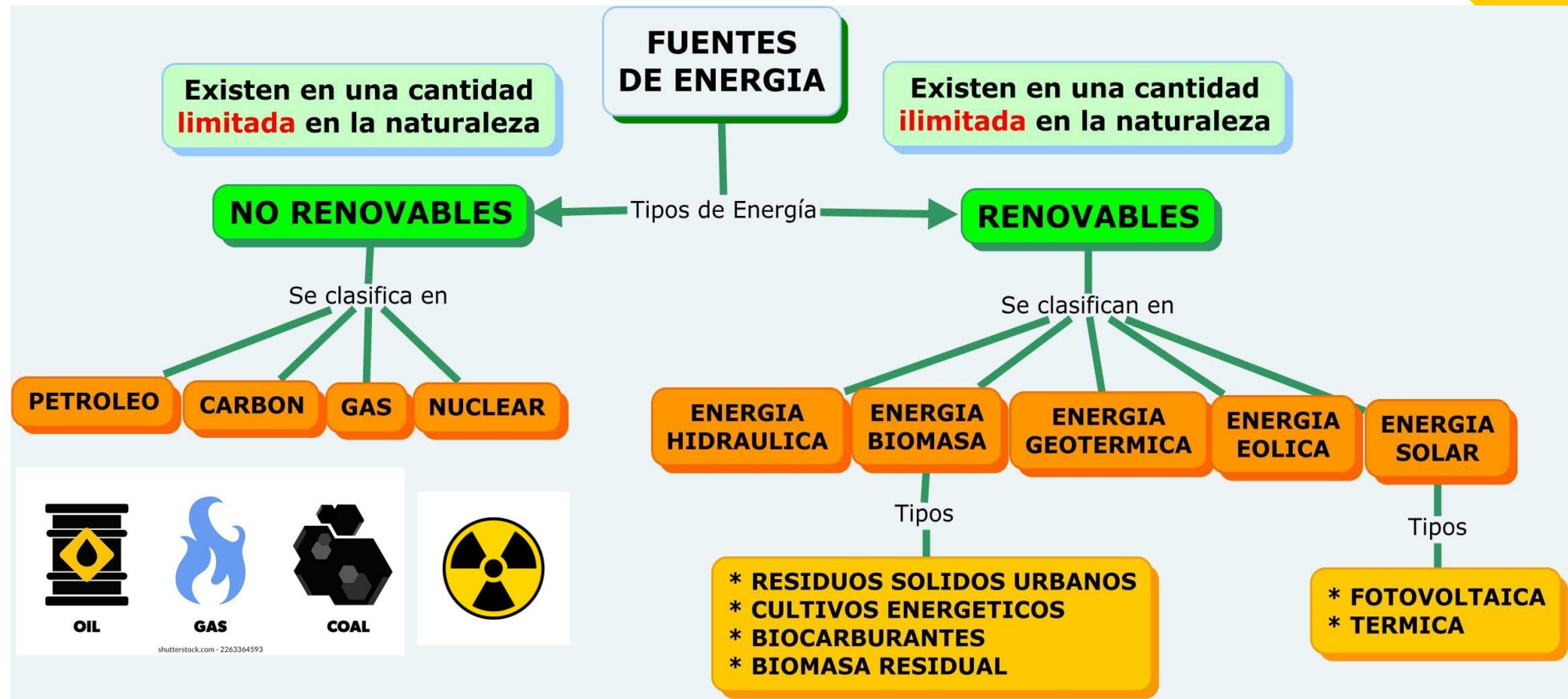
# Tema I

Concepto entre renovable y no renovable -  
generalidades





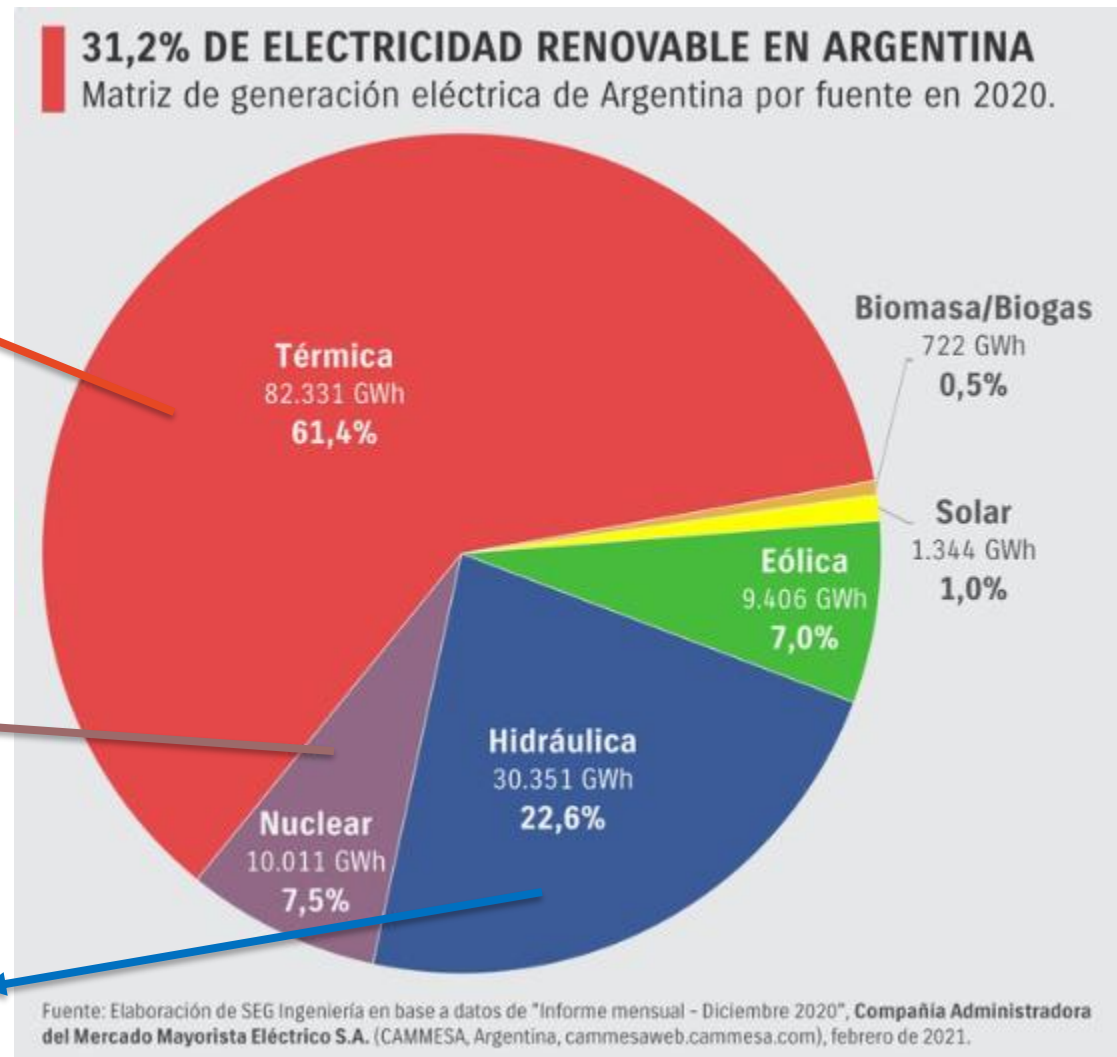
# Fuentes de energía





UTN  
FRRQ

# Porcentaje de energía eléctrica por fuente



La matriz de generación de energía eléctrica de Argentina. Fuente: CAMMESA

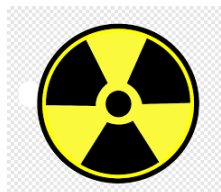


UTN  
FRRQ

# Potencia instalada por fuente

De acuerdo al informe de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) correspondiente al mes de abril de 2019, la potencia instalada era la siguiente:

| Tecnología     |                                      | Potencia Instalada (MW) | %            |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Térmica        | Ciclo combinado                      | 11.206                  | 28,79        |
|                | Turbina de gas                       | 7.091                   | 18,22        |
|                | Turbo vapor                          | 4.451                   | 11,44        |
|                | Motor diésel                         | 1.808                   | 4,65         |
|                | <b>Total Térmica</b>                 | <b>24.557</b>           | <b>63,09</b> |
| Hidroeléctrica |                                      | 10.790                  | 27,72        |
| Nuclear        |                                      | 1.755                   | 4,51         |
| Renovable      | Eólica                               | 970                     | 2,49         |
|                | Minihidroeléctrica (menores a 50 MW) | 498                     | 1,28         |
|                | Solar                                | 317                     | 0,81         |
|                | Biogás                               | 36                      | 0,09         |
|                | <b>Total Renovable</b>               | <b>1.820</b>            | <b>4,68</b>  |
| <b>Total</b>   |                                      | <b>38.922</b>           | <b>100</b>   |

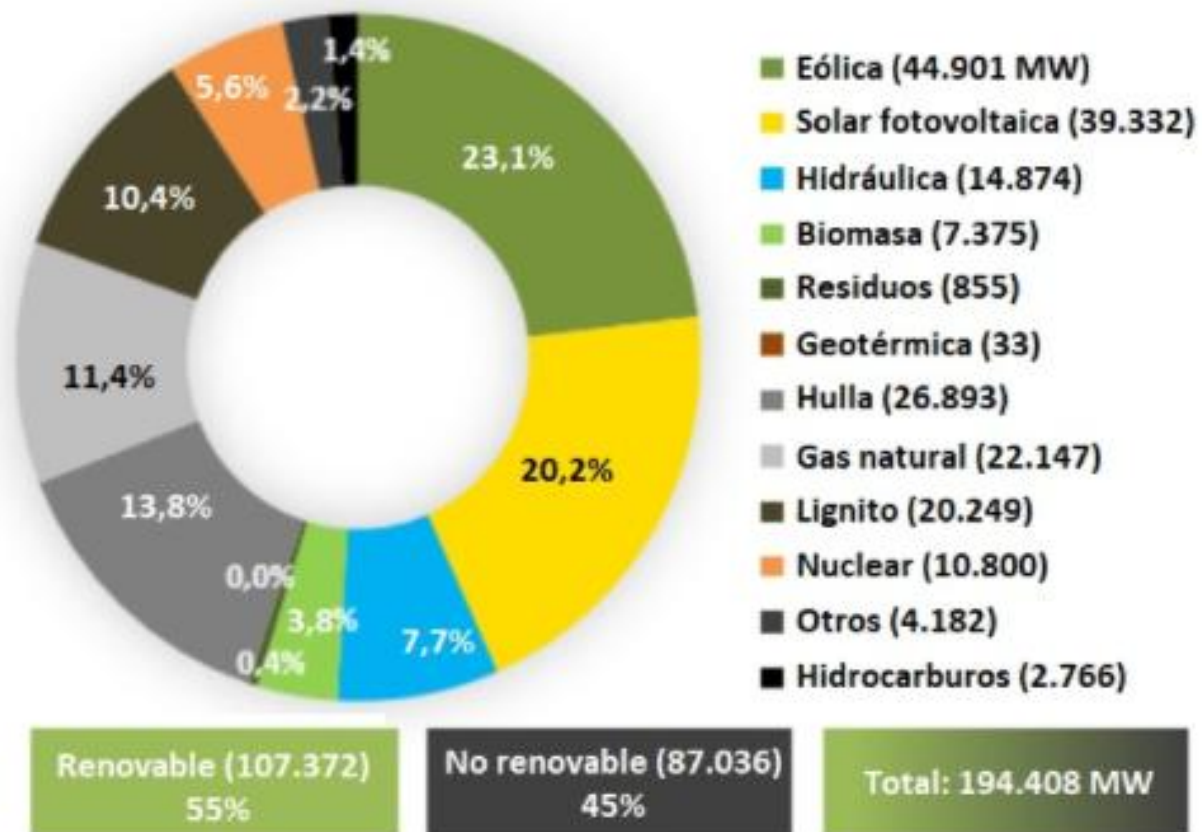






UTN  
FRRQ

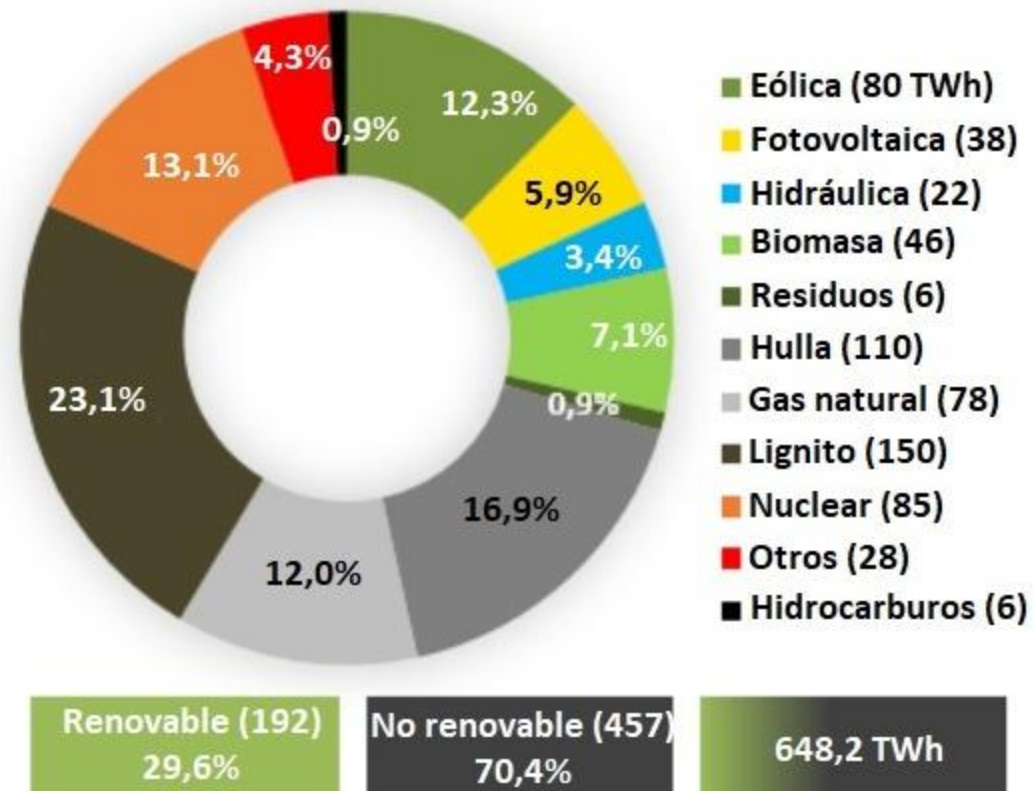
### Potencia eléctrica neta instalada en Alemania en 2016 (expresada en megavatios, MW)



