

I Olimpíada da Enerxía

Escola de Exeñaría de Minas e Enerxía

Curso 2024 - 2025



LIÑA TEMÁTICA 3

Producción de enerxía térmica

Coordinadores

Raquel Pérez Orozco

Francisco Deive

Investigadores do equipo

Ana Rodríguez Rodríguez

Salomé Álvarez Álvarez

Asunción Longo González

Proxecto financiado no marco das axudas da FECYT, en réxime de concurrencia competitiva, para a realización de actividades no ámbito do fomento da cultura científica, tecnolóxica e da innovación, referencia FCT-23-19535.



TEMÁTICA
3

Producción de
enerxía térmica



TEMA 2. SISTEMAS PARA A CONVERSIÓN DA ENERXÍA TÉRMICA

CONTIDOS

1. Introducción.
 - Ciclo enerxético
 - Fontes e Recursos enerxéticos
2. [Sistemas para a conversión da enerxía térmica](#)
3. Fundamentos da combustion
4. Combustibles convencionais
5. Novos combustibles
6. Emisións da combustión

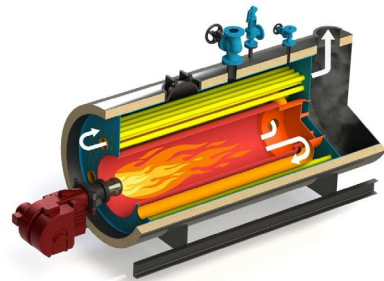


Sistemas para a conversión da enerxía térmica

APROVEITAMENTO DIRECTO DA EN. TÉRMICA

Caldeiras

Calefacción, ACS ou procesos industriais



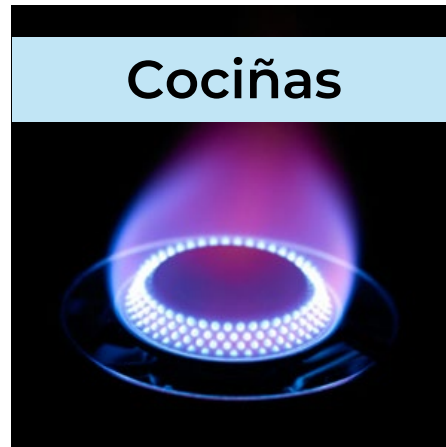
Fornos



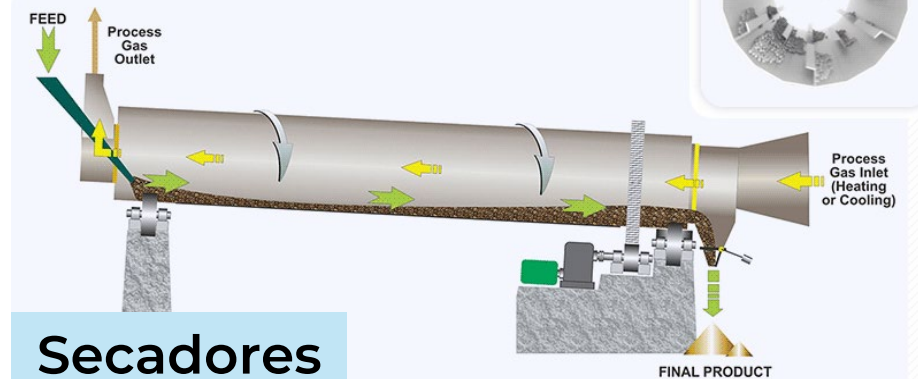
Estufas



Cociñas



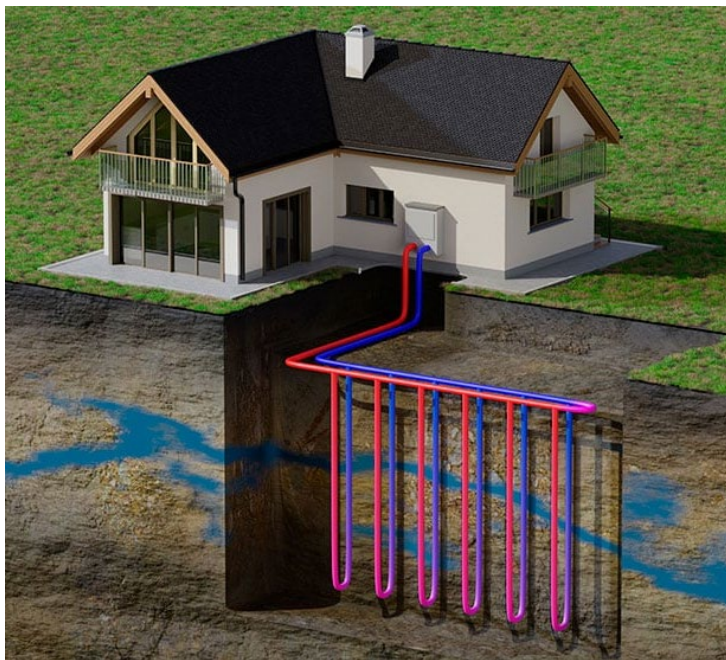
ROTARY DRYER WORKING PRINCIPLE



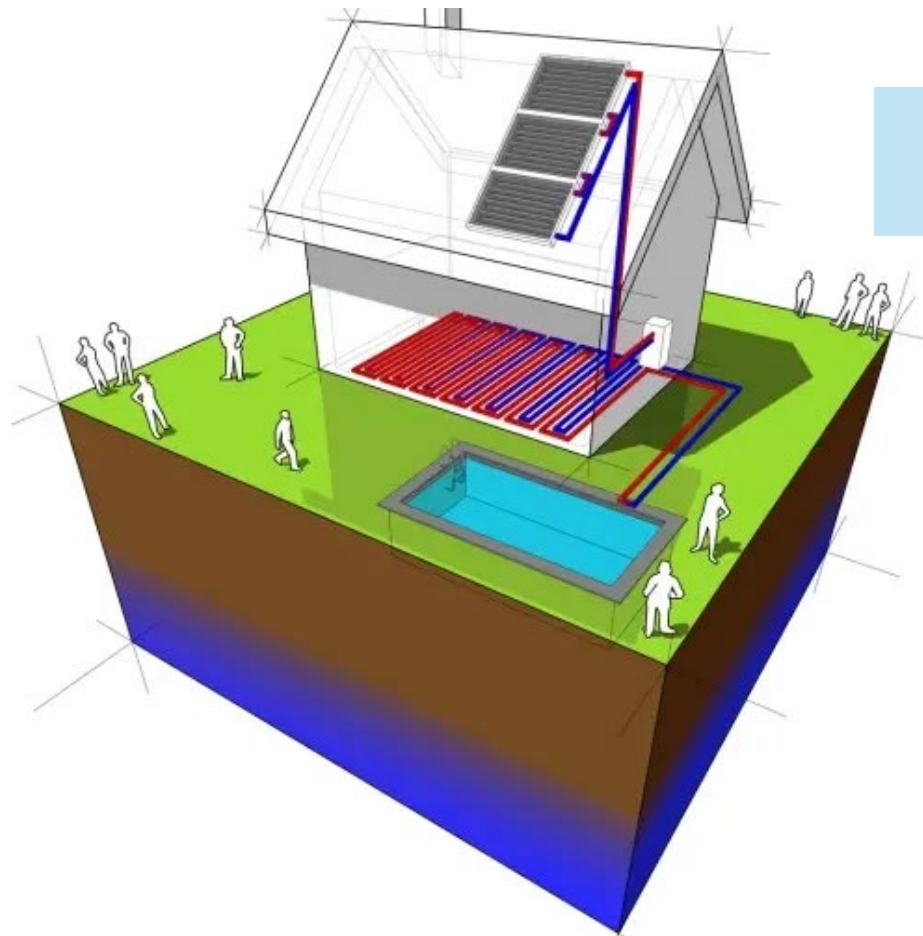
Secadores

Xeotermia

Calefacción, ACS



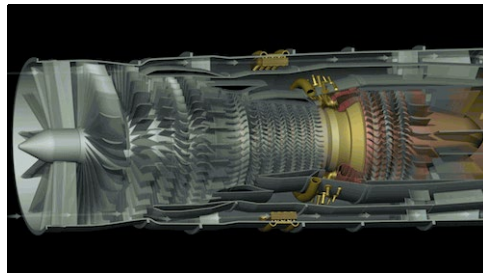
Solar Térmica



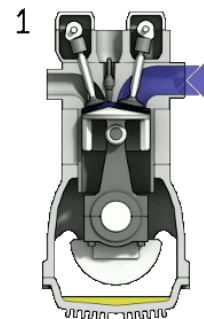
Fonte Imaxe xeotermia: <https://www.geotermiavertical.es/aplicaciones-energia-geotermica/>

