



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Las instalaciones de biomasa en los edificios municipales: claves para su correcto funcionamiento y ejecución

José Antonio La Cal. Dr. Ingeniero Industrial
Socio de BIOLIZA, Recursos Estratégicos de Biomasa, S.L.

Cluster de la construcción sostenible. Padul (Granada)
24 y 26 de noviembre, 1 y 3 de diciembre de 2015



bioliza
Estrategias en
Biomasa

Módulos



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

1. El mercado de la biomasa. Situación actual
2. **Equipos para la climatización con biomasa: aspectos técnicos**
3. Instalaciones de biomasa en edificios. Aspectos económicos
4. Casos prácticos



Índice



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ Consideraciones previos
- ❑ Tipología
- ❑ Componentes principales
- ❑ Factores de conversión
- ❑ Normativa aplicable
- ❑ Configuraciones
- ❑ Principales fabricantes de equipos



Consideraciones previas:



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ Disponibilidad de espacio
- ❑ Garantía de suministro de combustible
- ❑ Requerimientos de mantenimiento
- ❑ Determinación de la potencia óptima (kW)
- ❑ Necesidades anuales de combustible (autonomía)
- ❑ Normativa en vigor (cenizas, partículas, ...)
- ❑ Cuestiones ambientales. Calificación energética

Dimensionado



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ Los aparatos calefactores alimentados con biomasa son más eficientes cuando trabajan a potencia nominal
- ❑ Las paradas/arranques generan una merma en el rendimiento, la generación de incrustaciones, elevadas emisiones de CO, etc.
- ❑ Nunca se debe sobredimensionar una instalación
- ❑ Regla general: 1 kW/10 m²
- ❑ Estudiar cargas térmicas. No sustituir una existente por otra de biomasa de la misma potencia.

Espacio

- En general se precisa más espacio, no solo por el almacenamiento, sino que el equipo es más grande
- Se deberá tener en cuenta el espacio disponible, así como los accesos
- También es importante la distancia mínima a respetar entre equipo y combustible



¿Qué necesito realmente?

- ❑ ¿Estufa o caldera?. Estufa más decorativa, menor potencia (no necesariamente) y ubicadas en instancias principales
- ❑ De aire (canalizado), de aire y agua o solo de agua. Nunca utilizar un equipo de aire en una instancia que no se necesite calefactar (sótano, garaje, ...)
- ❑ ¿De qué potencia? De acuerdo al apartado anterior va a interesar más subdimensionar que pasarse.



Tipología



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Según morfología: independientes o insertables
- Según combustible: pélets, astillas, hueso, cáscaras de almendra, piñones, leña y mixtos
- Según la forma de emisión: aire, aire+agua y agua
- Según la información comercial: calderas, estufas, termoestufas, hidroestufa, calefactor, chimeneas, encastrables, ...