Habitantes: 83,5 millones



### Generación eléctrica bruta en Alemania en 2016 (expresada en teravatio hora, TWh)



Nota: los residuos se incluyen dentro de la generación renovable

Un **teravatiohora** (TWh) es una unidad de energía equivalente a un billón de vatios-hora. ( $10^{12}$  Wh)

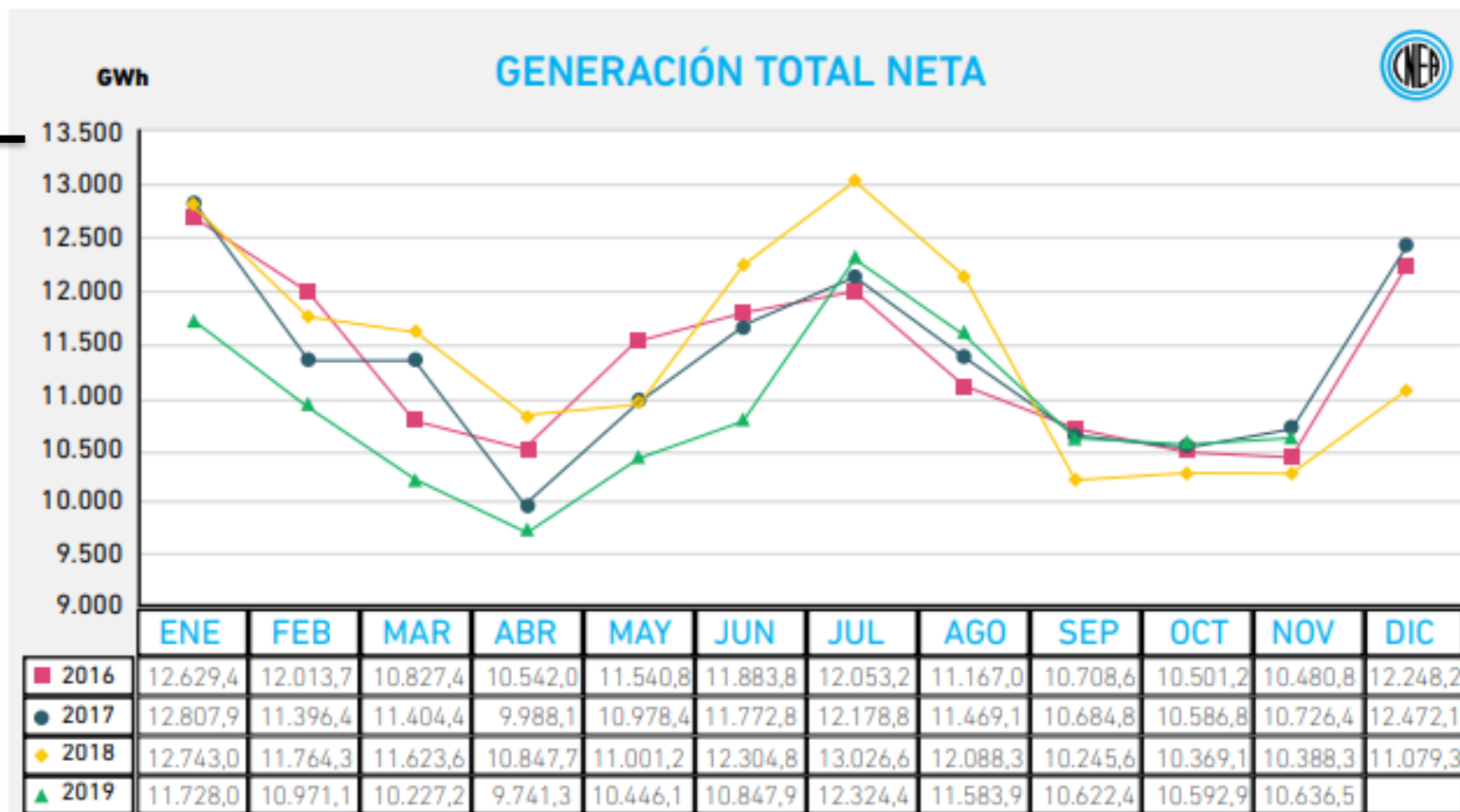




## Generación Neta Nacional

- La generación total neta nacional vinculada al SADI (nuclear, hidráulica, térmica y Otras Renovables) fue un 2,4% superior a la de noviembre de 2018.

13,5 TWh

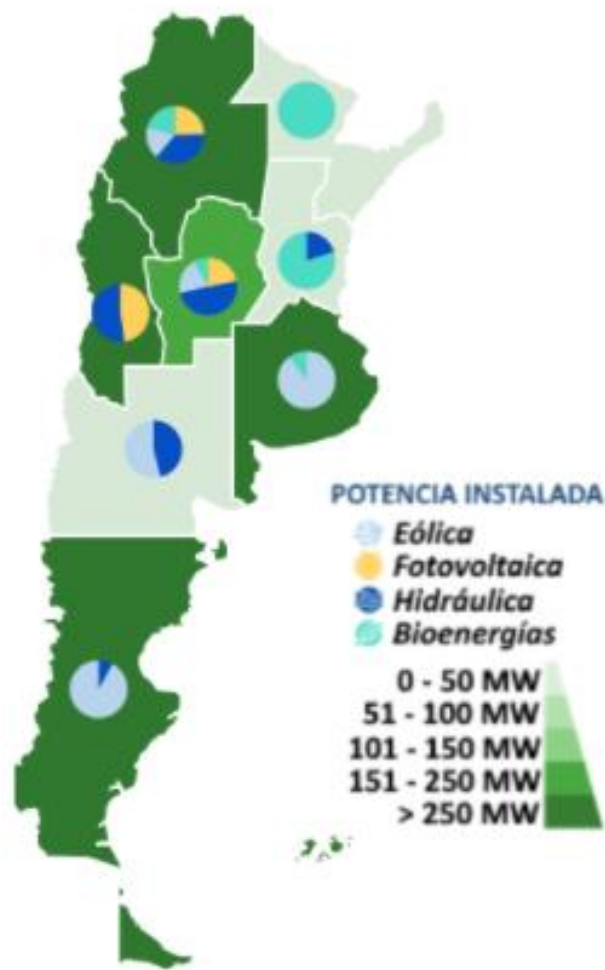


Generación Neta Nacional. Fuente: CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica)



UTN  
FRRQ

# Estado actual de las EERR en la Argentina

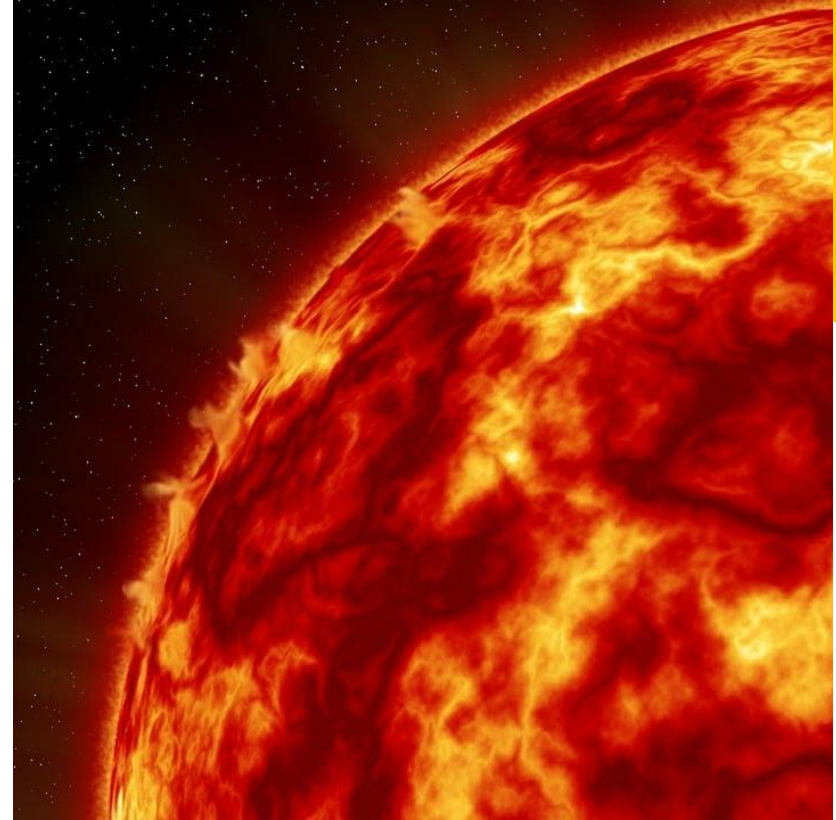


| Región       |  Eólica (MW) |  Fotovoltaica (MW) |  Hidráulica (MW) |  Bioenergías (MW) | Total (MW)   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| NOA          | 58                                                                                              | 79                                                                                                    | 118                                                                                                 | 67                                                                                                   | 322          |
| NEA          | 0                                                                                               | 0                                                                                                     | 0                                                                                                   | 41                                                                                                   | 41           |
| CUY          | 0                                                                                               | 172                                                                                                   | 188                                                                                                 | 0                                                                                                    | 360          |
| CEN          | 48                                                                                              | 51                                                                                                    | 116                                                                                                 | 19                                                                                                   | 234          |
| LIT          | 0                                                                                               | 0                                                                                                     | 2                                                                                                   | 8                                                                                                    | 10           |
| COM          | 40                                                                                              | 0                                                                                                     | 34                                                                                                  | 0                                                                                                    | 74           |
| PAT          | 542                                                                                             | 0                                                                                                     | 47                                                                                                  | 0                                                                                                    | 589          |
| BAS + GBA    | 256                                                                                             | 0                                                                                                     | 0                                                                                                   | 29                                                                                                   | 285          |
| <b>Total</b> | <b>944</b>                                                                                      | <b>302</b>                                                                                            | <b>505</b>                                                                                          | <b>164</b>                                                                                           | <b>1.915</b> |

Fuente: energiaestrategica.com (finales de 2019)

# Tema II

Energía solar como madre. Energía de Biomasa, Eólica, Undimotriz y Mareomotriz.

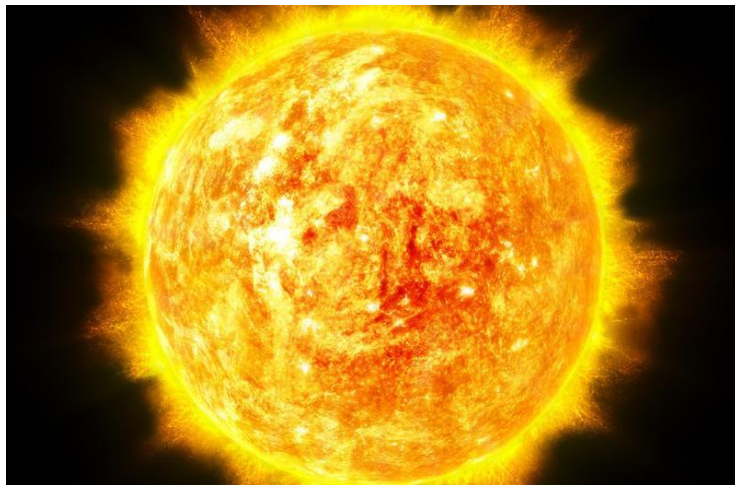




# El Sol como origen de todas las formas de Energía

El Sol es la principal fuente de energía primaria y renovable de la Tierra, emitiendo radiación electromagnética (luz y calor) producto de fusiones nucleares.

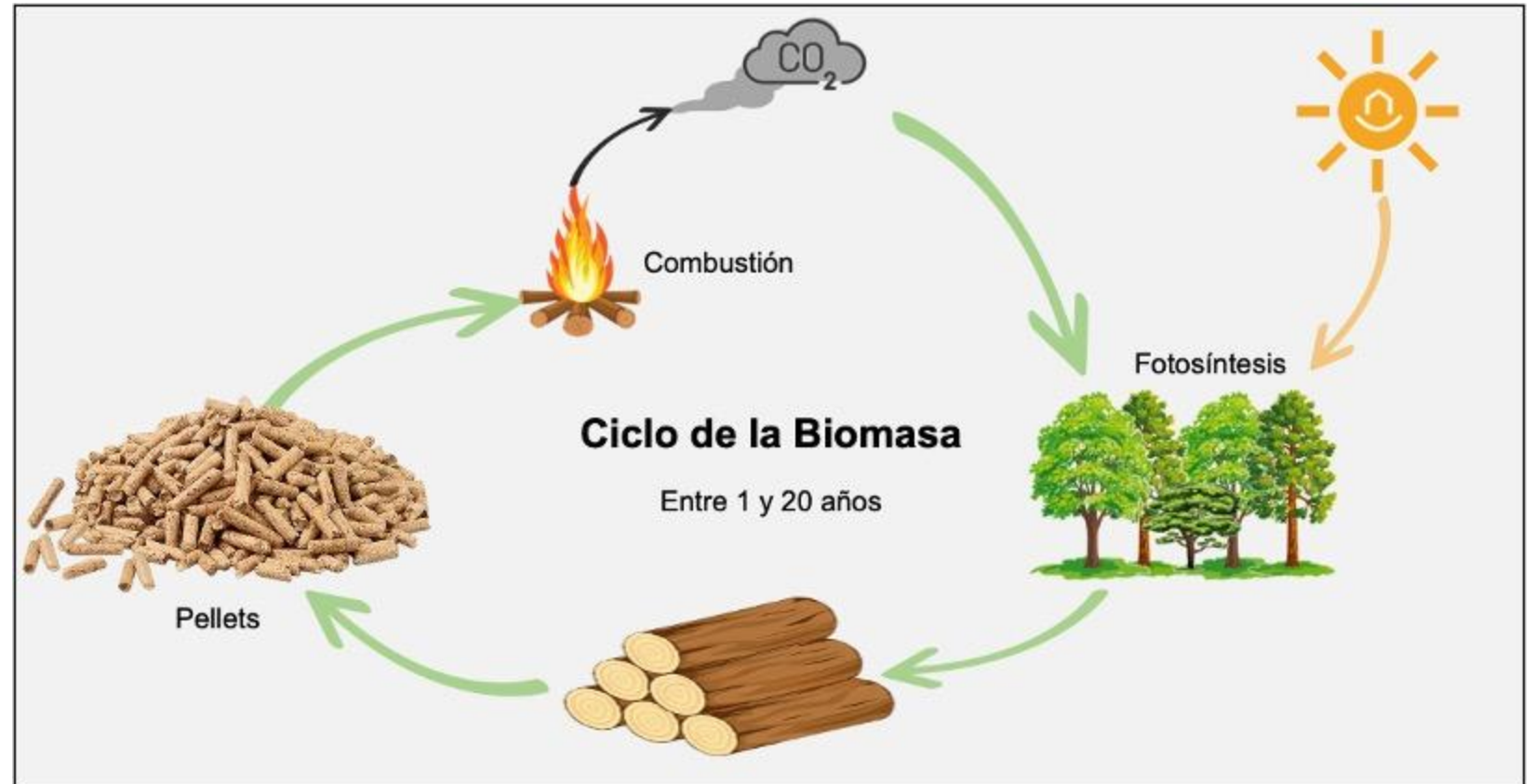
Es inagotable, limpia y abundante, capaz de cubrir el consumo mundial.