CONVERSIÓN DE EN. TÉRMICA NOUTRO TIPO DE ENERXÍA

Ciclos de GAS



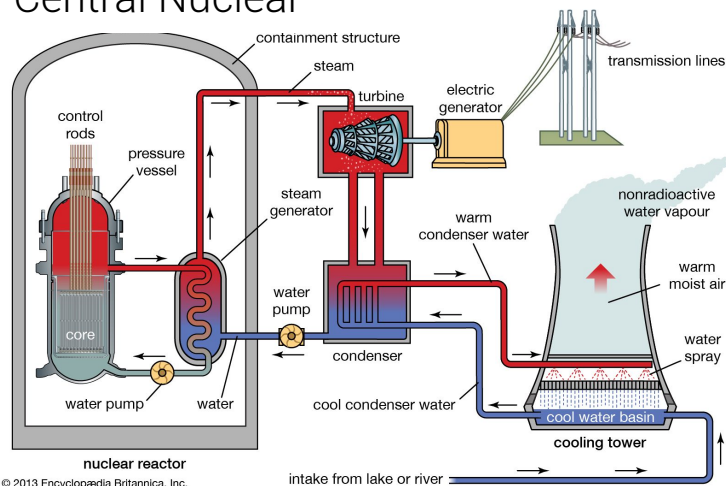
Turbina de Gas



Motor

Ciclos de VAPOR

Central Nuclear



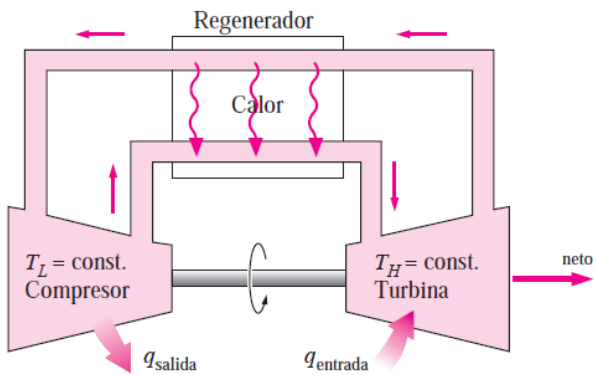
Central Térmica de carbón



Central Termosolar

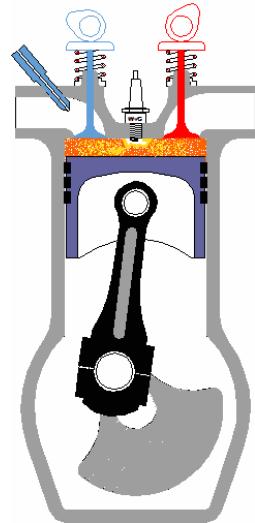


CICLOS DE GAS – MOTORES DE COMBUSTIÓN



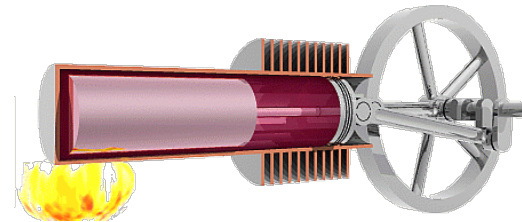
Ericsson

Combustión externa



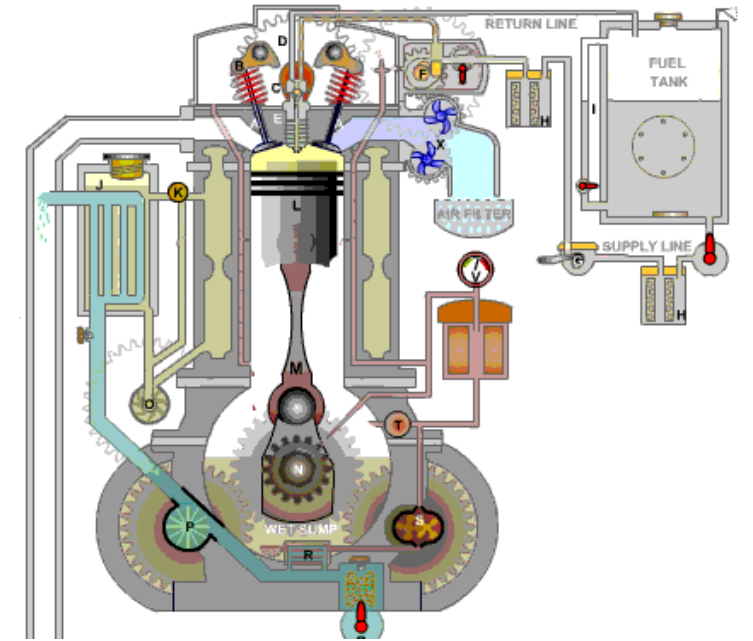
Otto

Combustión interna,
encendido provocado



Stirling

Combustión externa



Diésel

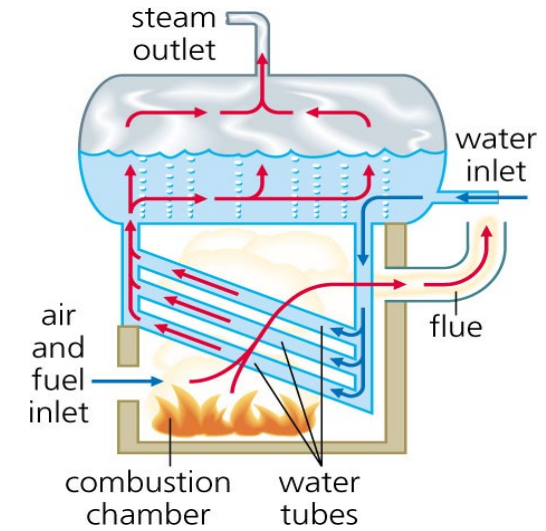
Combustión interna,
encendido por compresión

CALDEIRAS. CLASIFICACIÓN

Clasificación. DISTRIBUCIÓN FUMOS-FLUÍDO

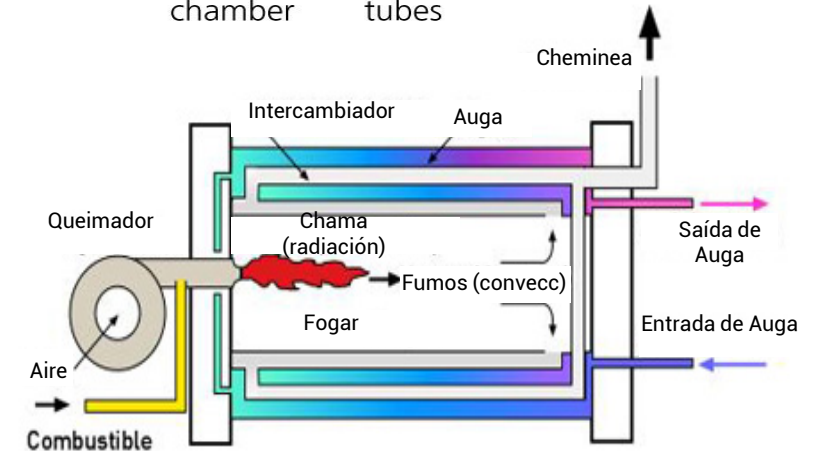
Acuotubulares

- Aquelas nas que o fluído de traballo se despraza a través de tubos durante o seu quentamento.
- Son as máis utilizadas nas centrais termoeléctricas, xa que permiten gran capacidade de xeración de enerxía.
- O corpo central é unha cámara de combustión, que está percorrida por tubos, polo interior dos cales circula auga.