Insertables de leña y pélets



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



http://www.edilkamin.es/es/inserti_a_legna.aspx



<http://www.bronpi.com/index.php/es/equipos-de-leña/insertables>

Estufas

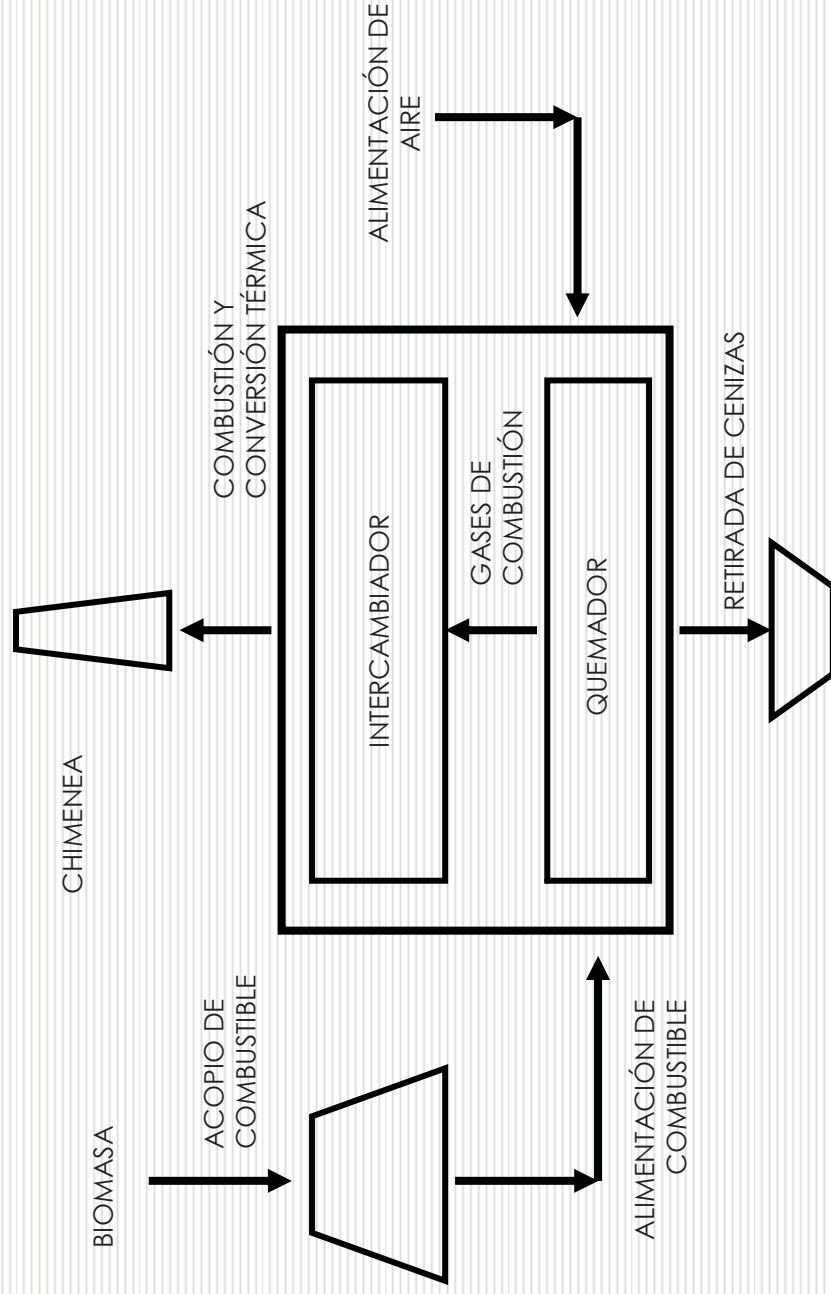


Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



<http://catalogo.aki.es/estufa-de-pellet-watt10/idp24361?gclid=CMue100wiskCFacewwodB-cHMA>

Componentes de la instalación



Elección del combustible

- ❑ Tipología: astillas, hueso de aceituna, pélets, cáscaras, orujillo, ...
- ❑ Precio (€/t) ó (€/Termia) ó (€/kWh)
- ❑ Disponibilidad y continuidad de suministro
- ❑ Caracterización físico-química: PCI, humedad y contenido en cenizas (O&M)



Precio (c€/kWh)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Combustible	Densidad Kg/m3	Tamaño mm	Humedad	Presentación	Precio (*) €/t	PCI kCa/kg	Precio c€/kWh
Astilla de pino triturada	200	30/100	<20%	a granel	58	3.600	1,39
Zuro de maíz	150	100/150	<25%	a granel	37	3.880	0,82
Zuro de maíz triturado	200	30/100	<25%	a granel	58	3.880	1,29
Cáscara de almendra limpia de finos	350	50/50	<20%	a granel	56	3.800	1,27
Cáscara de almendra triturada	850	5/10	<20%	a granel	98	3.800	2,22
Pellets de madera	800	6	<15%	a granel	169	4.310	3,38
Pellets de madera	800	6	<15%	saco 15 kg	226	4.310	4,51

Con impuestos (*)	
Tipo	€/l
Gasolina 95	1,410
Gasóleo A	1,320
Gasóleo C	0,868
Gas Licuado Petróleo (motor)	0,731
€/t	
Fuelóleo	682,31

Comparativa



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

	PÉLLETS	ASTILLAS	RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
PCI (kcal/kg)	4.042	3.182	3.440 ÷ 4.042
HUMEDAD (%) (b.s.)	8	25	10 ÷ 40
Densidad (kg/m ³)	650	200	200 ÷ 500
Cenizas (%)	0,5	1,0	1,0 ÷ 2,0

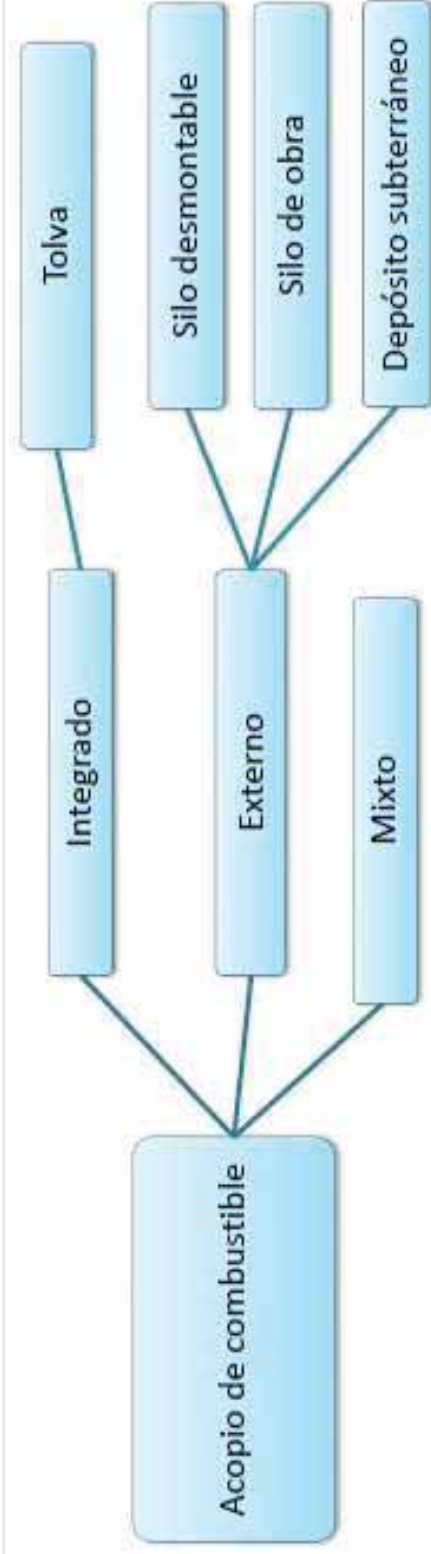
Propiedades, aplicaciones y precios



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

	PCIseco (MJ/kg)	HUMEDAD (% b.h.)	Uso	Precio (€/t)
Leña			Doméstico	90 - 120
Astillas	14,4 – 16,2	20 - 60	Doméstico Residencial Industrial	36 -80
Pélets	18,0 – 19,5	< 12	Doméstico Residencial	150 - 300
Briquetas			Doméstico	
Hueso de aceituna	18	12 – 20		60
Cáscara de frutos secos	16,7	8 – 15	Doméstico Residencial Industrial	
Poda olivar	17,2			36 – 50
Poda vid	16,7	20 -60		36 -60