Cada hora, la tierra recibe del SOL más energía que la que consume toda la población mundial en un año.

# Biomasa

El futuro de la biomasa está ligado a la generación eléctrica, los biocombustibles y la calefacción de nuestros hogares.





# Biomasa como Fuente de generación eléctrica



Cáscara de Maní



- Potencia instalada de 4,63 MW.
- Se requieren aproximadamente 1,2 a 1,5 toneladas de biomasa (cáscara de Maní) por MWh generado.
- Puede abastecer a 8.000 hogares.



# Biocombustibles

En la actualidad, los tipos de biocombustible más utilizados son el etanol y el biodiesel.



## ***Etanol***

Fermentación de cultivos que contienen azúcares.



## ***Biodisel***

Aceites vegetales y grasas de animales.



## CADENA DE SUMINISTRO BIOCOMBUSTIBLES

| Combustible fósil | Biocombustible mezclado | Corte obligatorio                   | Distribución                     | Ley vigente       | Año  |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------|
| Nafta             | Bioetanol               | 12% ( <i>ajustable hasta 9%</i> )   | 6% caña de azúcar + 6% maíz      | <u>Ley 27.640</u> | 2021 |
| Gasoil            | Biodiésel               | 5% ( <i>puede subir hasta 10%</i> ) | Principalmente de aceite de soja | <u>Ley 27.640</u> | 2021 |

de materias primas

de procesamiento

BIOMASA

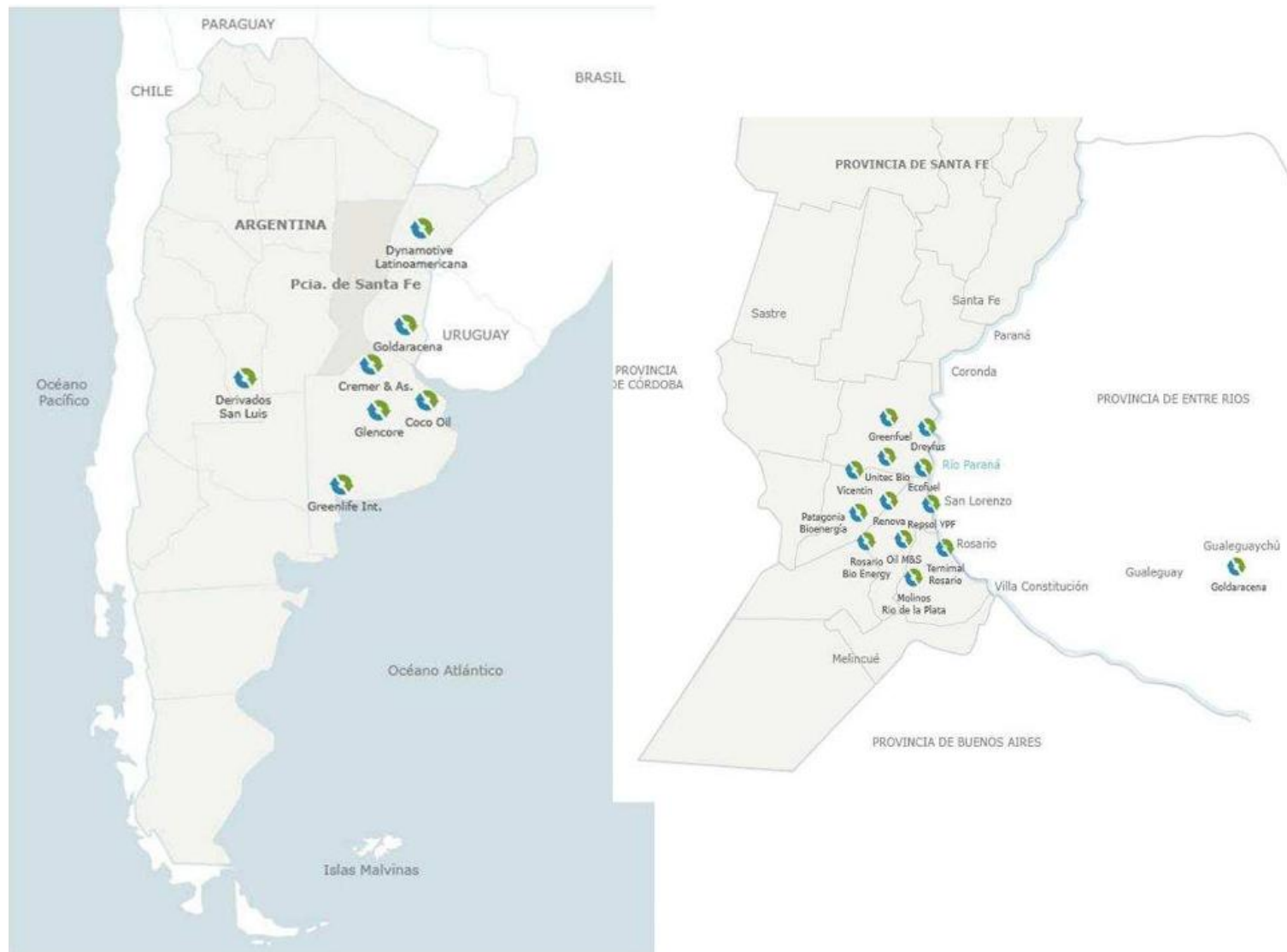


MERCADOS  
(Clientes)

By ovacen.com



# Plantas de Biodiesel





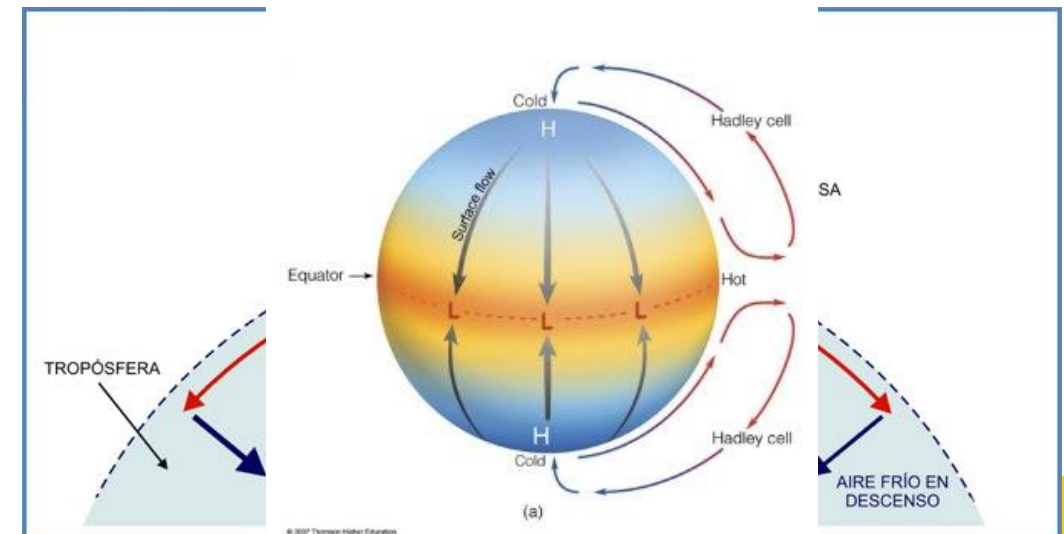
UTN  
FRRQ

# Energía Eólica

La energía eólica es una fuente renovable que transforma la energía cinética del viento en electricidad mediante aerogeneradores.



Es una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera, provocadas en la mayoría de los casos por variaciones de la temperatura.



# Energía Eólica

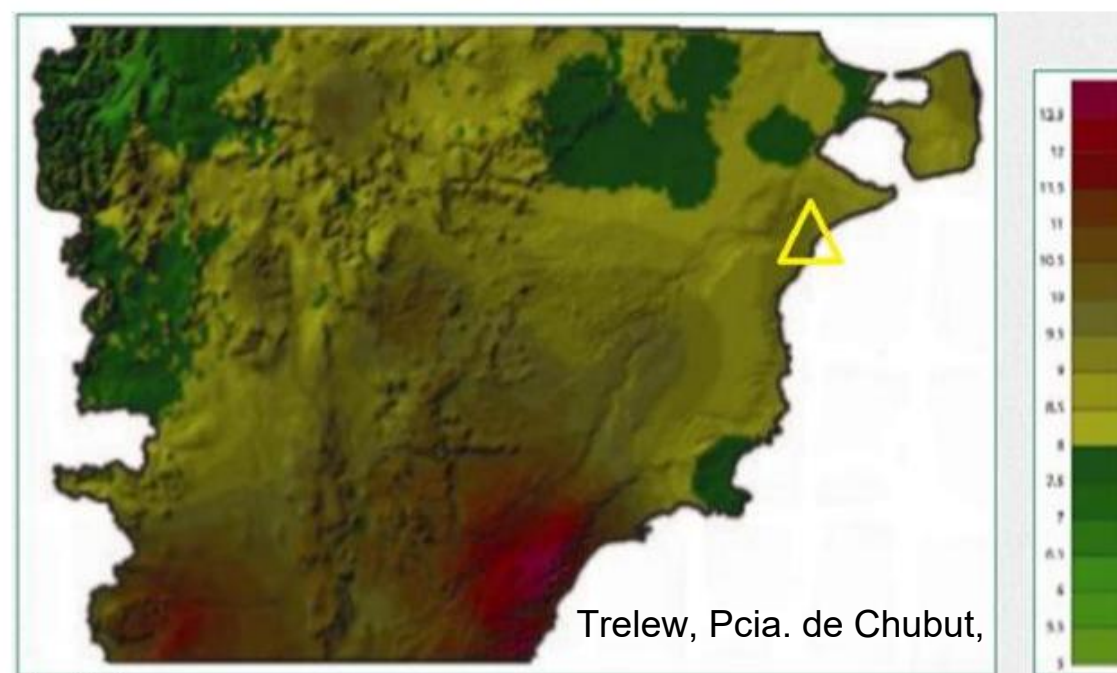
Que se considera a la hora de implementar este tipo de generación de energía.



Gráfico N° 6



Gráfico N° 8



Mapa N° 10

Fuente: <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2018/01/elsa2.pdf>





UTN  
FRRQ



GRÁFICO 1. Puntos de medición de viento en Santa Fe

**OES** Observatorio de Energía  
y Sustentabilidad

**UTN** / Facultad Regional Rosario



En cada punto se instalaron equipos de medición SECOND WIND a 30 y 60 m de altura en las torres de telecomunicación que se encuentran en las Estaciones Transformadoras de 132 kV de la EPESF.

# Caso de Estudio: Las Rosas

## 2.1 DATOS ESTADÍSTICOS

TABLA 1. Datos estadísticos de Las Rosas.

|                                              |                     |
|----------------------------------------------|---------------------|
| Latitud                                      | S 32° 28' 29.417"   |
| Longitud                                     | W 61° 33' 42.491"   |
| Elevación [m]                                | 98                  |
| Fecha inicial                                | 01/05/2012<br>00:10 |
| Fecha final                                  | 09/05/2017<br>09:10 |
| Duración de la campaña de medición [meses]   | 60                  |
| Duración del intervalo de medición [minutos] | 10                  |
| Viento de calma [m/s]                        | 3                   |
| Temperatura media [°C]                       | 17.5                |
| Presión media [hPa]                          | 1001                |
| Densidad del aire media [ kg/m³]             | 1.2                 |
| Densidad de potencia a 50 m [W/m²]           | 210                 |
| Clase de la potencia del viento a 50 m       | 2                   |
| Exponente de potencia                        | 0.309               |
| Rugosidad superficial [m]                    | 1.65                |
| Clase de rugosidad                           | 4.33                |

## 2.2 VELOCIDAD DEL VIENTO

TABLA 2. Estadísticas de la velocidad de viento.

| Variable                          | Anemómetro 1 | Anemómetro 2 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| Altura de la medición [m]         | 60           | 30           |
| Velocidad media del viento [m/s]  | 6.329        | 5.109        |
| Velocidad del viento máxima [m/s] | 25.16        | 23.13        |