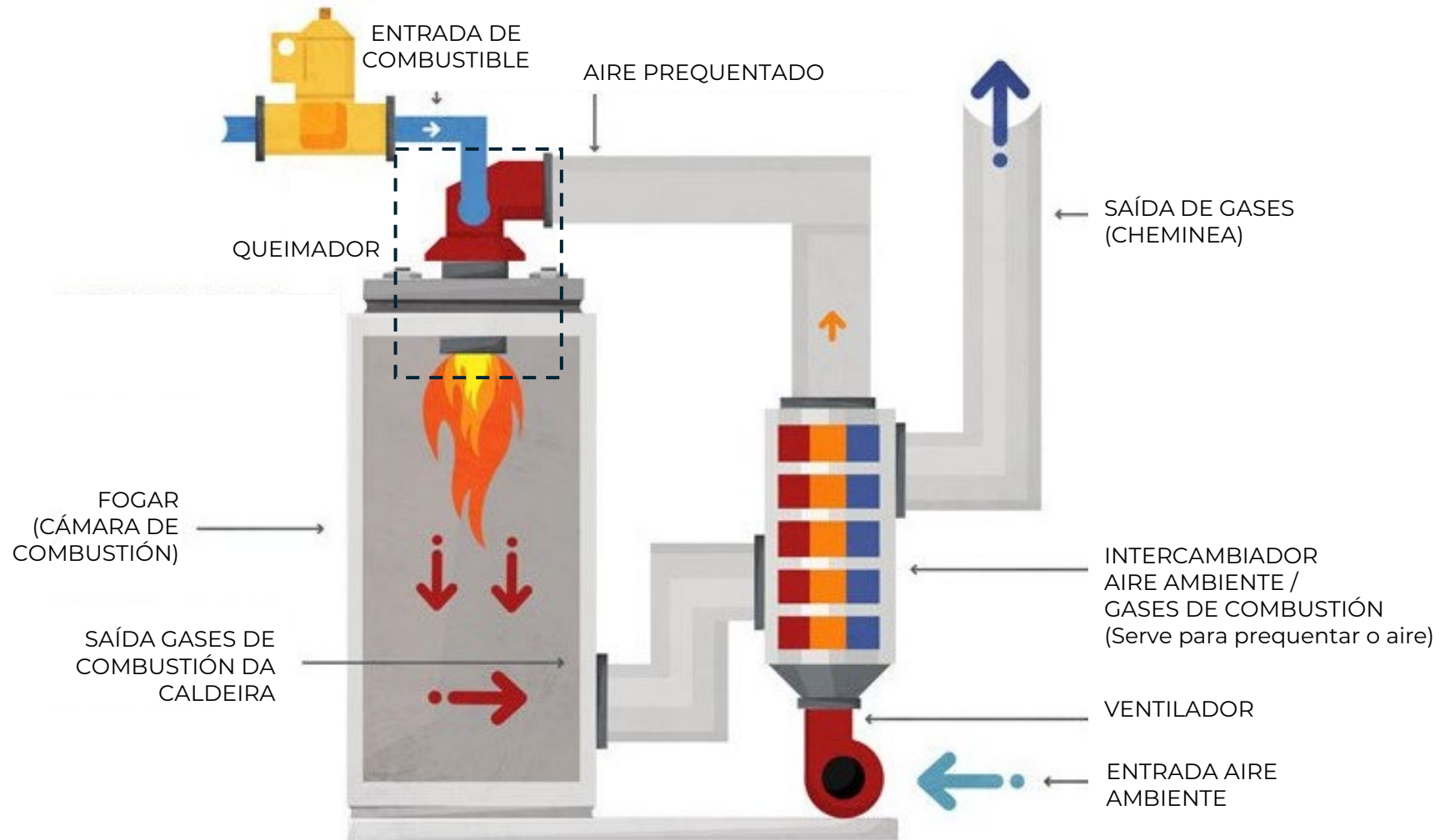


Piro-tubulares

- Fumitubulares, de tubos de fumo ou de tubos de lume.
- O corpo da caldeira é un depósito de auga, o cal está percorrido por tubos polos que circulan os gases.
- Son as máis empregadas a nivel doméstico



CALDEIRAS PARA EDIFICACIÓN. PARTES

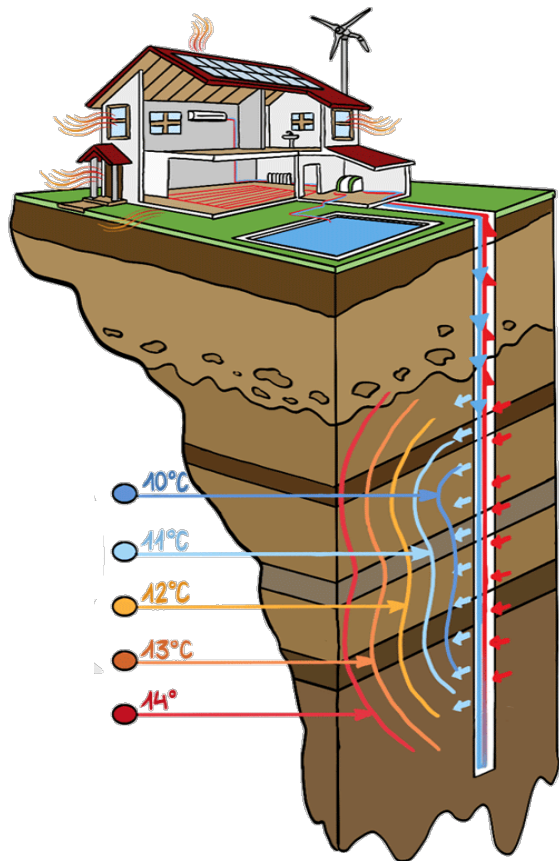


XEOTERMIA

DEFINICIÓN de XEOTERMIA

- ▶ **Directiva 2009/28/UE:** “Enerxía almacenada en forma de calor baixo a superficie da terra sólida.”
- ▶ Forma de Enerxía renovable que aproveita a calor xerada no interior da Terra

- ▶ **Gradiente xeotérmico:** Proporción na que aumenta a temperatura no interior do planeta a media que se incrementa a profundidade.
- ▶ No primeiros 5-10 metros, está suxeito á influencia da temperatura exterior.
- ▶ Ata os 50 m, a temperatura non sofre oscilacións, manténdose estable arredor dos 10-13°C.
- ▶ A partir dos 50 m, o gradiente toma valores aproximados de 2,5-3°C por cada 100 m.