Acopio



Big Bags 1.000 – 1.400 kg



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Neumático



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

Sistemas de llenado

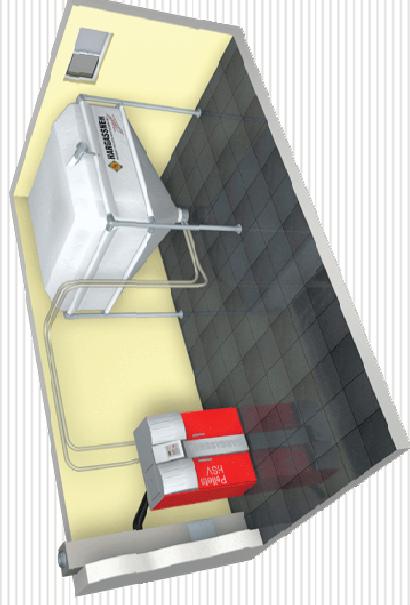


Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Para astillas



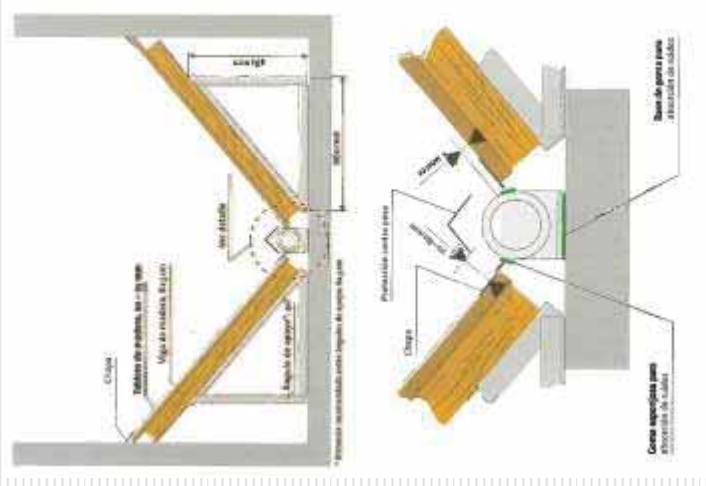
Para pélets



<http://www.hargassner.es/calderas-de-biomasa>

Suelo inclinado

- ❑ La pendiente debe estar comprendida entre 40 y 45 °
- ❑ Los suelos deben ser de madera o lo más lisos posible
- ❑ Deben poder resistir las cargas de los pélets (650 kg/m³)
- ❑ Deben colocarse de manera que los pélets no caigan hacia abajo, por lo que se suelen instalar unas láminas verticales en las que impactan sin romperse
- ❑ No deben reducir el espacio entre el conducto de transporte y la tapa



Tuberías llenado silo



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Sacos de 15 kg



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Sistema de alimentación silo-caldera



Diputación
de Granada



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ Manual, para estufas o calderas pequeñas
- ❑ Neumático, una bomba succiona el combustible del silo y lo impulsa con aire hasta la caldera (< metros)
- ❑ Sinfín, sistemas mecánicos que conducen al combustible a lo largo de su longitud hasta el depósito intermedio que alimenta la caldera (atascos)



Almacenamiento



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Lugar donde se vaya a almacenar la biomasa (depósito o silo, aéreos o subterráneos, exteriores o interiores)
- Volumen a almacenar (expectativas de demanda, tipo de biomasa, fiabilidad del suministro, espacio disponible y vehículo de transporte)
- El sistema de alimentación a la caldera (rascadores horizontales o giratorios, tornillos sinfín o sistemas neumáticos)

Tipos de almacenamiento



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Con suelo horizontal y sistema de extracción por sonda aspirante
- Silo flexible con alimentación neumática
- Depósito subterráneo
- Almacenamiento con suelo inclinado y alimentación con tornillo sinfín.
- Depósito incorporado
- Tolva adyacente