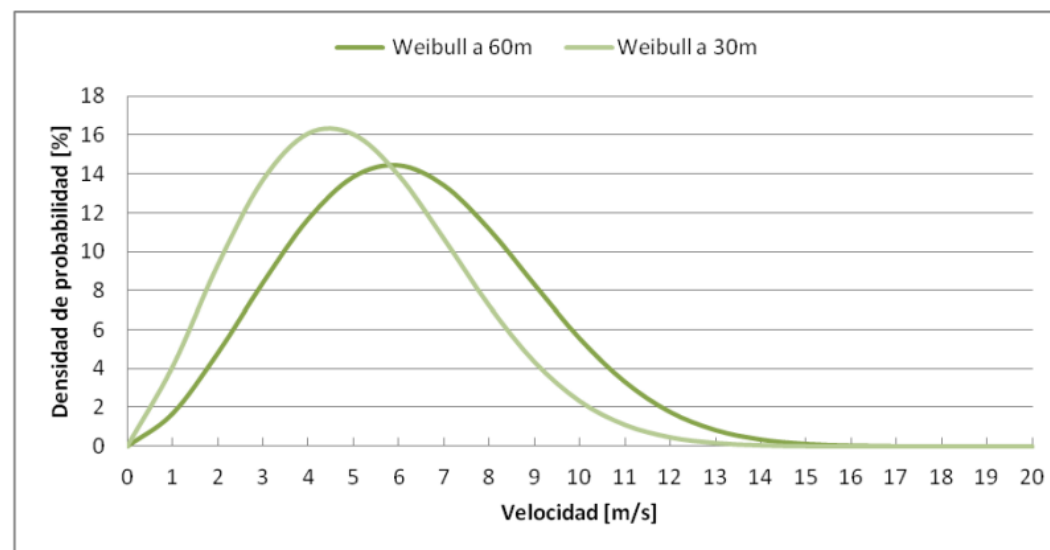
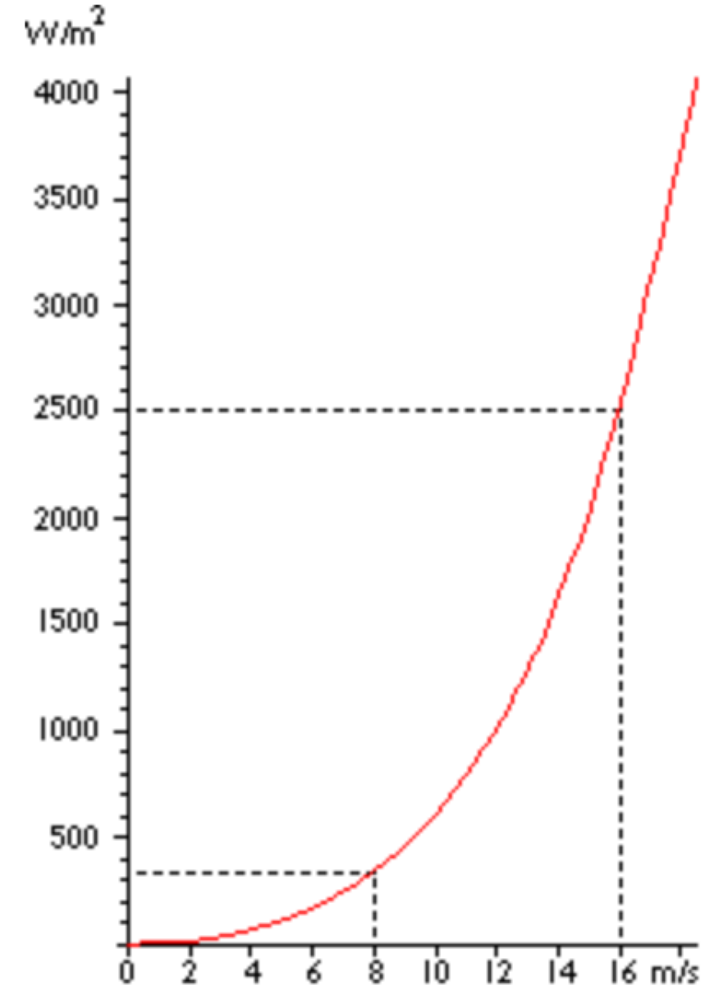
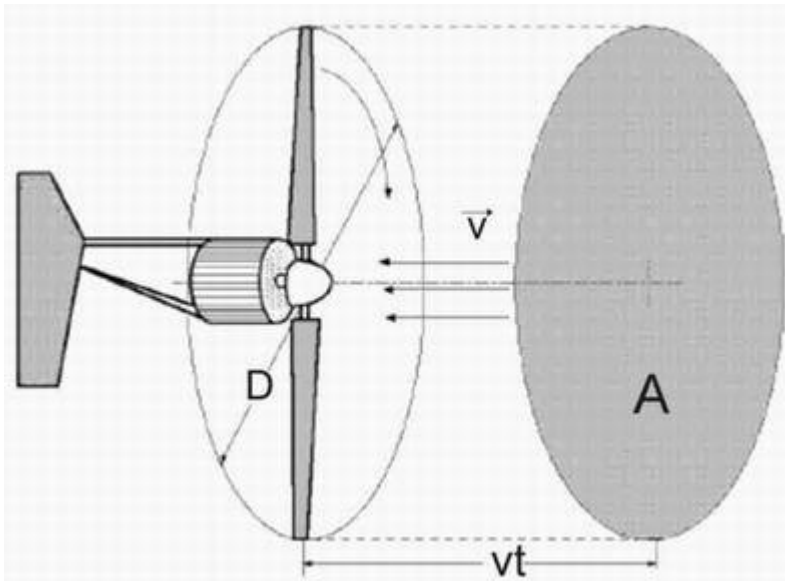


GRÁFICO 2. Función de Distribución de Probabilidad de Weibull.

# Energía Eólica

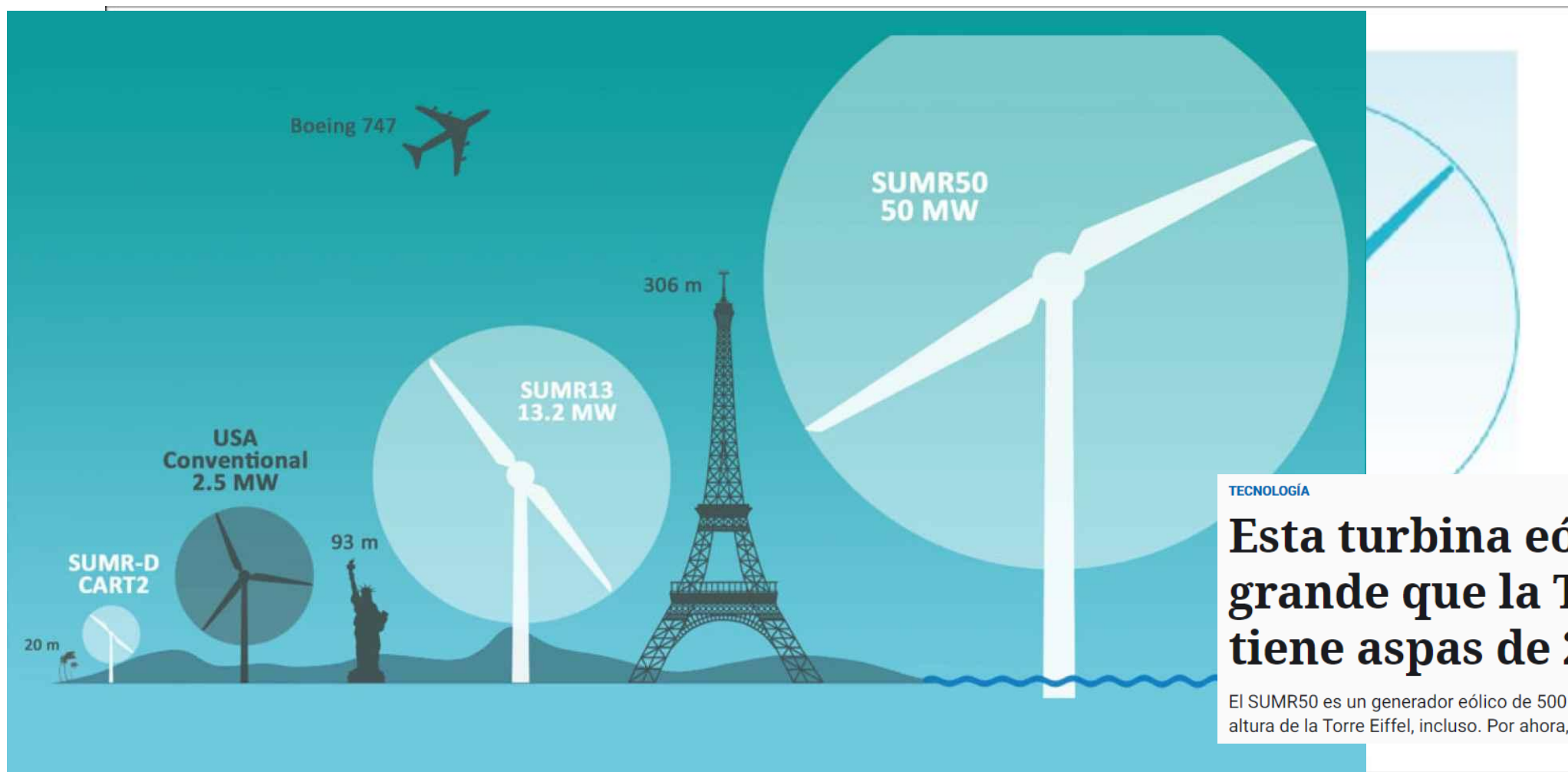
Potencia eólica

$$P_t = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} \rho S v^3 \text{ [Watt]}$$





# Energía Eólica - Evolución



Fuente: [www.elespanol.com/omicron/tecnologia/20170709/turbina-eolica-grande-torre-eiffel-aspas-metros/229977503\\_0.html](http://www.elespanol.com/omicron/tecnologia/20170709/turbina-eolica-grande-torre-eiffel-aspas-metros/229977503_0.html)

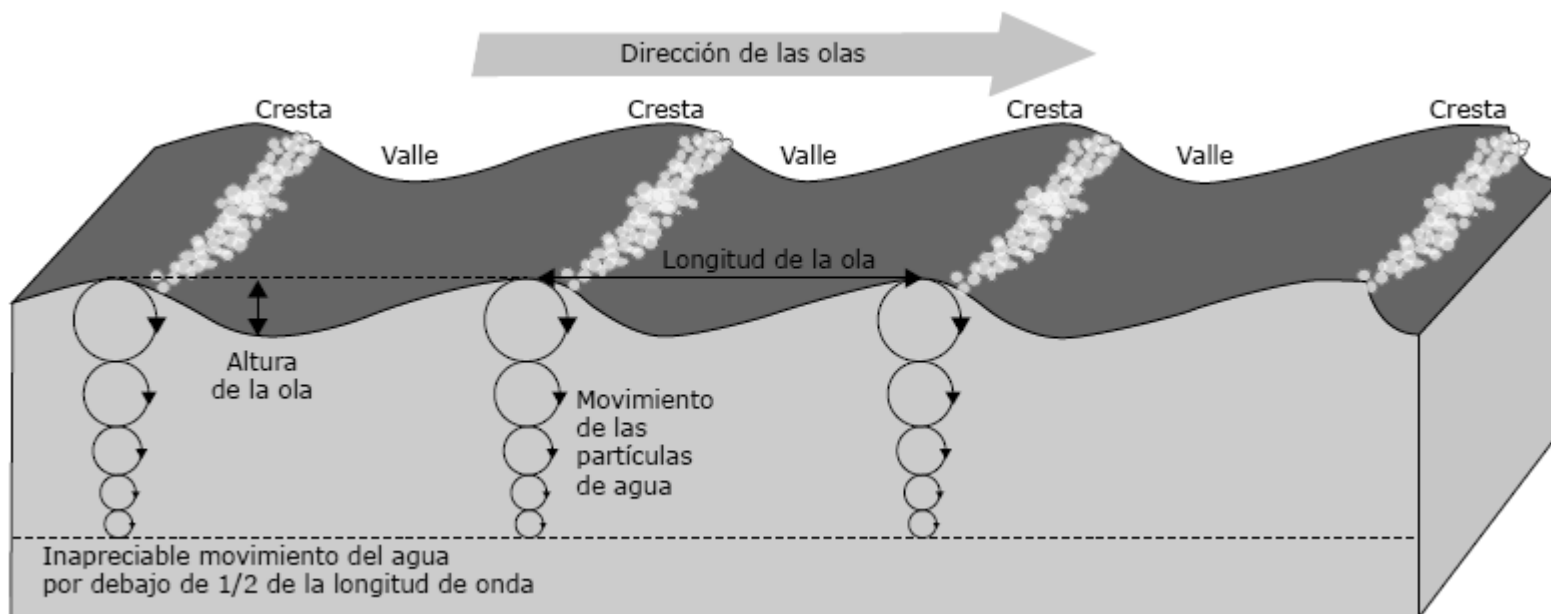




UTN  
FRRQ

# Energía Undimotriz

Es la energía que poseen las olas que se producen en la superficie del mar provocadas por los vientos.



La potencia por metro de frente de ola se expresa como:

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H^2 T$$

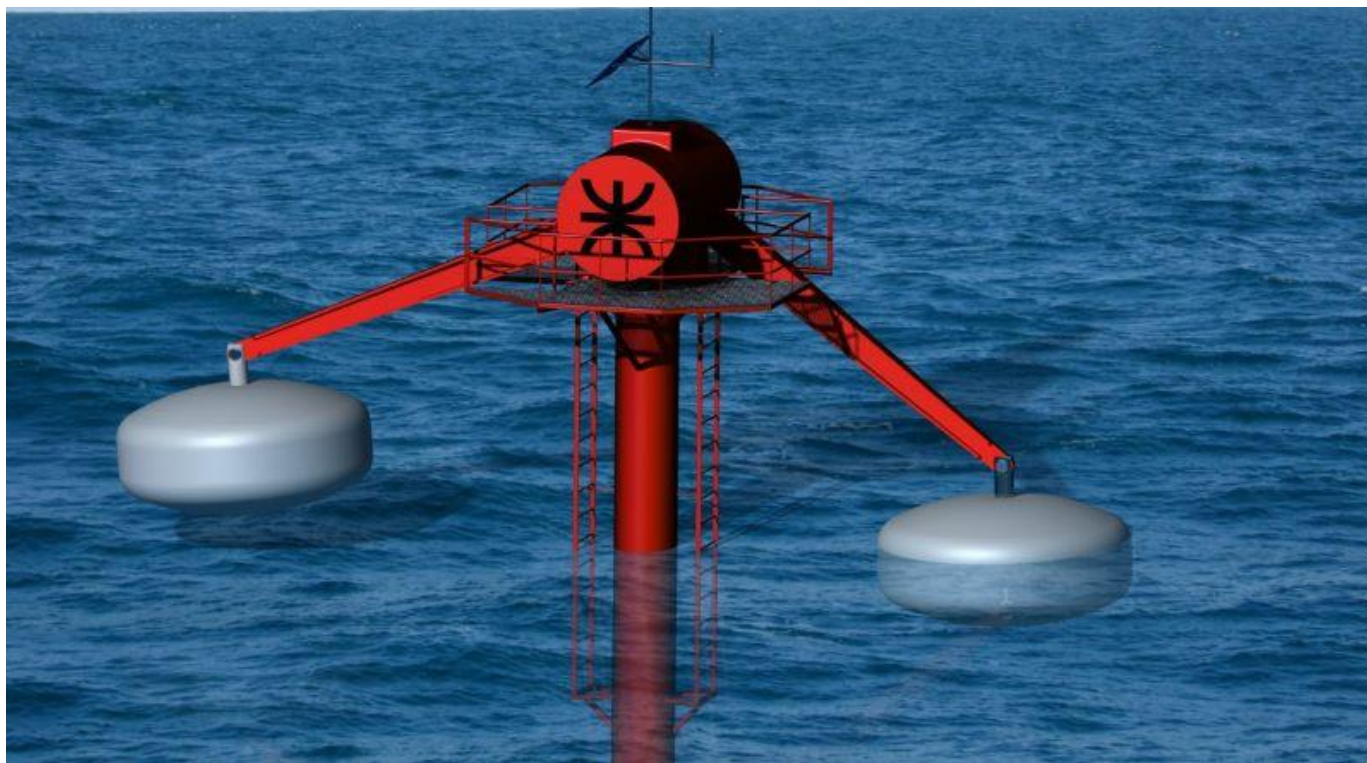
Donde:

- P = potencia por metro de frente de ola (W/m)
- $\rho$  (rho) = densidad del agua ( $\approx 1025 \text{ kg/m}^3$  en el mar)
- g = aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
- H = altura significativa de la ola (m)
- T = período de la ola (s)