XEOTERMIA

DEFINICIÓN de XEOTERMIA

ALTA
TEMPERATURA

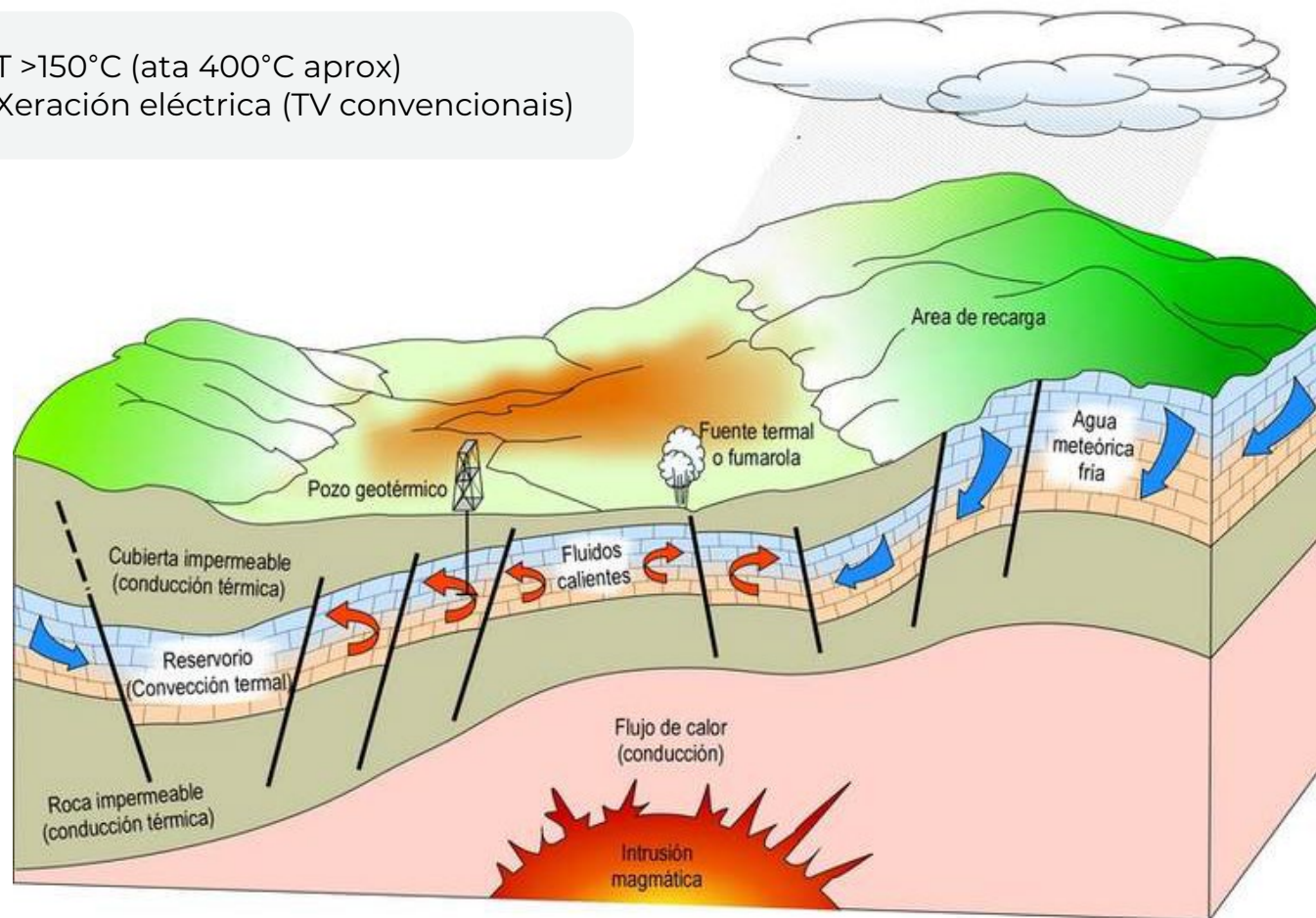
- $T > 150^{\circ}\text{C}$ (ata 400°C aprox)
- Xeración eléctrica (TV convencionais)

Requisitos

- ▶ Teito composto de rochas impermeables
- ▶ Depósito (acuífero) de elevada permeabilidade e profundidade entre 300 e 2000 m
- ▶ Rochas fracturadas que permitan a circulación dos fluídos.
- ▶ Fonte de calor próxima (3-10 km profundidade, a $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$)

Problema:

Recurso limitado pola xeoloxía



XEOTERMIA

MEDIA TEMPERATURA

- ▶ $150^{\circ}\text{C} > T > 90^{\circ}\text{C}$
- ▶ Xeración eléctrica en ciclos binarios
- ▶ Uso térmico directo en procesos industriais e climatización

- ▶ Xa que a temperatura do fluído é menor, o rendemento da conversión vapor-electricidade é menor que nos de alta temperatura

BAIXA TEMPERATURA

- ▶ $90^{\circ}\text{C} > T > 30^{\circ}\text{C}$
- ▶ Uso térmico directo en procesos industriais e climatización

- ▶ Aproveitable en zonas moito máis amplas do planeta (todas as cuncas sedimentarias)
- ▶ Emprego para calefacción en Islandia e Francia

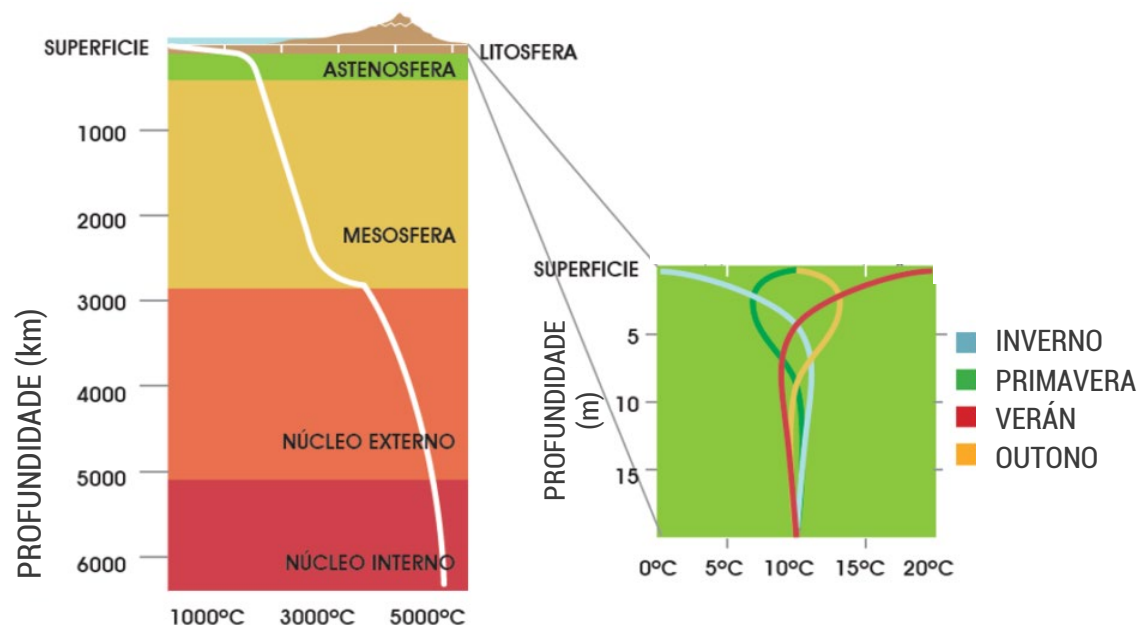
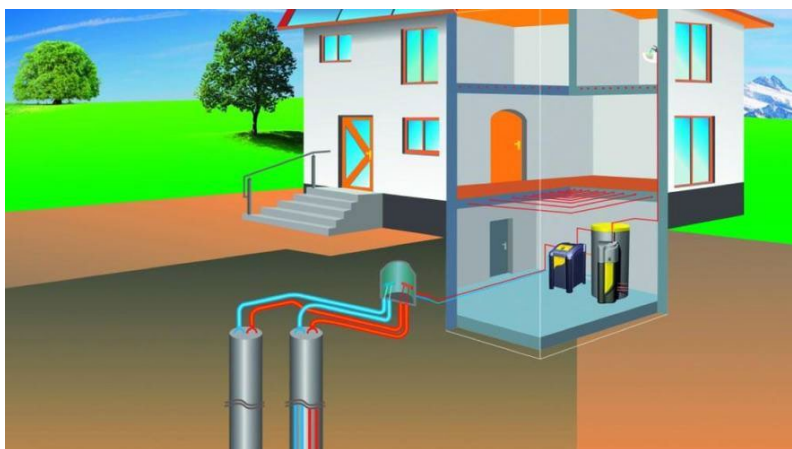