Silos desmontables



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Depósito subterráneo



Tolva



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Depósito incorporado



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

Tolva adyacente



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

Algunas disposiciones

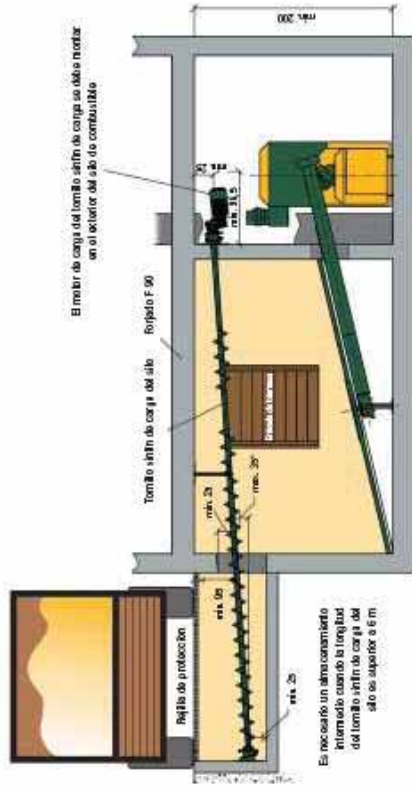


Diputación
de Granada

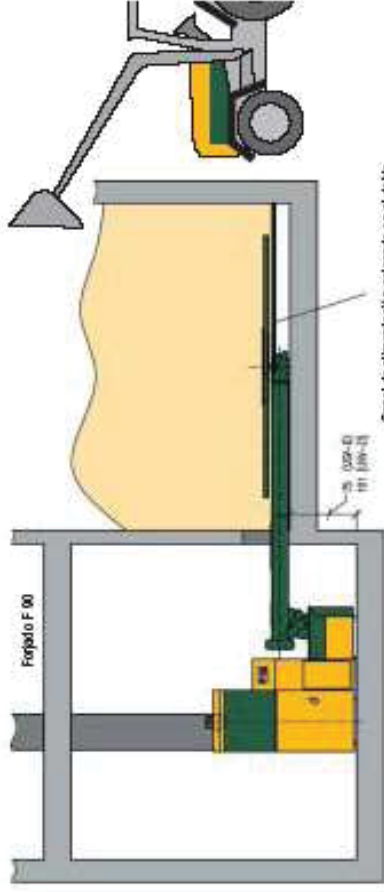


Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

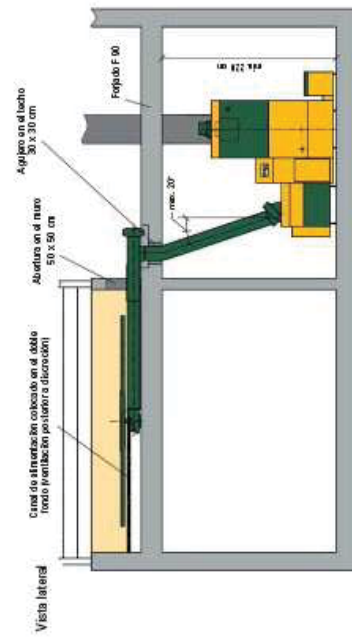
Vista lateral



El motor de carga del tornillo-sifón de carga se debe montar en el exterior del alio de combustible.



Vista lateral



Apilado en el techo 30 x 30 cm

Apilado en el muro 50 x 50 cm

Volumen de almacenamiento (i)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Demanda térmica a cubrir (kWh/año)
- Densidad de la biomasa (kWh/m³)
- El cociente entre ambos determina el volumen del silo (m³/año).
- En función del espacio disponible, el tamaño del camión de recarga y la fiabilidad de suministro se utiliza la siguiente expresión:

$$V = T * Q_u / (\eta * PCI_{bh} * d)$$

Volumen de almacenamiento (ii)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Donde:
- V es el volumen del silo [m^3]
 - T es el tiempo de autonomía entre recargas [h]
 - Q_u es la potencia nominal de la caldera [kW]
 - η es la eficiencia térmica de la caldera [%]
 - PCI_{bh} en base húmeda [kWh/kg]
 - d es la densidad aparente de la biomasa [kg/m^3]

Volumen de almacenamiento (iii)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Adicionalmente, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE, exige que el volumen mínimo pueda contener dos semanas de consumo máximo de combustible.
- Por otra parte, se recomienda un volumen que sea al menos equivalente a:
 - 1 temporada de funcionamiento de la instalación. Así solo es necesario recargar 1 vez al año
 - 1,5 veces el volumen del camión de suministro. De esta manera es posible recargar con 1 camión completo antes de que se vacíe.

Ejemplo 1



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Una vivienda unifamiliar con una carga térmica de 15 kW demanda anualmente 5.800 kg de pélets (utilización 1.933 h/año).

- Volumen de almacenamiento = $15 \text{ kW} \cdot 0,9 \text{ m}^3/\text{kW} =$
13,5 m³
- Volumen utilizable = $13,5 \text{ m}^3 \cdot 2/3 =$ **9 m³**
- Cantidad de pélets almacenable = $9 \text{ m}^3 \cdot 650 \text{ kg}/\text{m}^3 =$
5.850 kg
- Área de almacenamiento = $13,5 \text{ m}^3 / 2 \text{ m}$ (altura del recinto) = **5,6 m²** ($2 * 3 \text{ m}^2$)
- Cantidad de energía almacenada = $5.850 \text{ kg} * 5 \text{ kWh}/\text{kg} =$ **29.250 kWh**

Ejemplo 2



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Calcular el volumen mínimo de almacenamiento para una autonomía a plena carga de 2 semanas para una caldera de 1 MW y un rendimiento del 85%, un combustible con un PCI de 4 kWh/kg y una densidad de 250 kg/m³.

$$V = (1.000 \text{ kW} \cdot 14 \text{ días} \cdot 24 \text{ h/día}) / (4 \text{ kWh/kg} \cdot 250 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,85) = 395 \text{ m}^3$$

Alimentación silo-caldera

Tornillo sin fin flexible



Tornillo sin fin rígido



- ❑ Manual, para estufas o instalaciones pequeñas
- ❑ A través de tornillos sinfín, lo más habitual
- ❑ Neumático, una bomba succiona el biocombustible y lo impulsa hasta la caldera

Silo flexible y aspiración neumática



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

El generador térmico



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Es muy importante seleccionar a la vez el equipo generador y el combustible
- Está compuesto por:
 - Quemador o cámara de combustión
 - Sistema de intercambio de calor o caldera
- Chimenea, estufas, hogares y compactos
- Calderas

Quemador (i)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- El quemador o cámara de combustión se puede clasificar en:
 - De lecho fijo (“parrilla”)
 - De lecho fluidizado
 - De partículas en suspensión
- Para aplicaciones en edificios, el más usado es el tipo “parrilla” por sus bajos costes de inversión y operación y la posibilidad de utilizar diferentes combustibles con distintas granulometría

Quemador (ii)



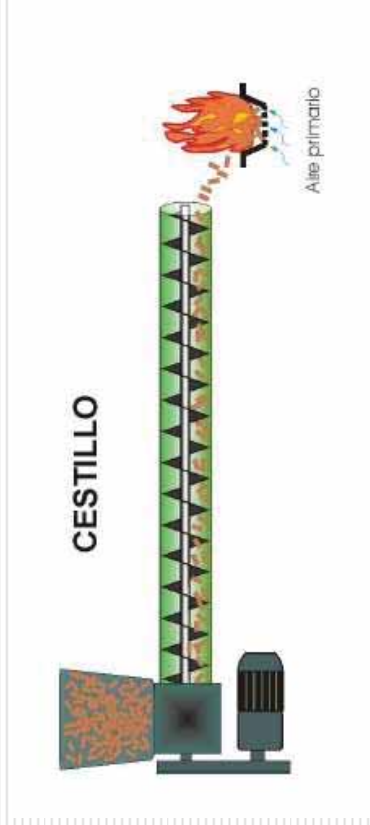
Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- El combustible se deposita sobre una superficie (parrilla) a través de la cual se inyecta parte del aire de combustión
- Estos quemadores de lecho fijo se clasifican a su vez en:
 - Quemadores de pila
 - De alimentación inferior o afloración
 - Quemador de alimentación horizontal
 - Parrilla de alimentación superior