# UTN.BA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

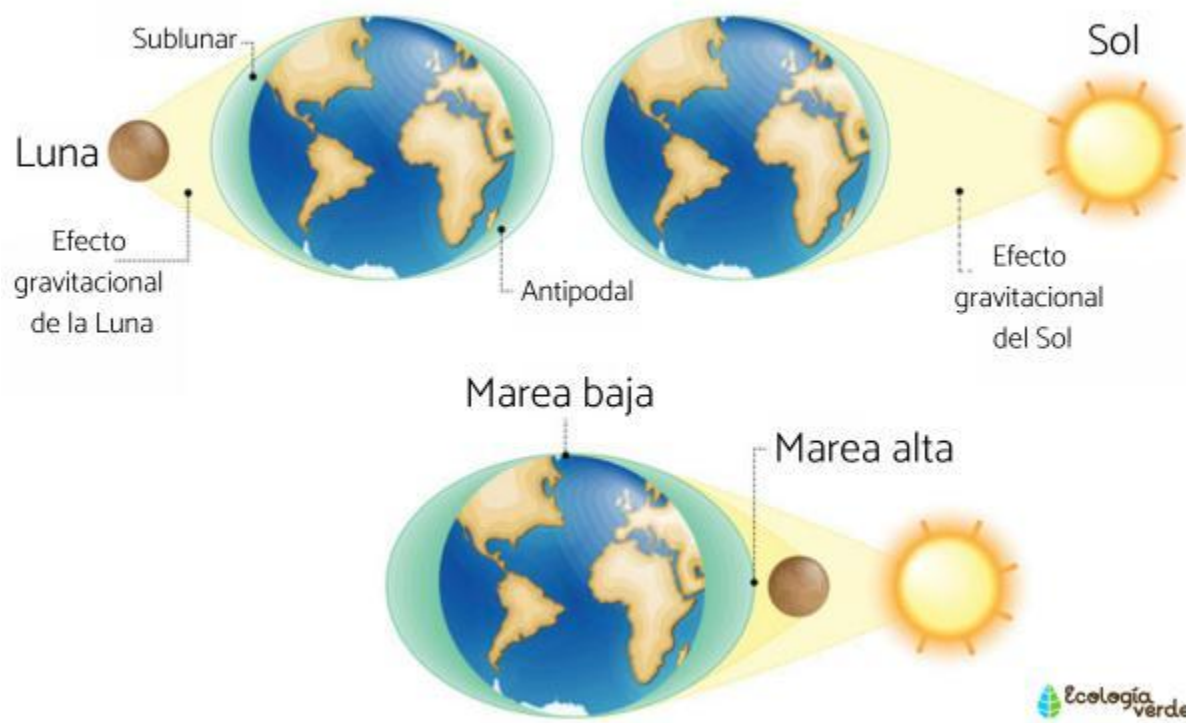




UTN  
FRRQ

# Energía Maremotriz

La energía Maremotriz es la obtenida por el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por las acciones del Sol y de la Luna.

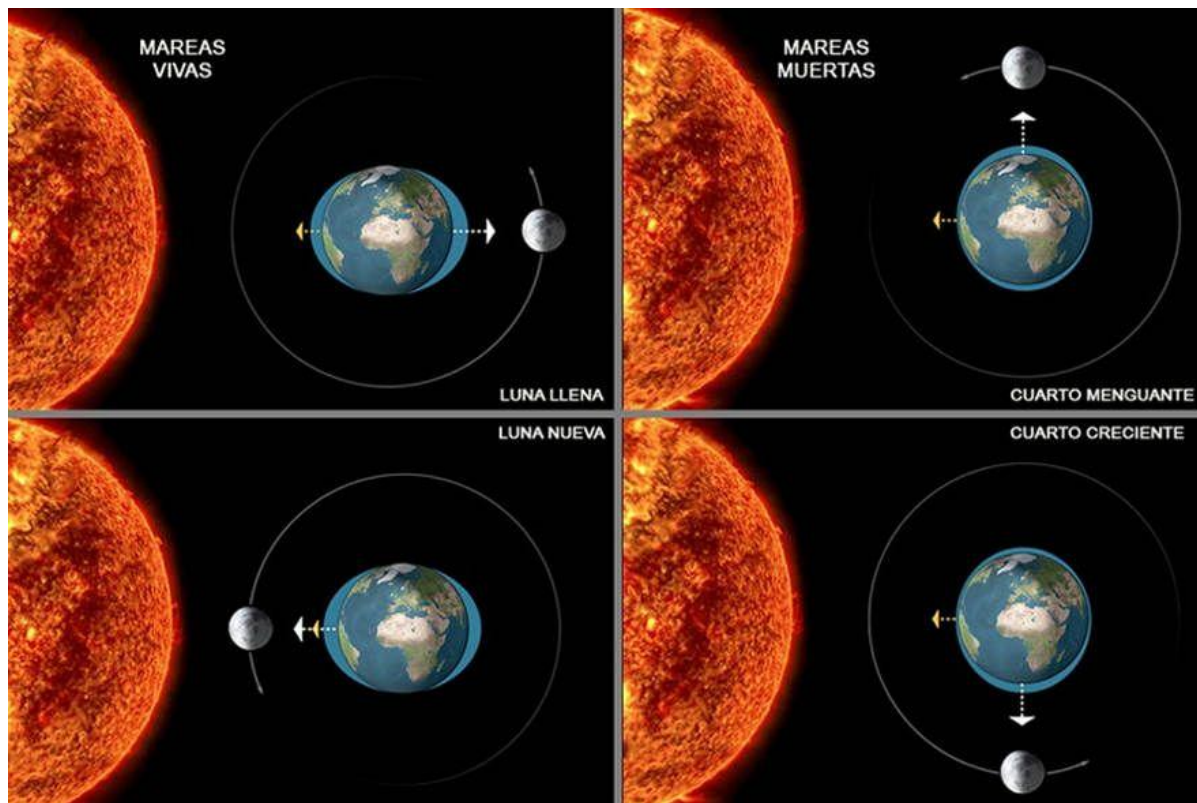






UTN  
FRRQ

## Variación Mensual de la Marea



Fuente: <http://nauticaformacion.es/que-son-las-mareas-descubre-por-que-se-producen-las-mareas/>

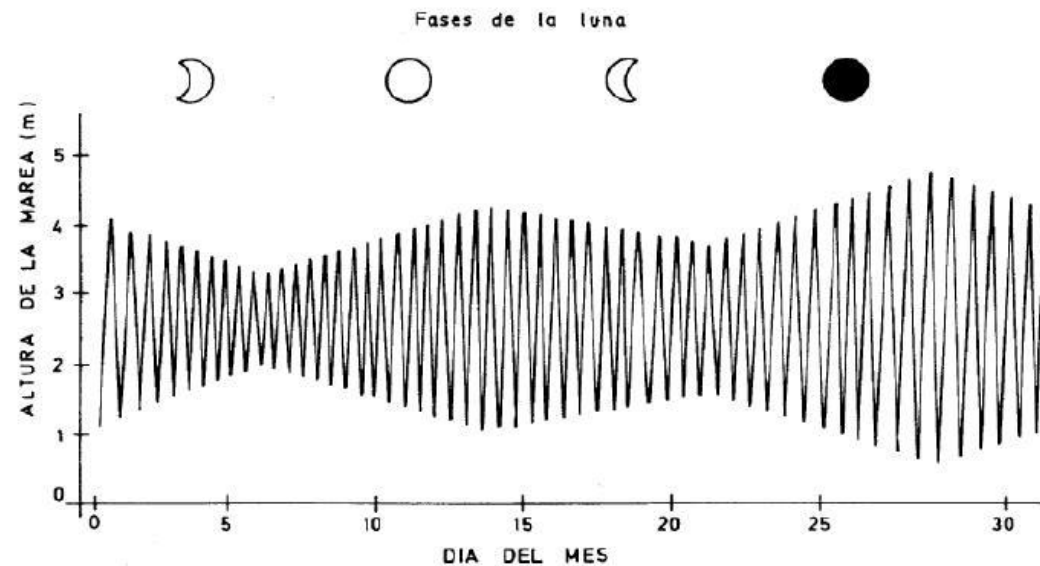


Luna  
Llena

Cuarto  
Menguante

Luna  
Nueva

Cuarto  
Creciente



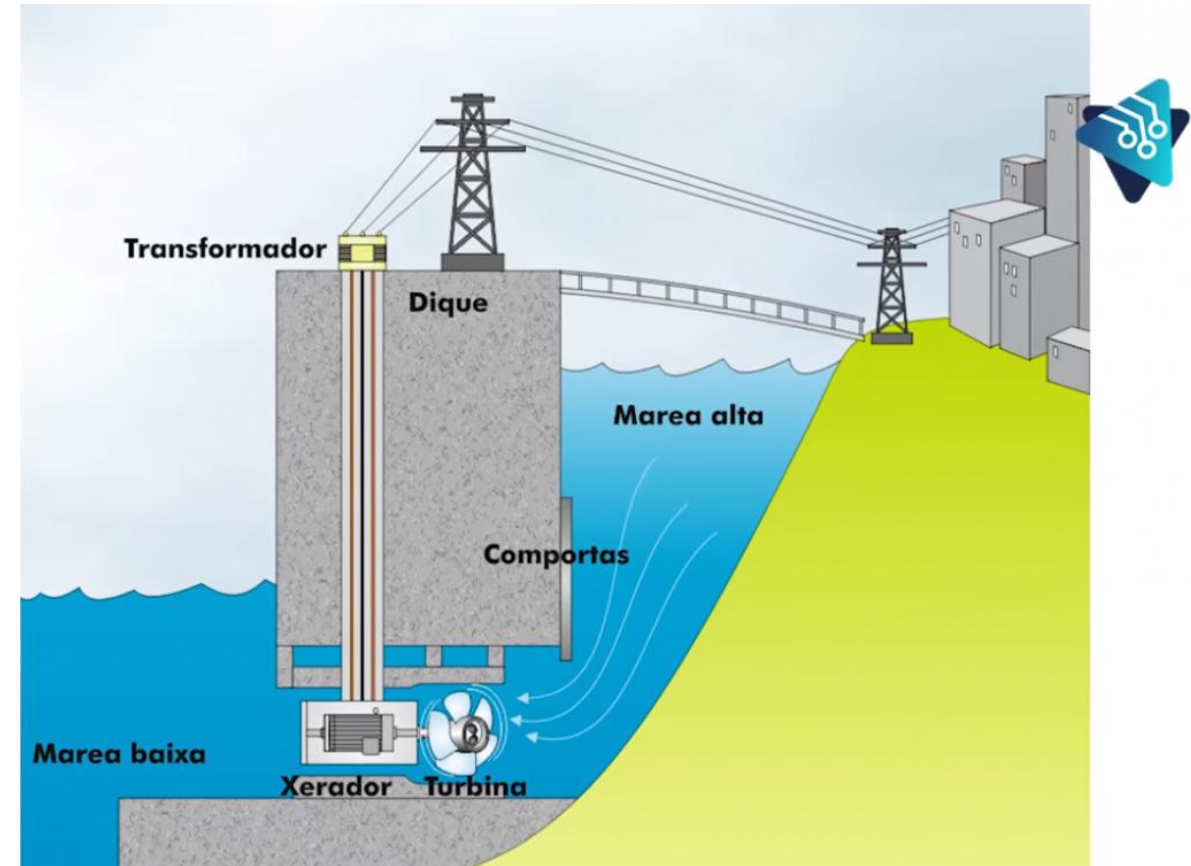
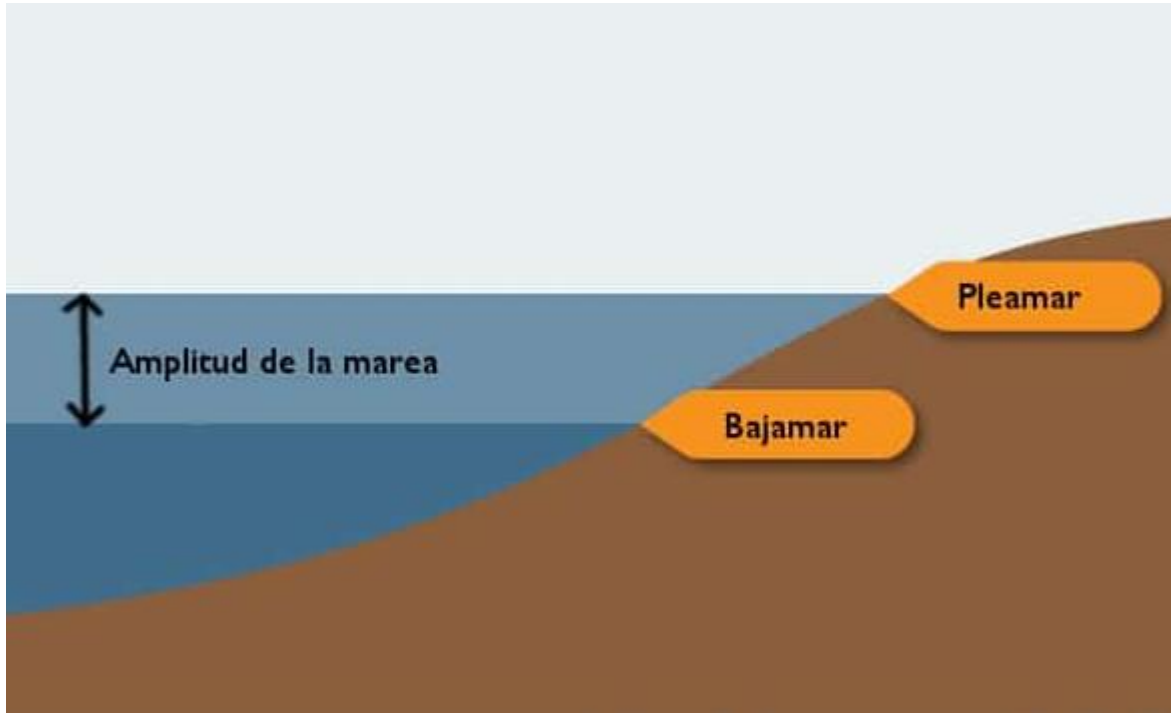
Variación mensual de la marea con una curva regular semi-diurna