XEOTERMIA

MOI BAIXA
TEMPERATURA

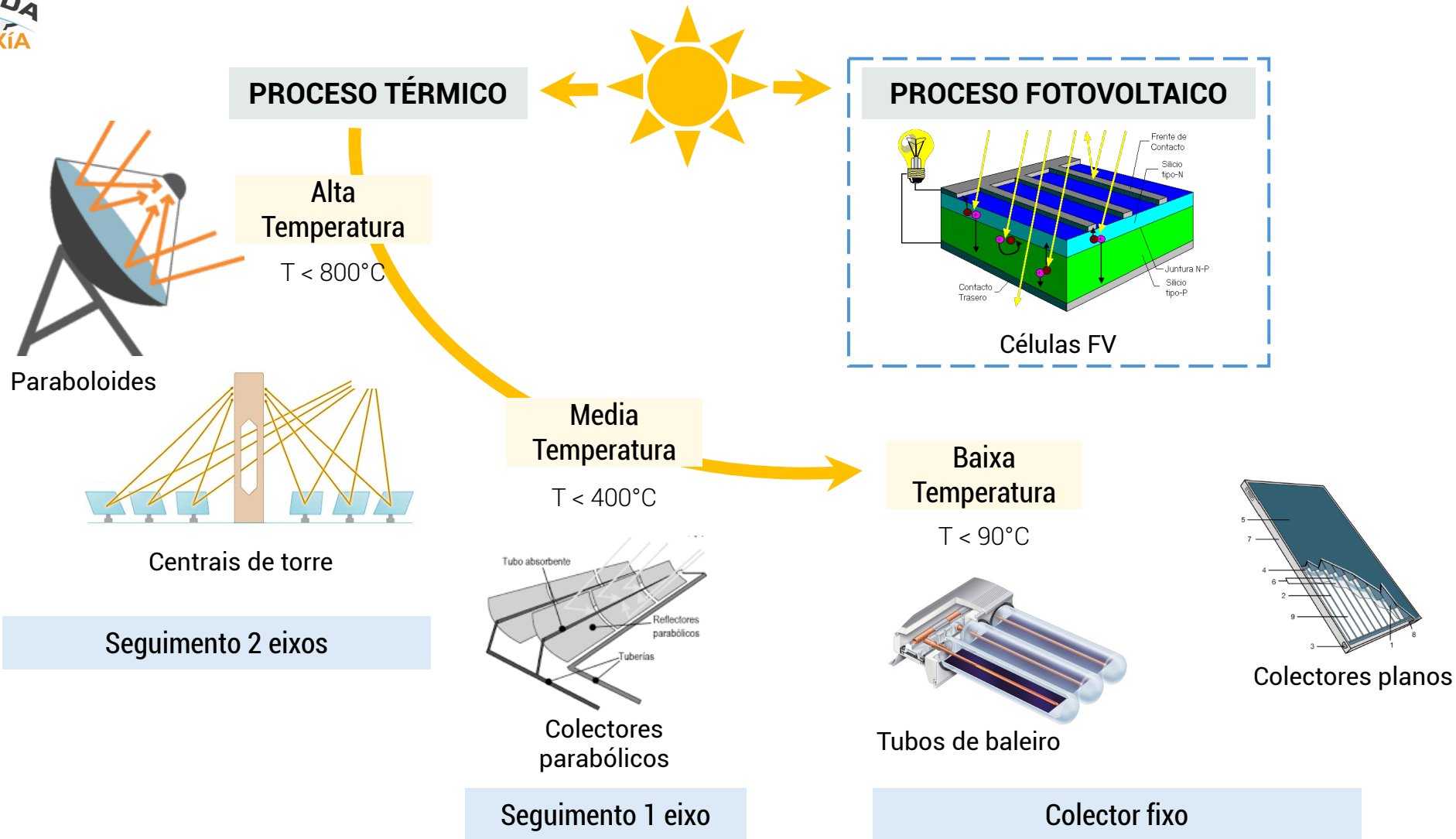
- ▶ $T < 30^{\circ}\text{C}$
- ▶ Climatización con bomba de calor xeotérmica

- ▶ **Aplicacións:** ACS e/ou climatización doméstica, agrícola (invernadoiros)
- ▶ Coma calquera bomba de calor, permiten xerar calor (no inverno, extraendo calor do subsolo) e frío (no verán, inxectando calor no subsolo)



A constancia de temperaturas do subsolo a partir dos 10-15 primeiros metros de profundidade é o que permite ás BCX lograr mellores rendementos que as bombas de calor convencionais

ENERXÍA SOLAR. CONVERSIÓN DE ENERXÍA



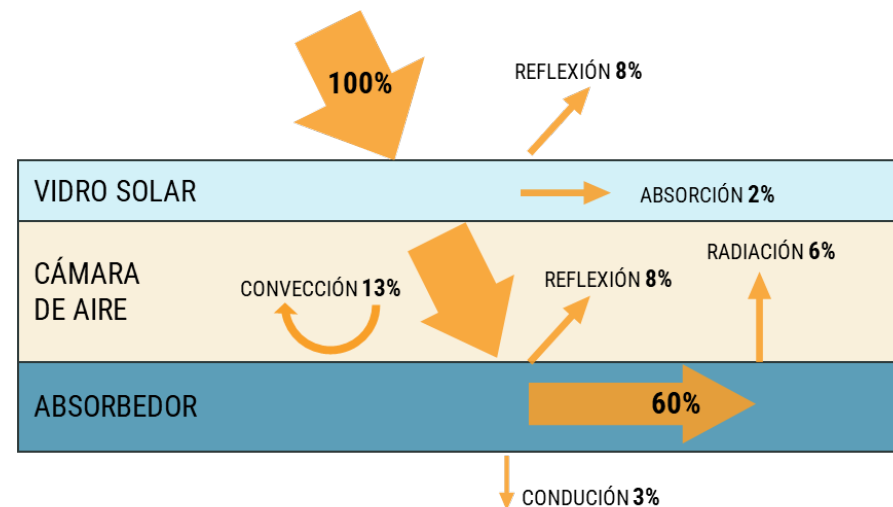
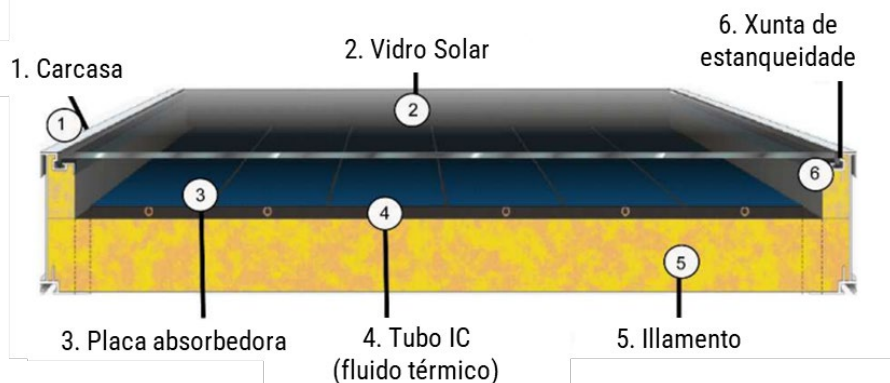
COLECTORES DE BAIXA TEMPERATURA

Colector de Placa Plana (Flat plate collector – FPC).