Quemador tipo "cestillo"



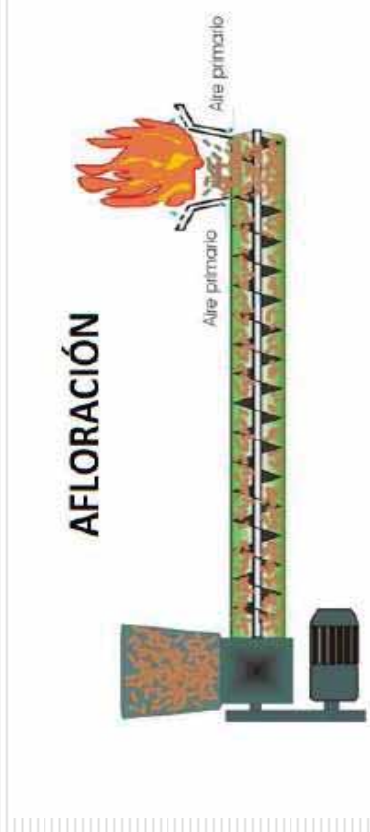
Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



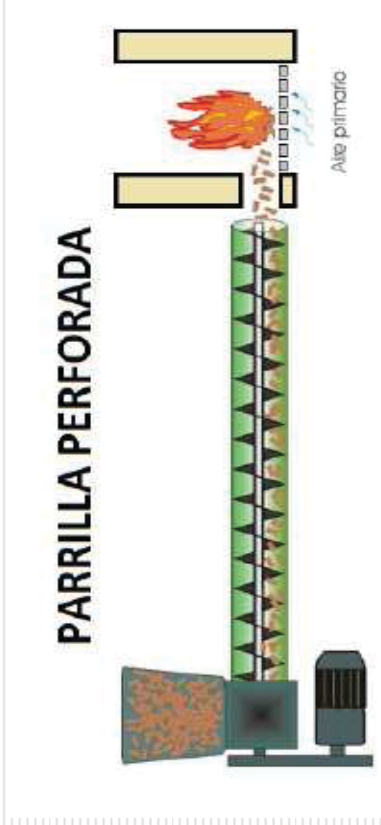
- Es el más usado en aplicaciones de pequeña potencia (estufas)
- La alimentación de combustible se suele hacer desde la parte superior por gravedad
- El aire se suele introducir por unas perforaciones localizadas en la parte inferior

Quemador tipo afloración”

- ❑ Se emplea para potencias medias-altas
- ❑ La alimentación del combustible se realiza por la parte inferior por empuje
- ❑ El aire se inyecta a través de unas perforaciones que rodean la zona de entrada de combustible



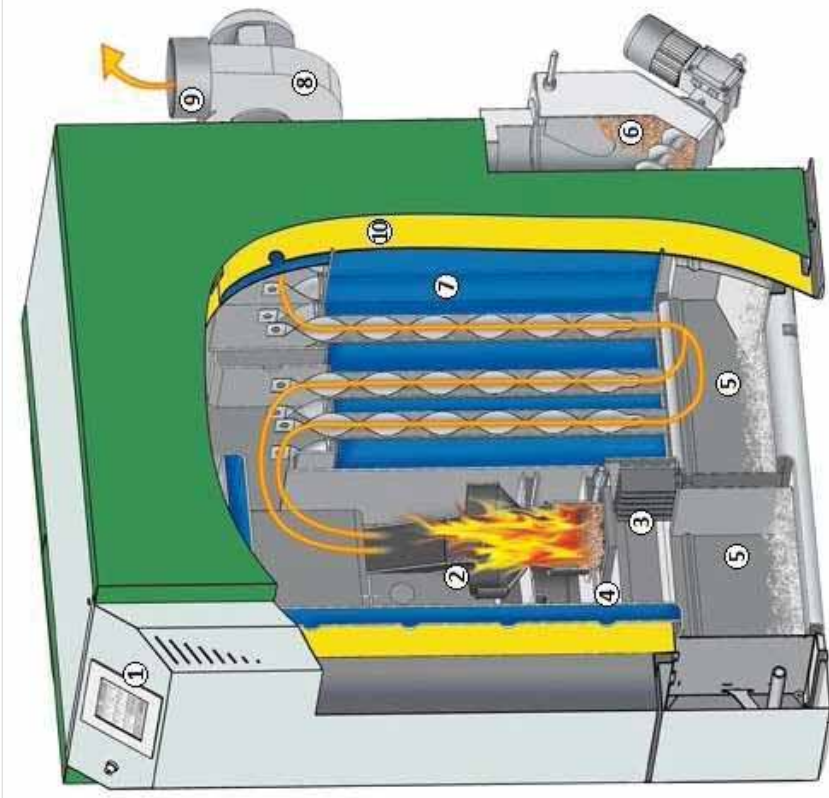
Quemador tipo “parrilla perforada”