UTN  
FRRQ

## Principio de Funcionamiento



# Tema III

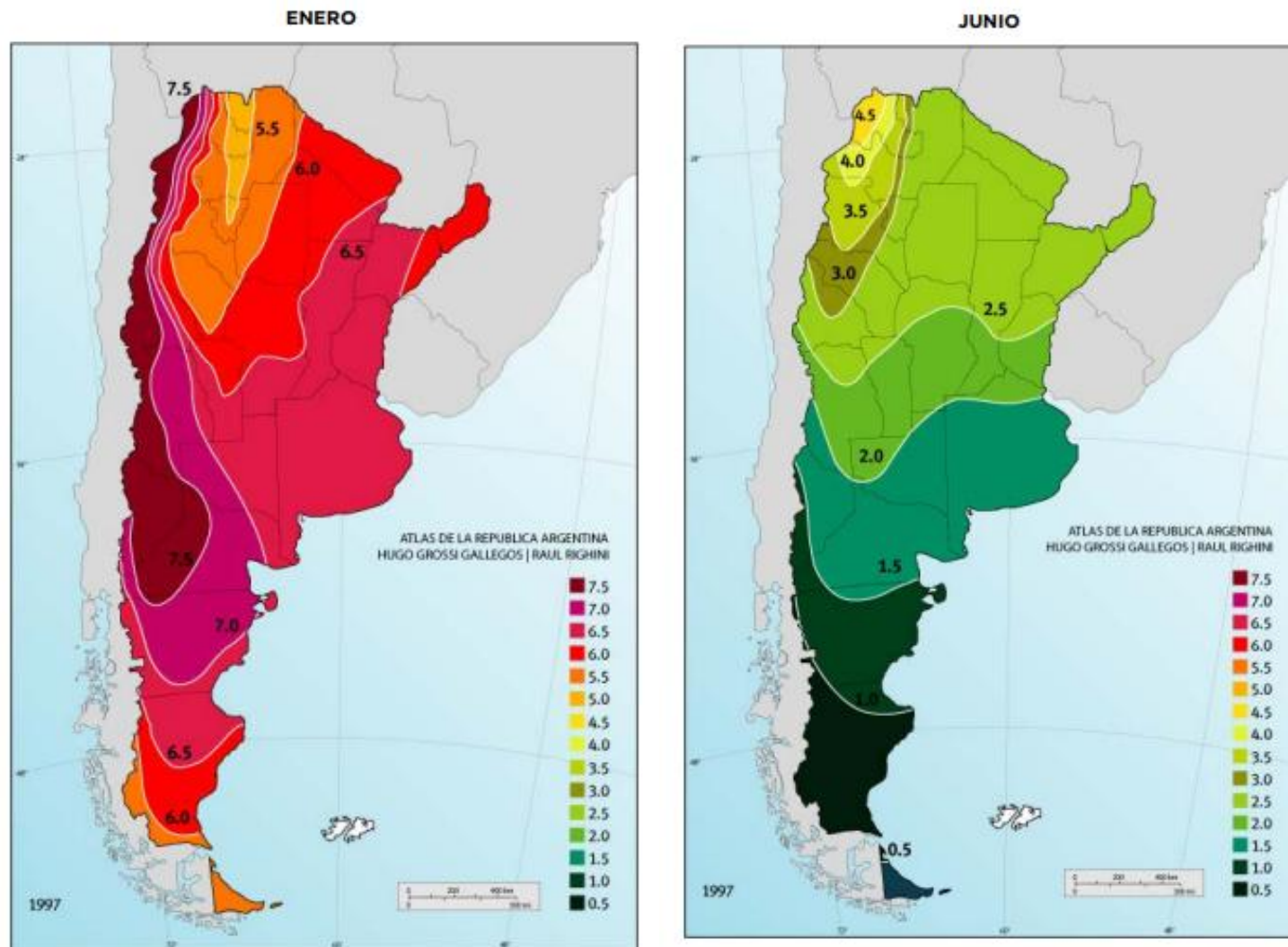
Energía solar Fotovoltaica y Térmica.





UTN  
FRRQ

# Recurso Solar en Argentina



Fuente: Subsecretaria de  
Energías Renovables y  
Eficiencia Energética –  
Secretaria de Energía  
(2019)



# Recurso Solar en Santa Fe

Insolacion media Junio  
(kWh/m<sup>2</sup>/dia)

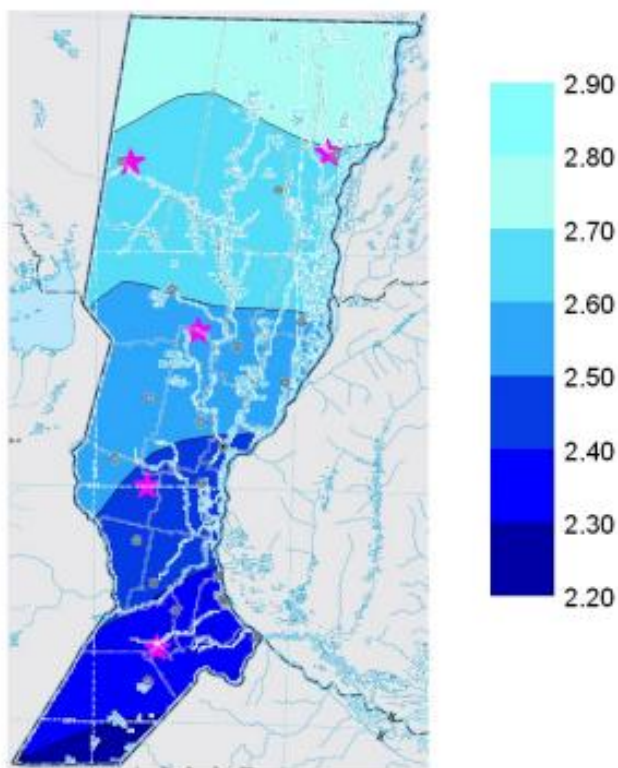


Figura 41: Insolación media diaria, medida en kWh/m<sup>2</sup>/dia, para el mes de Junio.

Insolacion media Enero  
(kWh/m<sup>2</sup>/dia)

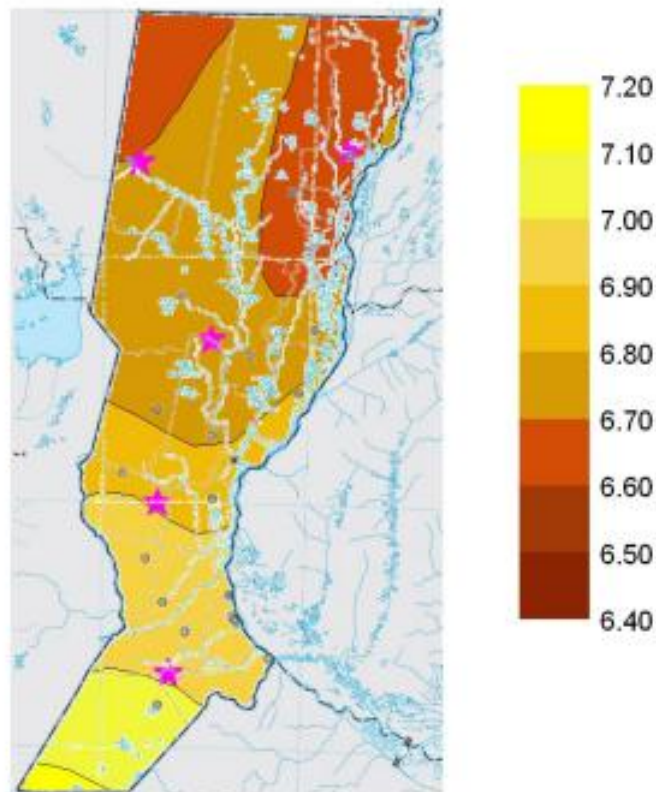
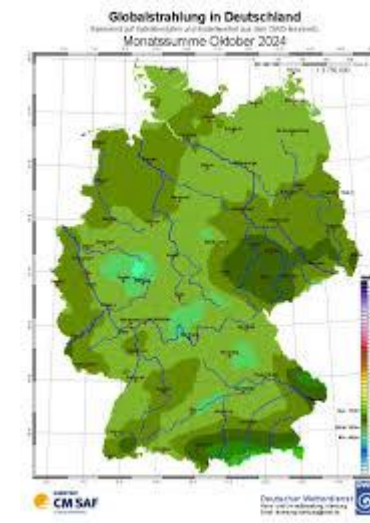


Figura 40: Insolación media diaria, medida en kWh/m<sup>2</sup>/dia, para el mes de Junio.



La radiación media diaria oscila entre 5 y 6kWh/m<sup>2</sup> en verano.

En invierno es de 0,5 a 0,83kW/h.

Fuente:



# Estado de la Red Solarimétrica en la Provincia de Santa Fe

La siguiente tabla resume los valores de radiación global en el plano horizontal.

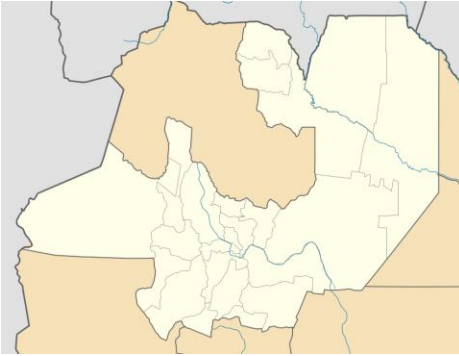
|                |        | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Promedio parcial | Promedio Anual |
|----------------|--------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------------|----------------|
| Tostado        | Medida |       |         | 5,47  | 4,49  | 2,8  | 2,46  | 3,27  | 3,58   | 3,68             |                |
|                | NASA   |       |         | 4,99  | 3,83  | 3,2  | 2,62  | 3,02  | 3,94   | 3,6              | 4,89           |
| Reconquista    | Medida |       | 5,86    | 5,63  | 4,79  | 3,14 | 2,71  | 3,08  | 3,43   | 4,09             |                |
|                | NASA   |       | 5,99    | 5,08  | 3,81  | 3,27 | 2,65  | 3,04  | 3,9    | 3,96             | 4,85           |
| Elisa          | Medida | 7,1   | 5,83    | 5,53  | 4,65  | 3,17 | 2,57  | 3,31  | 3,41   | 4,45             |                |
|                | NASA   | 6,77  | 6,08    | 4,99  | 3,82  | 3,1  | 2,56  | 2,9   | 3,8    | 4,25             | 4,83           |
| Cañada Rosquín | Medida | 7,42  | 5,51    | 5,04  | 4,09  | 3    | 2,63  | 2,92  | 3,06   | 4,21             |                |
|                | NASA   | 6,97  | 6,1     | 5,01  | 3,79  | 2,93 | 2,43  | 2,77  | 3,69   | 4,21             | 4,79           |
| Firmat         | Medida | 6,72  | 5,94    | 4,65  | 3,28  | 1,94 | 2,39  | 2,52  | 2,89   | 3,85             |                |
|                | NASA   | 7,05  | 6,23    | 4,99  | 3,77  | 2,83 | 2,31  | 2,66  | 3,56   | 4,18             | 4,75           |

**Tabla 2:** Radiación medida en las distintas localidades de la Red Solarimétrica, y comparación con valores obtenidos por la NASA. Los valores están dados en HSP (hora solar pico).

Fuente:



Salta



Santa Fe



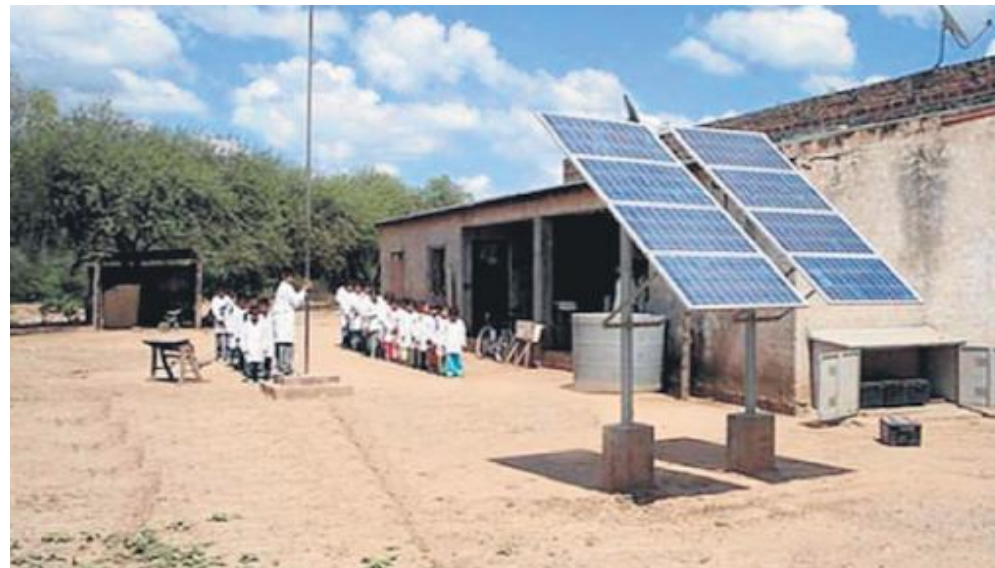
Energía = Potencia x tiempo (HSP)

Energía = 330W x 3,6horas/día = 1188Wh/día

Energía = Potencia x tiempo (HSP)

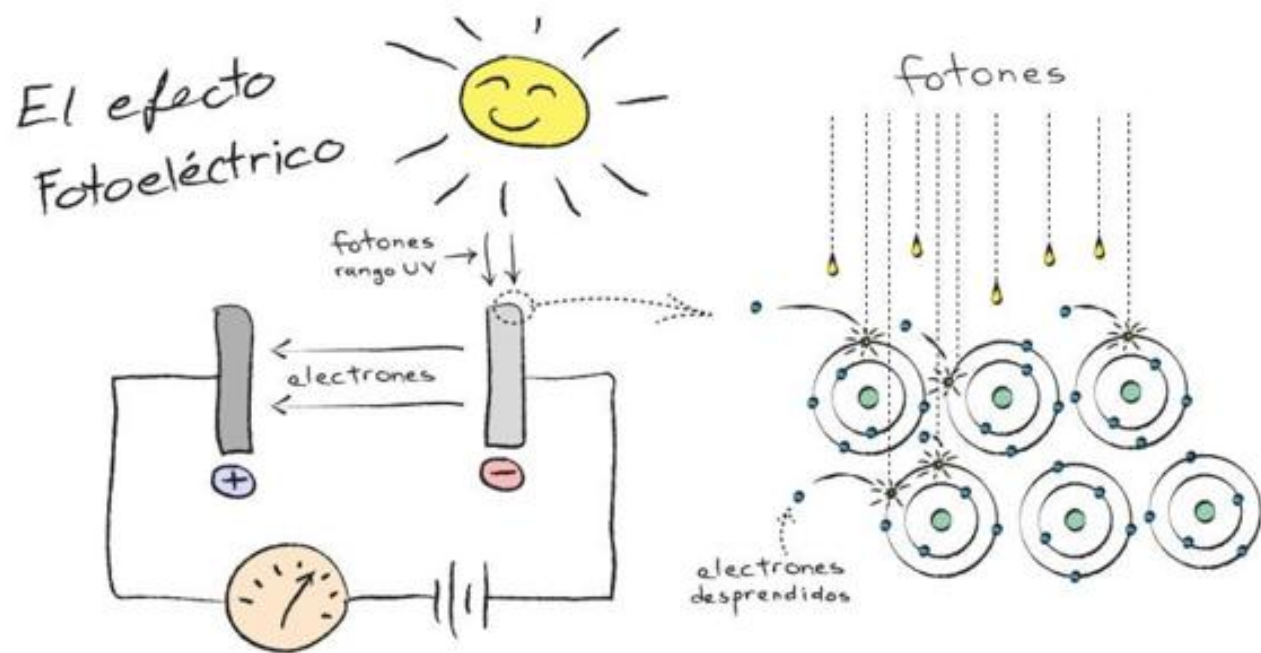
Energía = 330W x 2,9horas/día = 957Wh/día

Peor Situación:  
Invierno.