Operación

- ▶ Empregan radiación directa e difusa
- ▶ Non requiren de sistema de seguimento solar
- ▶ Maior simpleza, menores requerimientos de mantemento e inversión
- ▶ Funcionamento baseado no efecto invernadoiro

Compoñentes



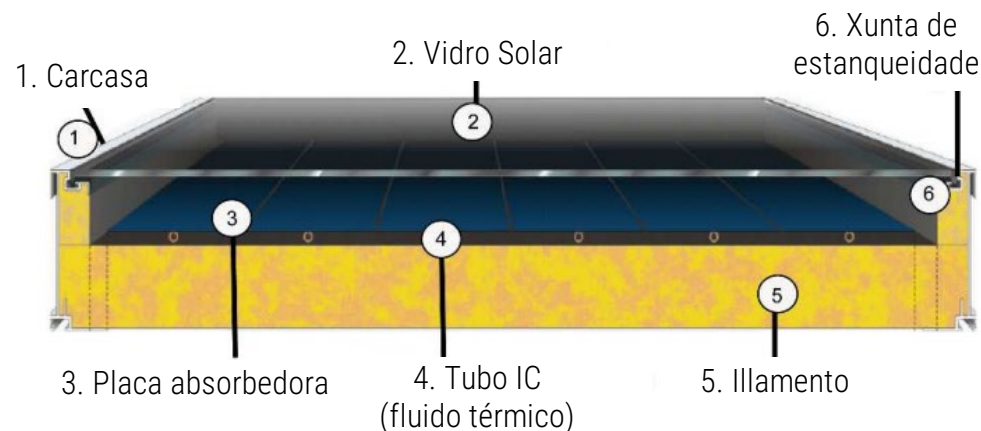
COLECTORES DE BAIXA TEMPERATURA

Colector de Placa Plana (FPC). Compoñentes



Para profes

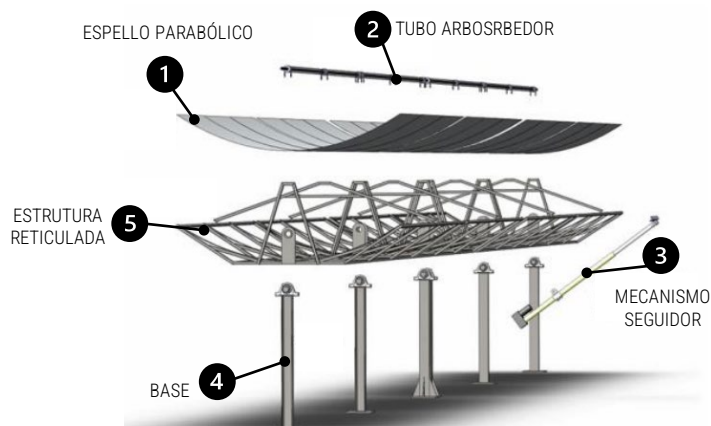
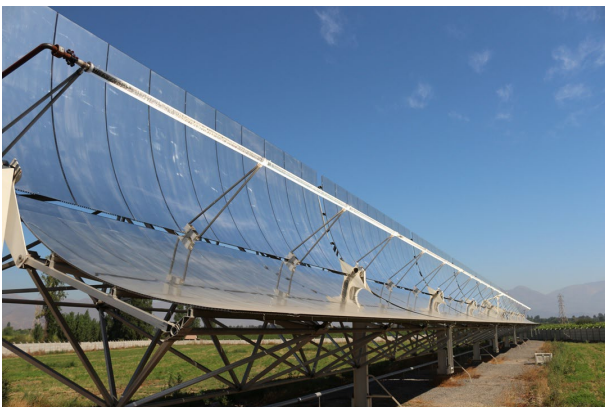
- ▶ **Carcasa:** estrutura metálica que une e protexe os elementos do captador contra efectos ambientais. Habitualmente de aluminio, aceiro ou algún material sintético de elevada resistencia.
- ▶ **Vidro solar:** vidro templado antirreflexo que asegura unha alta transmitancia e reduce as perdas por convección. Presentan elevada transmisividade, resistencia a choques térmicos e baixa expansión por temperatura.
- ▶ **Placa absorbadora:** Permite a conversión da radiación en Enerxía térmica. Habitualmente de cobre ou aluminio (boa transferencia de enerxía ao feixe de tubos e ao fluído térmico). Placa selectiva (modelos máis modernos) para reducir as perdas debido á radiación UV.
- ▶ **Feixe de tubos:** canalizacións do fluído de traballo da instalación. Habitualmente de cobre (inox para aplicacións corrosivas). Maior simpleza, menores requerimientos de mantemento e inversión.
- ▶ **Illante:** redución das perdas térmicas na parte posterior do absorbedor. Habitualmente lás minerais ou de rocha. Presenza de lámina de poliuretano nas placas para maiorar o rendemento.



COLECTORES DE MEDIA TEMPERATURA

Colector Cilindro-parabólico (CCP)

EMPREGADOS EN CENTRAIS TERMOSOLARES.



► Elementos:

Espello C-P: encargado de reflexar a radiación solar directa, concentrandoa sobre os tubos receptores.

Tubo absorbente: colocado na liña focal da parábola (concentración da Enerxía en 2 dimensións). Dobre tubo: exterior de vidro e interior metálico.

Seguidor solar (1 eixo): estrutura móbil que permite optimizar o ángulo de incidencia da radiación solar (90°).

Eixo móbil: o colector rota ao redor deste eixo de seguemento solar.

Rendemento Campo Solar: **50%**
Rendemento Ciclo de vapor: **35%**
Rendemento global CCP: **18%**