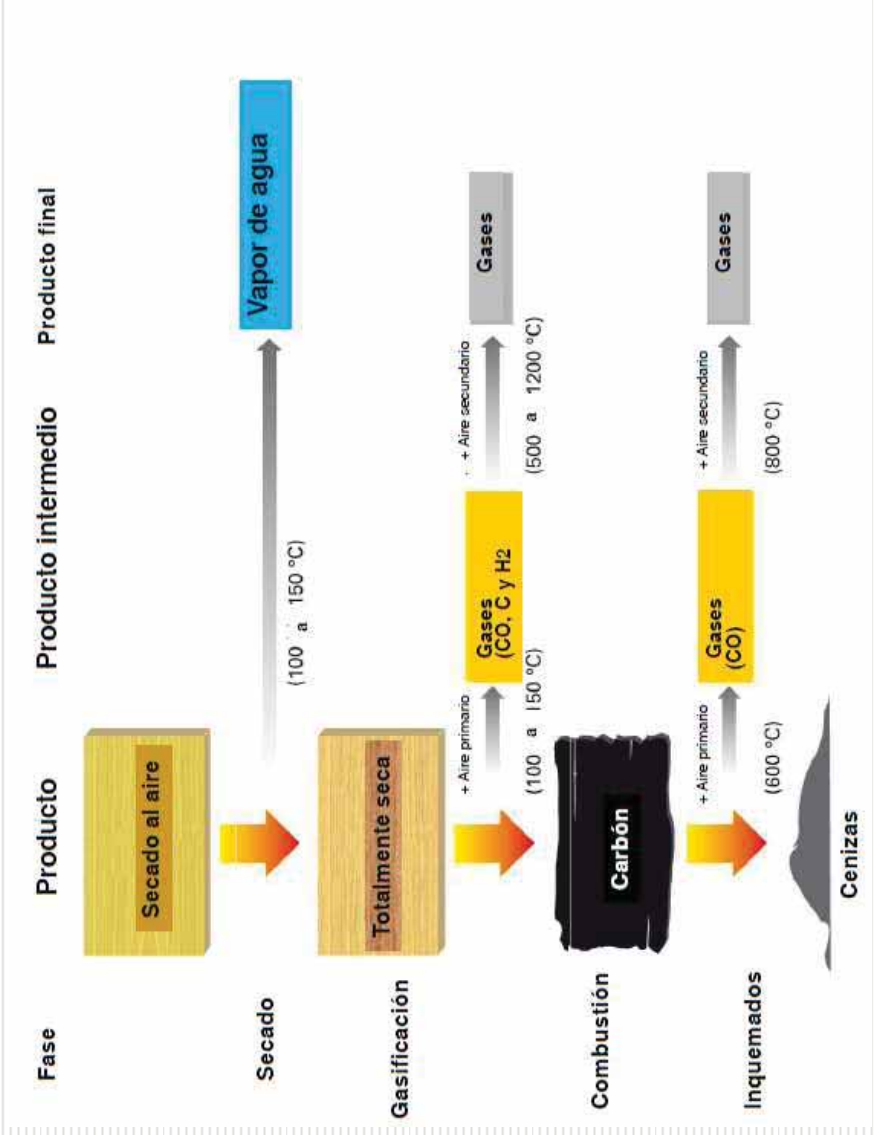
- ❑ Se emplea para potencias medias-altas
- ❑ La alimentación de combustible se realiza por un lateral por empuje del mismo o bien por gravedad
- ❑ La inyección de aire se realiza a través de unas perforaciones localizadas en la base

Cámara de combustión

- ❑ También llamada “hogar”
- ❑ Es el lugar donde se ubica el quemador y tiene lugar la combustión
- ❑ Su grosor, material y resistencia a la corrosión puede delimitar la vida útil del equipo
- ❑ Puede ser metálica (acero o fundición) o refractaria



Fases de la combustión



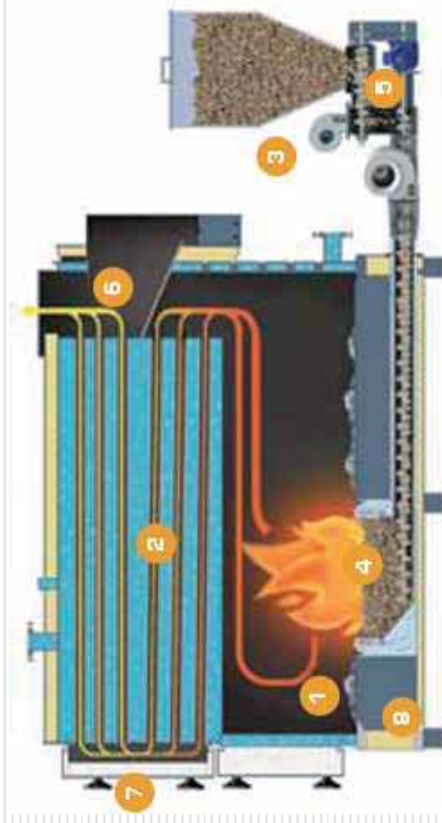
Aire de combustión

- Hay que procurar que se produzca una combustión completa (coeficiente de exceso de aire > 1)
- Se suele emplear un ventilador ubicado en la zona anterior a la de combustión



Intercambiador de calor

- ❑ Esta compuesto de un haz de tubos normalmente verticales, que permiten la transferencia de calor entre los humos y el agua.
- ❑ Se pueden distinguir dos tipos:
 - Pirotubulares. Los humos circulan por dentro y el agua los rodea.
 - Acuotubulares. Los gases van por fuera