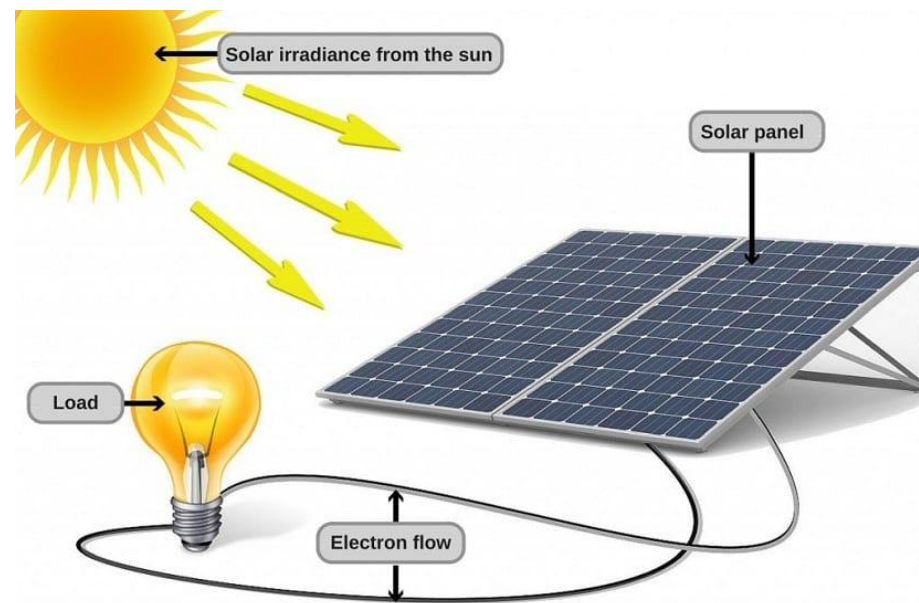




# Energía Solar Fotovoltaica



La explicación teórica de este fenómeno le valió el premio nobel a Albert Einstein.

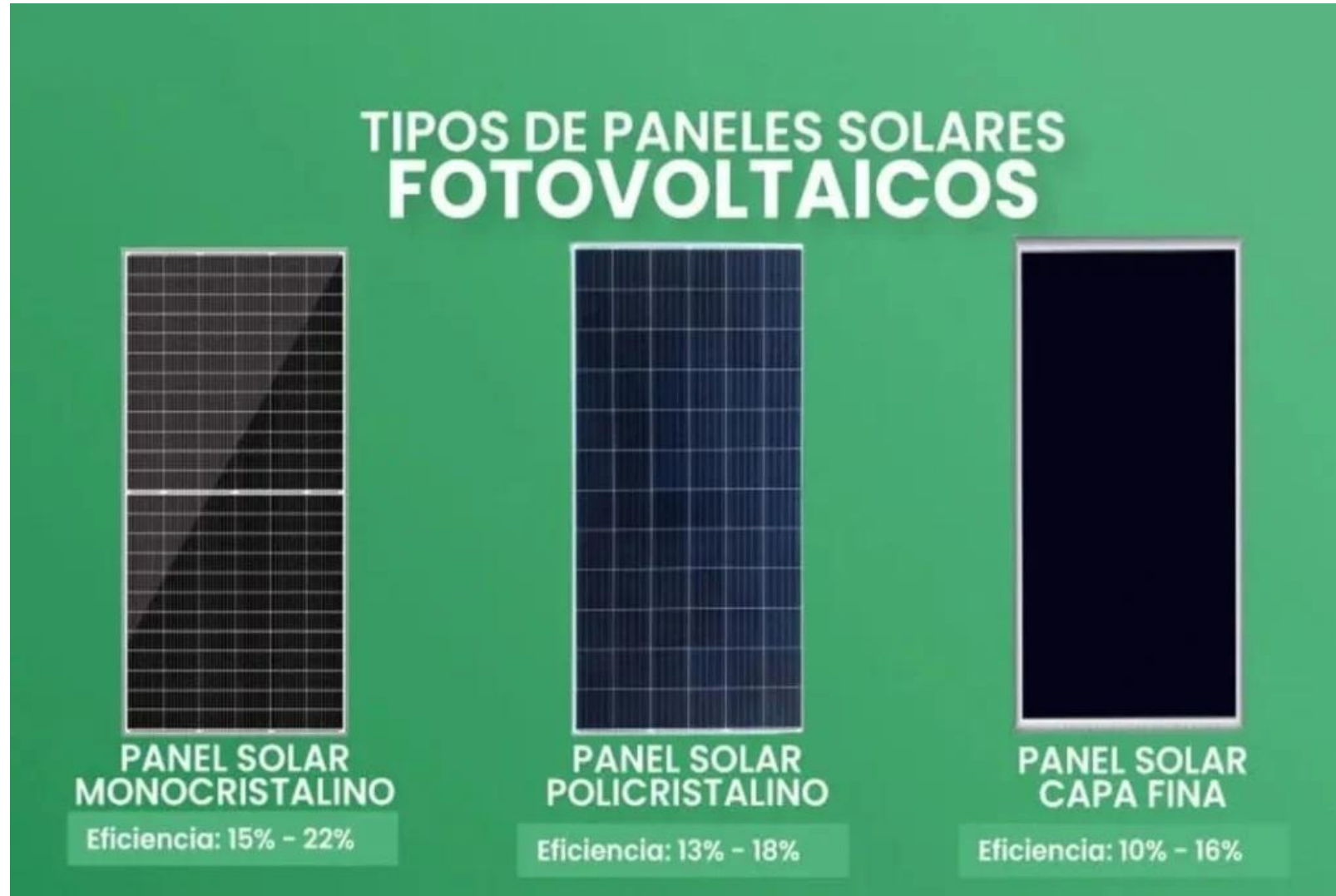


Fenómeno Fotovoltaico.



UTN  
FRRQ

# Continuación

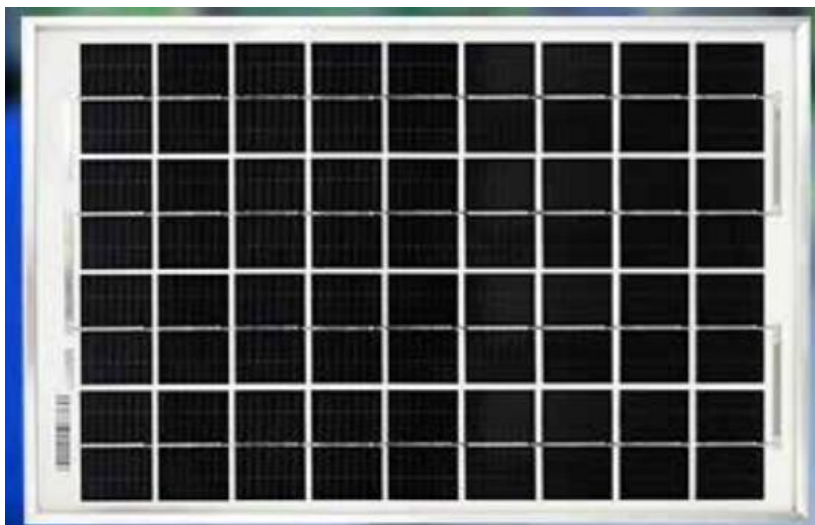


Fuente:  
<https://www.ieiparma.es/blog/tipos-de-paneles-solares/>



# Continuación

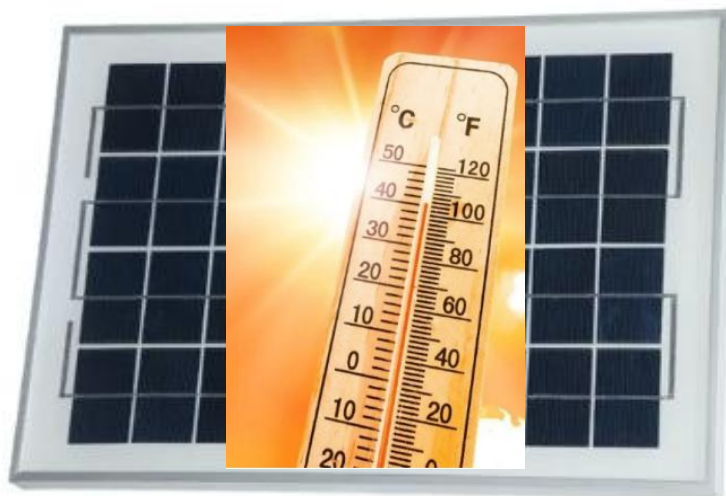
Monocrystalino  
De 10W



| Especificaciones físicas     |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| Celda solar                  | Silicio monocristalino / 36 celdas |
| Material del marco           | Aluminio anodizado                 |
| Color del marco y estructura | Aluminio                           |
| Dimensiones (mm)             | 240 x 350 x 17                     |
| Peso neto (Kg)               | 1.0                                |

**\$37.300** c/IVA

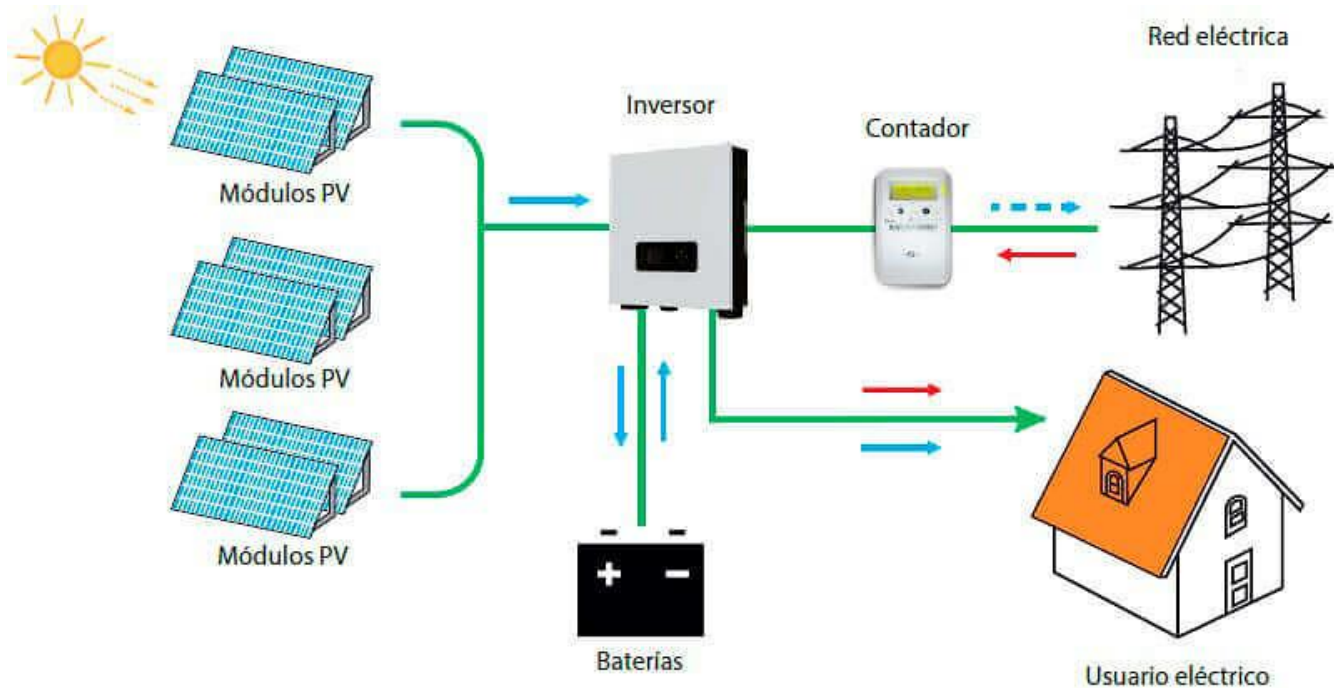
Policristalino  
De 10W



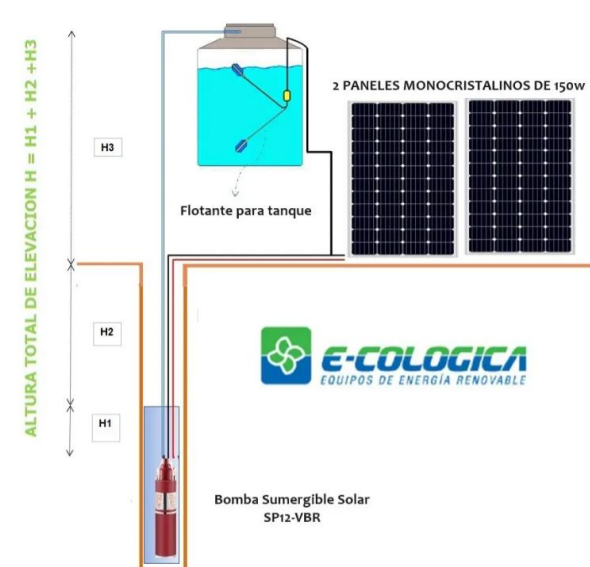
- Unidades por pack: 1
- Formato de venta: Individual
- Potencia máxima: 10 W
- Cantidad de celdas: 36
- Dimensiones: 26cm de ancho x 36cm de largo.
- Pesa 1.2kg.