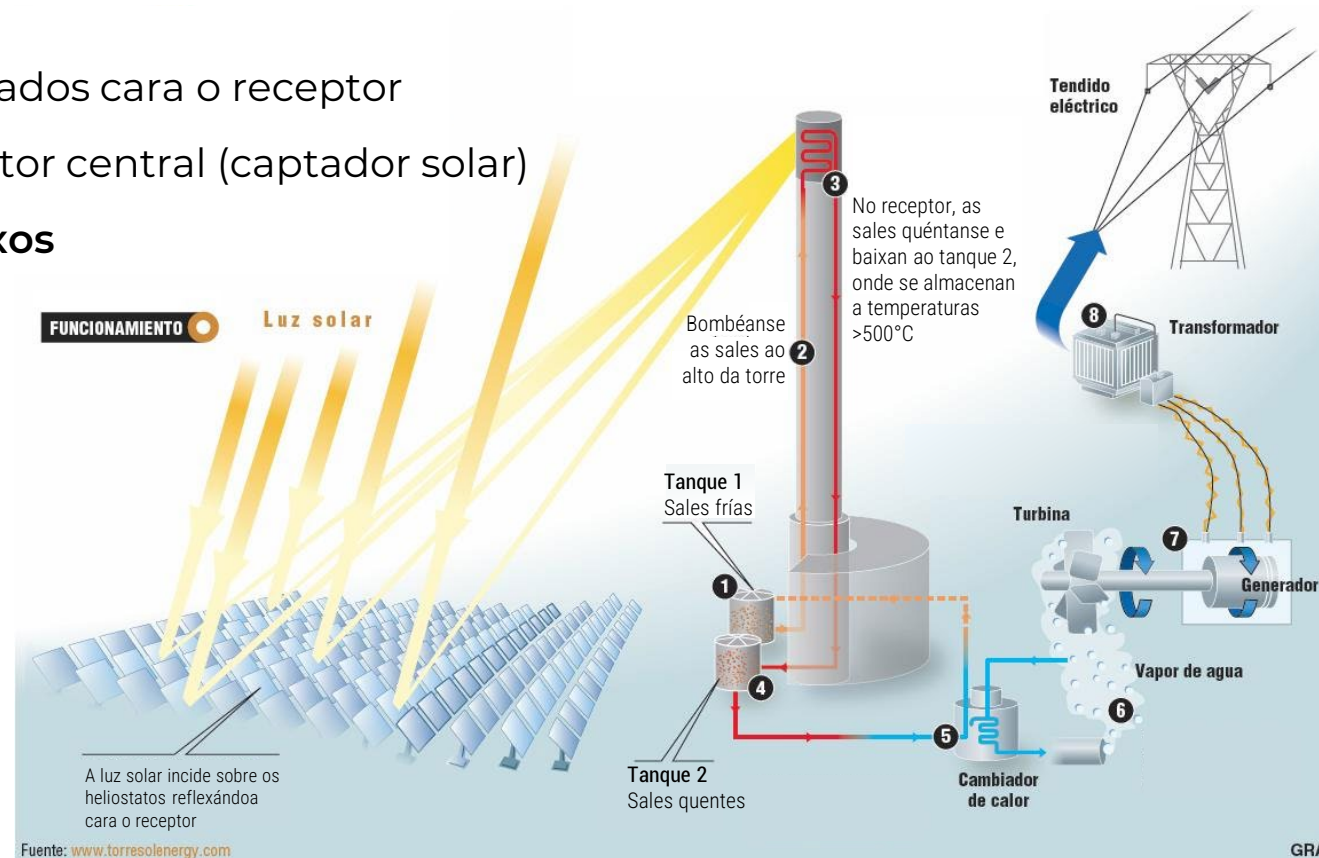


Rendemento FV: **20-25%**

COLECTORES DE ALTA TEMPERATURA

Centrais Termosolares de Torre e heliostatos

- ▶ Concentración da radiación solar cara un punto da torre (receptor central)
- ▶ Elementos:
 - ▶ **Campo de heliostatos:** espellos orientados cara o receptor
 - ▶ **Torre:** inclue na parte superior o receptor central (captador solar)
 - ▶ Sistema de **seguimiento solar de 2 eixos**

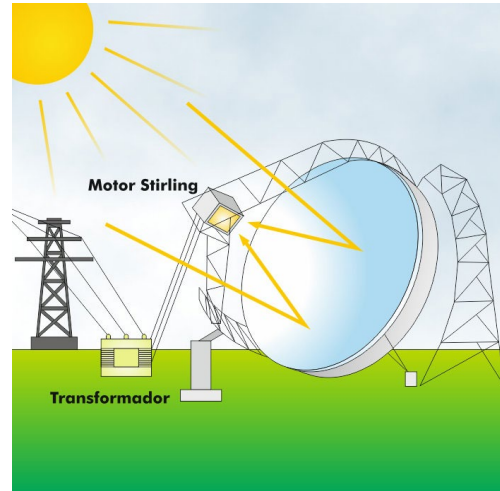


Fuente: www.torresoleenergy.com

COLECTORES DE ALTA TEMPERATURA

Colector de Disco Parabólico

- ▶ Concentran a enerxía solar nun punto (receptor solar e un motor Stirling ou unha microturbina).
- ▶ O receptor térmico localízase no foco co espello



ENERXÍA NUCLEAR

Isótopos: Átomos dun mesmo elemento, cuxos núcleos teñen un número diferente de neutróns

Isótopos = Z pero \neq A

$$\text{Masa dun elemento químico} = \sum x_i M_i$$

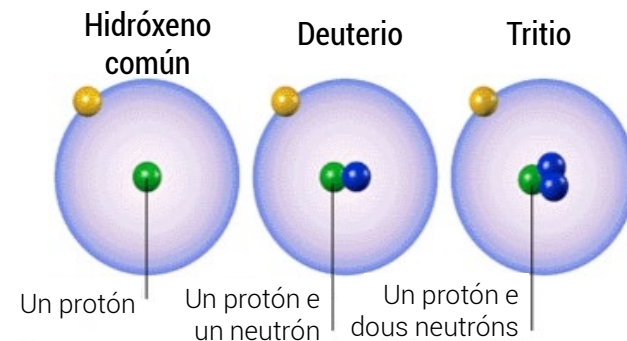
Masa dun elemento químico \neq masa dos átomos con ese Z

Isótopo	^{24}Mg	^{25}Mg	^{26}Mg
Abundancia (%)	78,6	10,11	11,29
Masa (u)	23,985045	24,98584	25,982591

Masa atómica del **Mg** =

$$(0,786 \times 23,9850) + (0,1011 \times 24,986) + (0,1129 \times 25,9826) = \mathbf{24,31 \text{ u}}$$

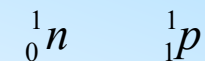
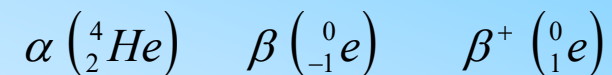
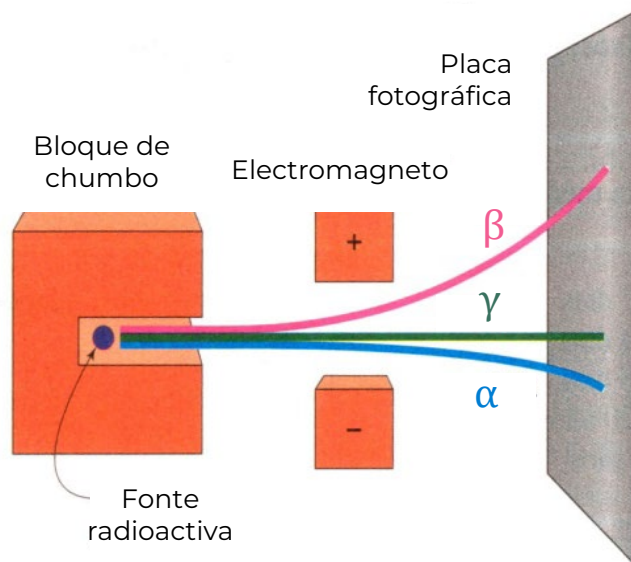
MOL (nº de Avogadro, N_A) = 6,023 1023 unidades



ENERXÍA NUCLEAR. Estabilidade dos núcleos

RADIOACTIVIDADE: Emisión dunha radiación ionizante (partículas ou radiación) por parte de elementos (núcleos) inestables

Desintegracións radioactivas
Tipos de radiacións
(Reaccións nucleares)



Raios γ

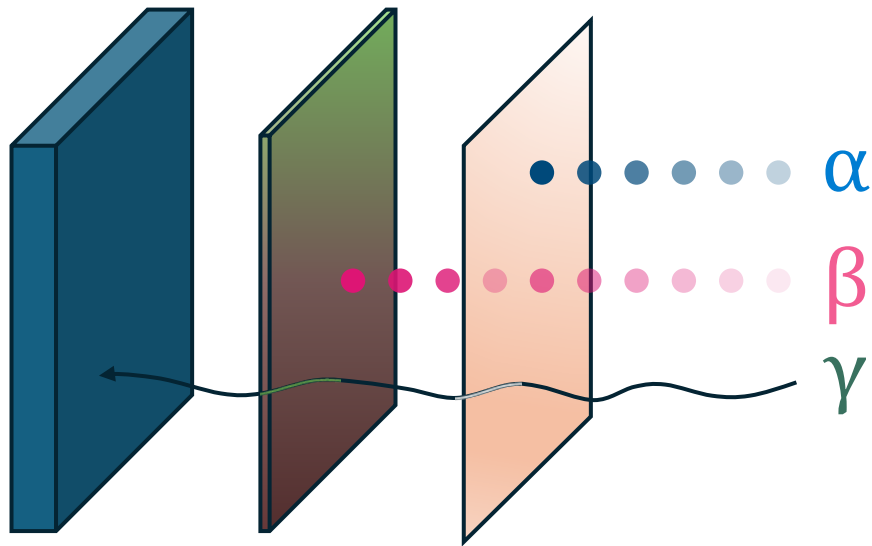
(non se inclúen nas reaccións nucleares)

Radiación dunha mostra sometida a un campo eléctrico e magnético

ENERXÍA NUCLEAR. Características das radiacións

Radiación	Masa (u)	q	v	Energía ionizante	Penetración
α	4	+2	Variable <10% de c	Elevada	Baixa
β	1/1837	-1; +1	Variable <90% de c	Moderada	De baixa a moderada
γ	0	0	c (velocidade da luz)	Casi ningunha	Alta

Poder de penetración das radiacións



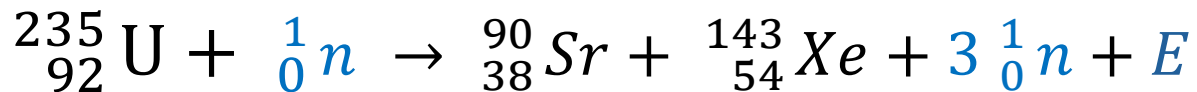
As radiacións alfa (α) percorren unha distancia moi pequena e son detidas por unha folla de papel ou a pel do corpo humano.