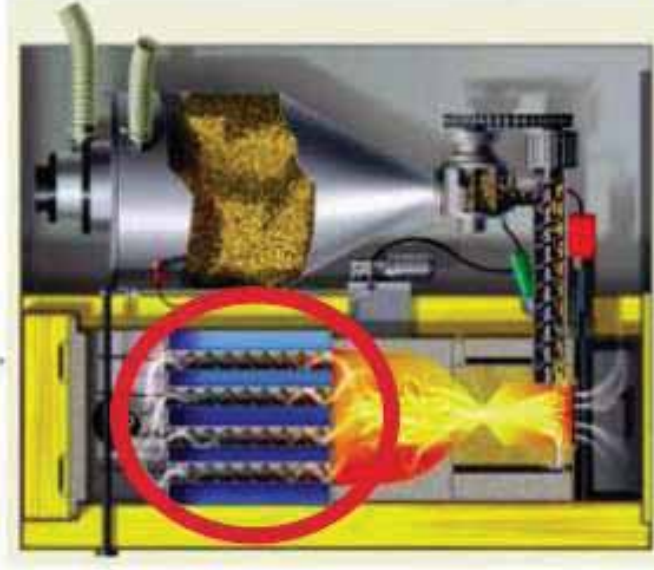
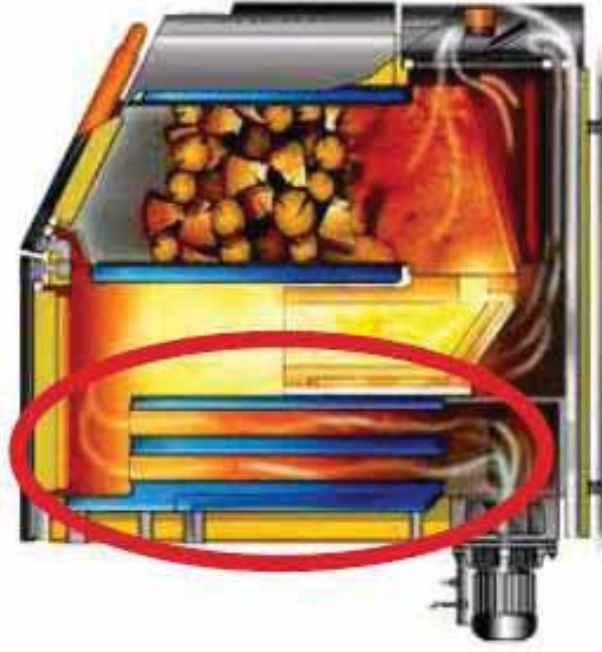
Intercambiador “pirotubular”



Diputación
de Granada



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



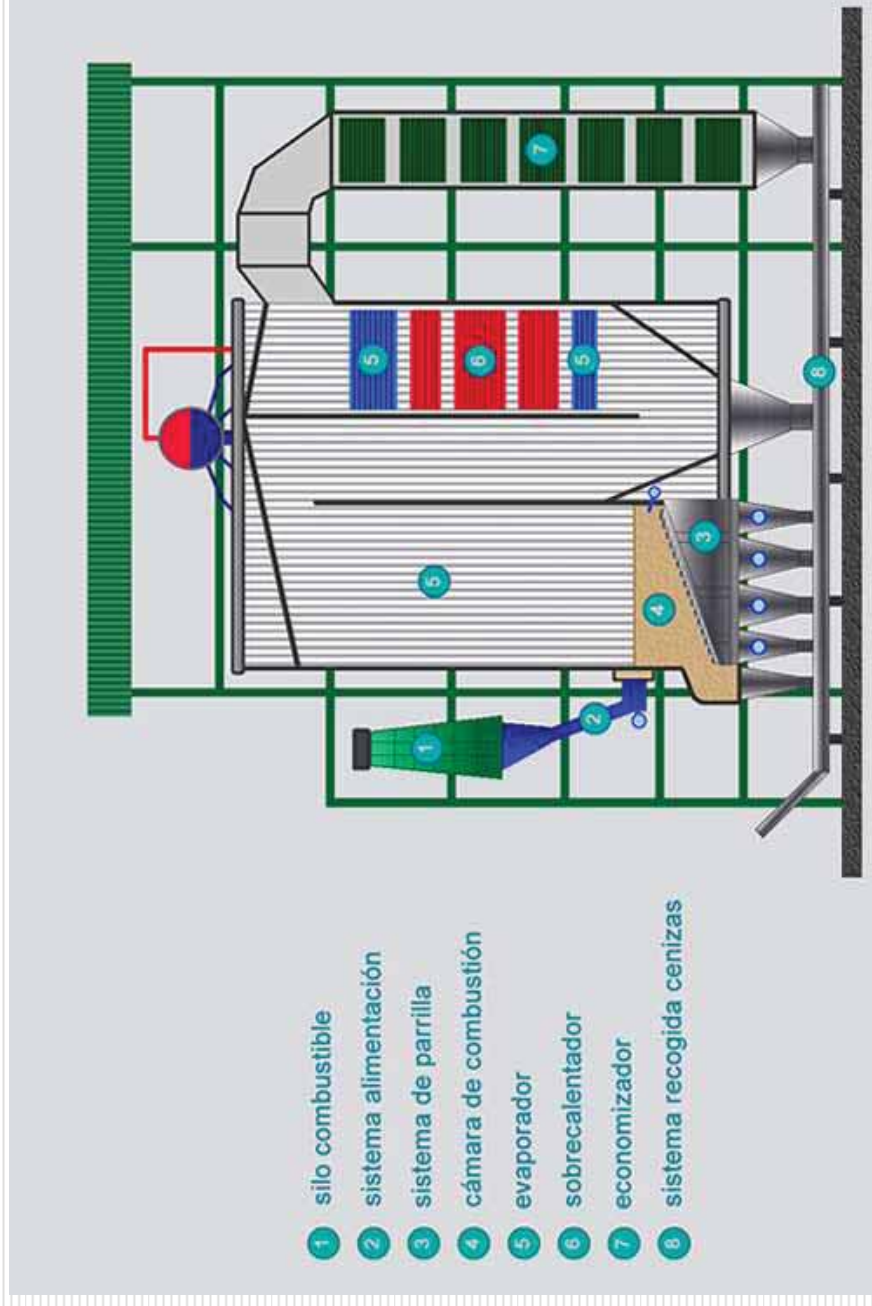
Intercambiador “acuotubular”