**\$22.716<sup>40</sup>** **5% OFF**

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica



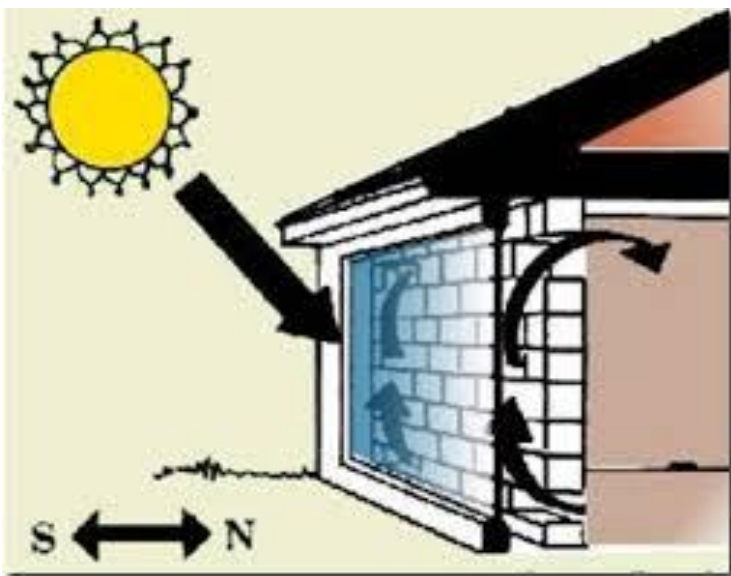
Fuente: [www.mercantilelectrico.com/inversor-solar-hibrido-3.6kw-con-acumulacion-monofasico-230v-retelec-mgea3.6khd.html](http://www.mercantilelectrico.com/inversor-solar-hibrido-3.6kw-con-acumulacion-monofasico-230v-retelec-mgea3.6khd.html)





UTN  
FRRQ

# Energía Solar Térmica - Pasiva



Calefacción solar



Cocción solar



Climatización de piscinas.



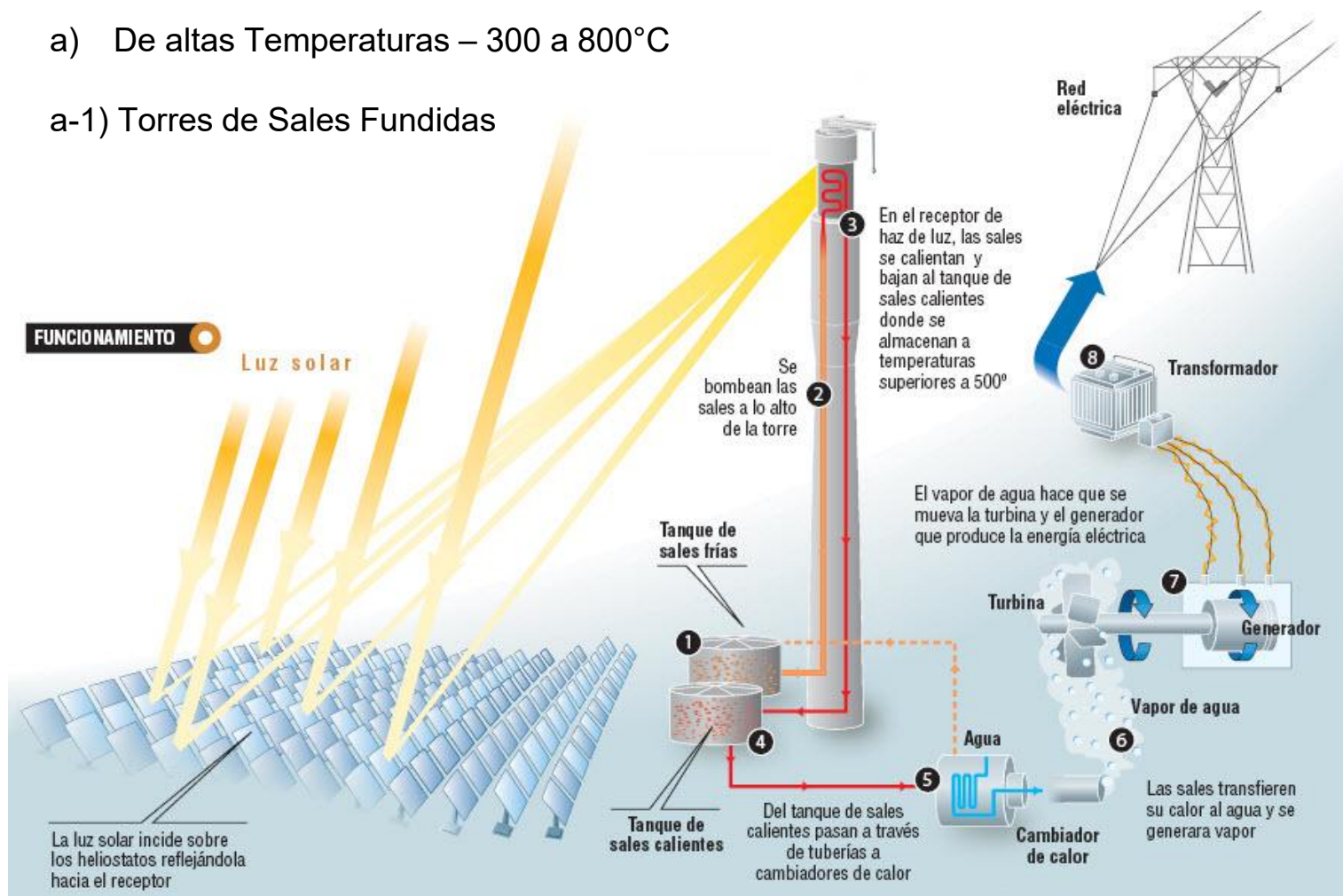


UTN  
FRRQ

# Energía Solar Térmica – Generación eléctrica

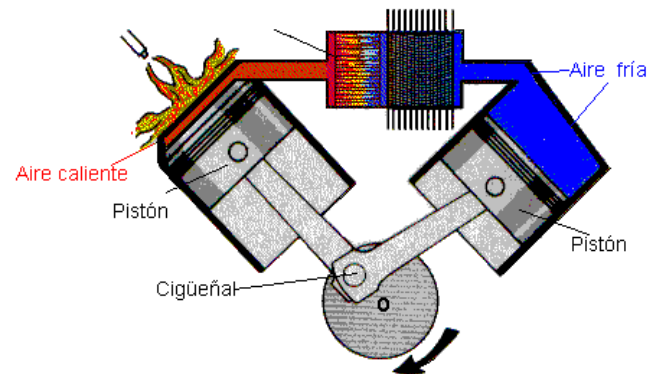
a) De altas Temperaturas – 300 a 800°C

a-1) Torres de Sales Fundidas





## a-2) Disco Stirling



Motor Stirling





UTN  
FRRQ

## Energía Solar Térmica – Generación eléctrica

b) De media temperaturas – 90 a 300°C, *Tecnología CCP*



Concentradores cilíndrico parabólicos.

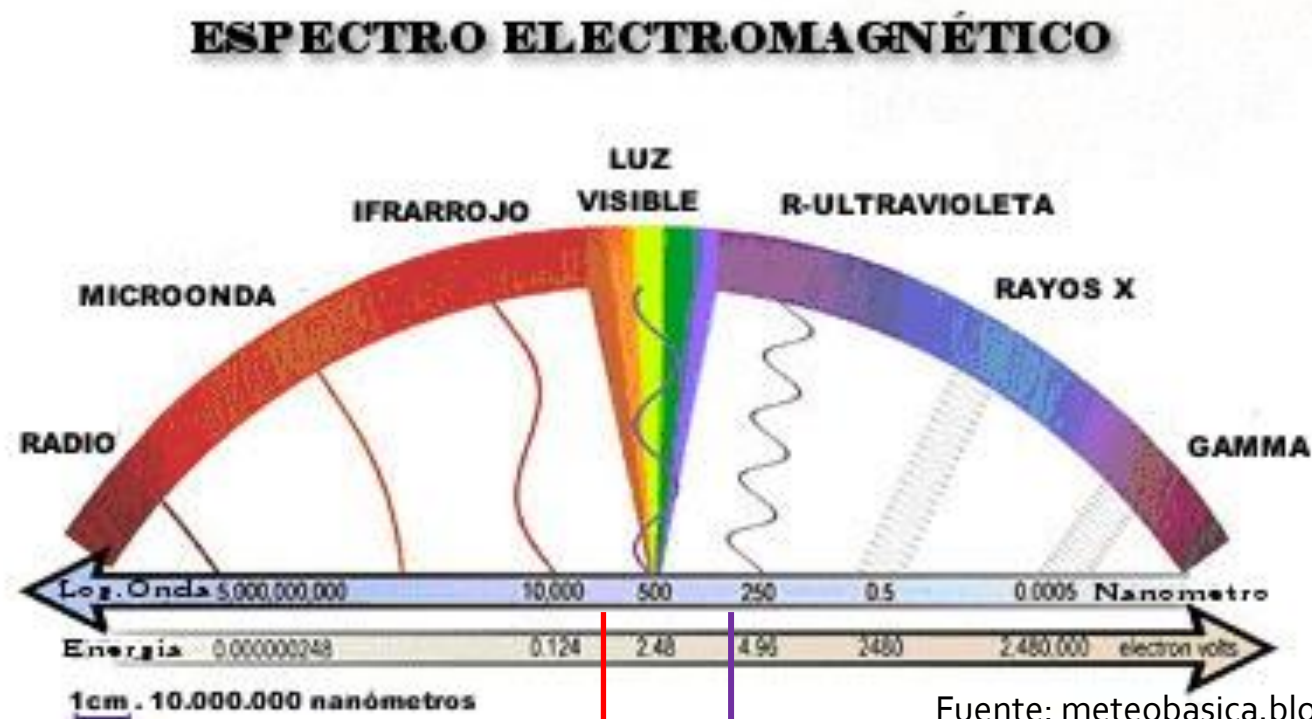
# Tema IV

Nuevas Tecnologías





## Célula Tradicional de Silicio



Fuente: es.wikipedia.org

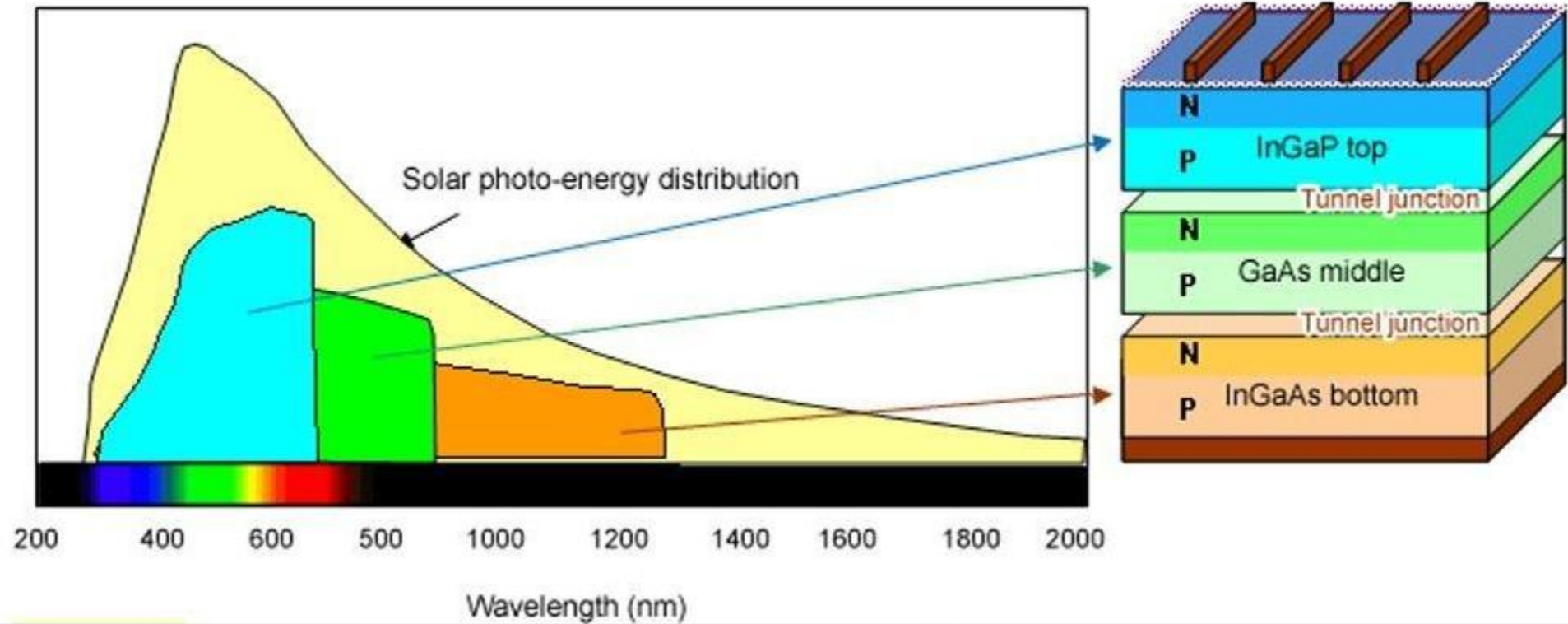
Fuente: meteobasica.blogspot.com



700 nm 300 nm

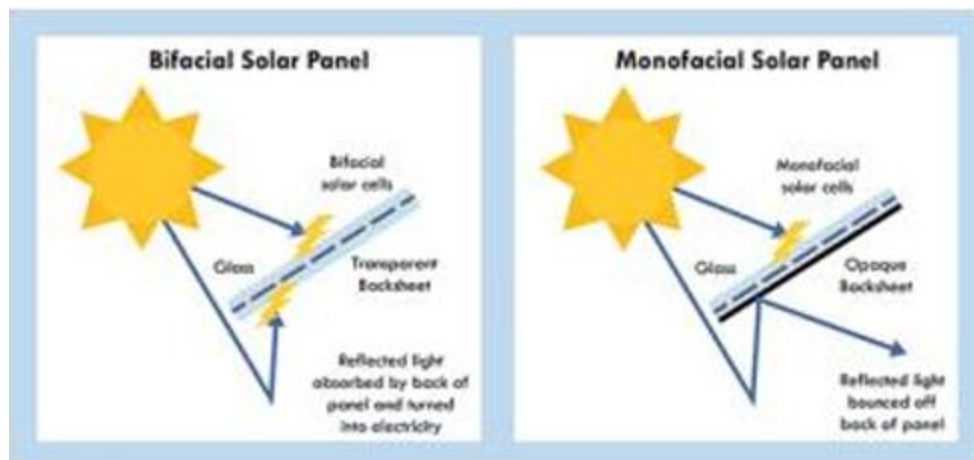


## Células Multi-unión.



Fuente: Tech – Universidad Tecnológica  
Diplomado en Energía Solar Fotovoltaico, sistemas aislados y conectados a Red.

## Paneles Fotovoltaico Bifaciales



Fuente: Tech – Universidad Tecnológica  
Diplomado en Energía Solar Fotovoltaico, sistemas  
aislados y conectados a Red.



# Conclusiones

Argentina posee un alto potencial en energías renovables, destacándose especialmente la energía eólica en la Patagonia, la solar en el Norte y Cuyo, y en menor medida el aprovechamiento de recursos como la biomasa y los biocombustibles. Estas fuentes representan una oportunidad estratégica para diversificar la matriz energética, reducir emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la seguridad energética del país como así también favorecer a la Generación Distribuida.







# MUCHAS GRACIAS