As radiacións beta (β) percorren unha distancia de 1 metro no aire (aprox.) e son detidas por uns poucos centímetros de madeira ou unha folla delgada de metal.

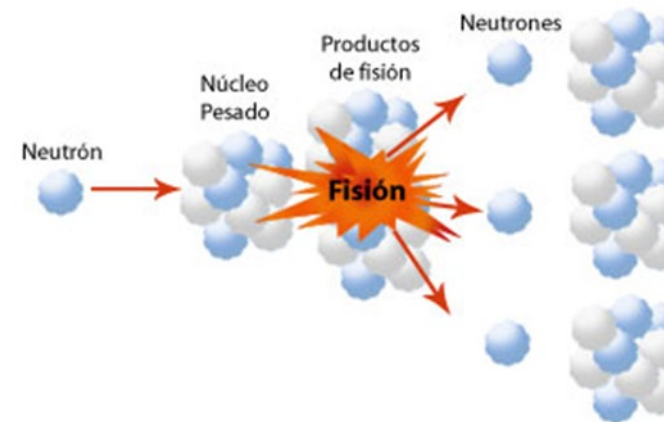
As radiacións gamma (γ) percorren centros de metros no aire e son detidas por unha parede grossa de chumbo ou cemento.

$$E = m c^2$$

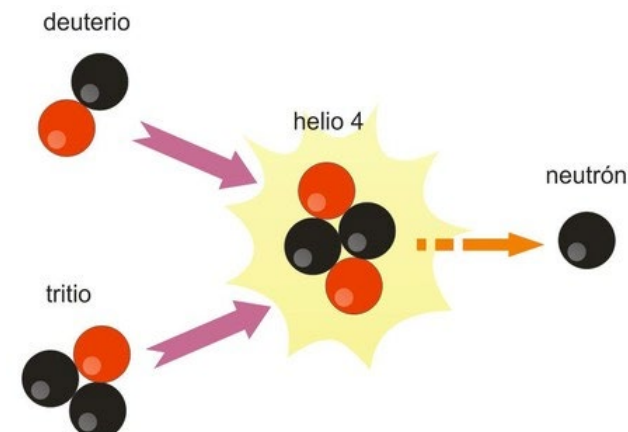
Fisión nuclear: consiste na rotura dun núcleo de Uranio enriquecido ao 3% ou de Plutonio, xerando grandes cantidades de enerxía, neutróns e átomos máis lixeiros. É unha reacción en cadea.



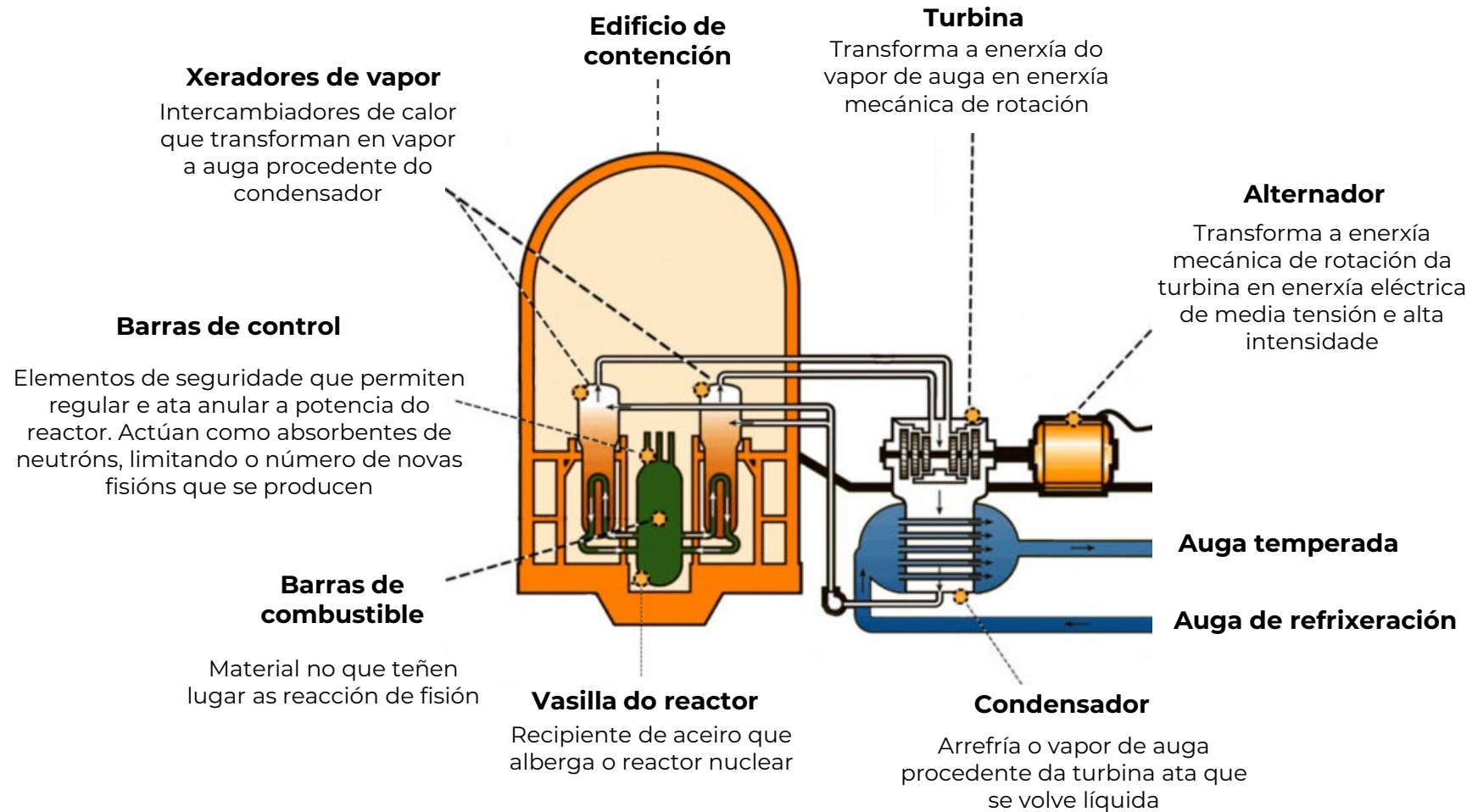
Fusión nuclear: consiste na unión de dous núcleos de átomos lixeiros para lograr un núcleo máis pesado e a liberación dunha gran cantidade de enerxía. Esta técnica inda está a ser desenvolvida, xa que polo momento non se conseguíu producir máis enerxía da que se necesita para iniciar a reacción



Na fisión de 1 g de ${}_{92}^{235}\text{U}$ libéranse $\approx 10^7$ kJ. \equiv combustión de 3 t de carbón.



PARTES DUN REACTOR NUCLEAR



Fonte: <https://rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/lamina-interactiva-principales-componentes-de-un-reactor-nuclear-pwr/>

I Olimpíada da Enerxía

Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía

Curso 2024 - 2025



Proxecto financiado no marco das axudas da FECYT, en réxime de concurrencia competitiva, para a realización de actividades no ámbito do fomento da cultura científica, tecnolóxica e da innovación, referencia FCT-23-19535.