Diputación
de Granada



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Retirada de ceniza



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Chimenea



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Debe estar calorifugada y ser de doble pared para impedir la condensación del vapor de agua
- Será de acero inoxidable para prevenir la corrosión debido a la presencia de HCl
- El diámetro y la altura mínimos deberán estar fijados por el fabricante
- Es posible que se requiera la presencia o no de reguladores de tiro

Implementaciones tecnológicas

- Encendido automático
- Sonda lambda
- Suministro de aire por etapas
- Retirada automática de cenizas
- Limpieza automática de quemador
- Limpieza automática de intercambiador



Rendimiento (i)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Las tres variables que inciden en la combustión y cuyo ajuste permite obtener una elevada eficiencia son:
 - Temperatura. Debe ser lo suficientemente elevada para que todos los gases de combustión se oxiden completamente dando lugar a CO_2 y H_2O . La temperatura de ignición del CO para generar CO_2 es de aproximadamente $600\text{ }^\circ\text{C}$.
 - Tiempo y
 - Turbulencia

Rendimiento (ii)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Rendimiento = 100 – pérdidas
- Las pérdidas de un sistema de calefacción doméstica según la Norma UNE-EN 14785 son de tres tipos:
 - Por calor sensible de los humos (q_a)
 - Por calor latente de los humos (q_b)
 - Por combustión parcial del combustible (q_r)
- Rendimiento = 100 – q_a – q_b – q_r

Pérdidas por calor sensible



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Se deben al incremento de T° de los gases de escape
- Interesa que sea baja
- La limitación se debe a la posibilidad de condensación del vapor de agua
- Un valor típico puede ser 120-160 °C

Pérdidas por calor latente



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Se deben a la presencia de CO en los humos
- Luego hay que introducir un gran exceso de aire en la cámara de combustión
- Se debe trabajar con:
 - $\text{CO} < 0,04 \%$ y
 - $\text{CO}_2 \approx 12 \%$

Pérdidas por calor parcial



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Directamente se asume que pueden suponer el 20%

Ejemplo



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Combustible:
 - PCI: 17.023 kJ/kg
 - Humedad: 8,36%
 - Carbono: 49,72%
 - Hidrógeno: 5,32%
- Humos:
 - CO: 2,479%. CO₂: 9,26% y T^o: 328 °C
 - T^o ambiente: 22 °C

CÁLCULO DE RENDIMIENTO SEGÚN UNE-EN 14785

DATOS

Poder calorífico inferior del combustible de ensayo	H_u	17023 kJ/kg
Temperatura de los humos	t_a	328.0 °C
Temperatura ambiente	t_r	22.0 °C
Contenido en monóxido de carbono en los humos secos	CO	2.749 % v/v
Contenido en dióxido de carbono en los humos secos	CO ₂	9.260 % v/v
Contenido en humedad del combustible	W	8.36 % m/m
Contenido en hidrógeno en el combustible bruto	H	5.32 % m/m
Contenido en carbono en el combustible bruto	C	49.72 % m/m

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Contenido en carbono en los residuos de la combustión	C_r	0.1016 % m/m
Calor específico de los humos secos (en condiciones normales)	C_{pmd}	1.3687 kJ/°K·m ³
Calor específico del vapor de agua en los humos (en cond norm)	C_{pmHo}	1.5484 kJ/°K·m ³

PÉRDIDAS TÉRMICAS

	Por unidad de masa de combustible		% respecto al poder calorífico del combustible	
Pérdidas de calor sensible en los humos	Q_a	3740.082 kJ/kg	q_a	21.97 %
Pérdidas de calor latente en los humos	Q_b	2679.354 kJ/kg	q_b	15.74 %
Pérdidas térmicas en los residuos	Q_r	34.046 kJ/kg	q_r	0.20 %

RENDIMIENTO DEL APARATO

62.09 %

Comentarios



- La Tª de los humos es demasiado elevada
- También las emisiones de CO
- Las emisiones de CO2 en cambio son demasiado bajas
- Por ello el bajo rendimiento del equipo, que según el RITE no puede ser inferior al 70%

¿Qué puedo hacer?

- Bajo T^o salida humos a 135°C
- Desciendo el CO a 0,020%
- Elevo CO₂ a 13,00%
- Rendimiento: 92,20%



CÁLCULO DE RENDIMIENTO SEGÚN UNE-EN 14785

DATOS

Poder calorífico inferior del combustible de ensayo	H_u	17023 kJ/kg
Temperatura de los humos	t_a	135.0 °C
Temperatura ambiente	t_r	22.0 °C
Contenido en monóxido de carbono en los humos secos	CO	0.020 % v/v
Contenido en dióxido de carbono en los humos secos	CO_2	13.000 % v/v
Contenido en humedad del combustible	W	8.36 % m/m
Contenido en hidrógeno en el combustible bruto	H	5.32 % m/m
Contenido en carbono en el combustible bruto	C	49.72 % m/m

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Contenido en carbono en los residuos de la combustión	C_r	0.1016 % m/m
Calor específico de los humos secos (en condiciones normales)	C_{pmd}	1.3586 kJ/°K·m ³
Calor específico del vapor de agua en los humos (en cond norm)	C_{pmH_2O}	1.5111 kJ/°K·m ³

PÉRDIDAS TÉRMICAS

	Por unidad de masa de combustible		% respecto al poder calorífico del combustible	
Pérdidas de calor sensible en los humos	Q_a	1275.875 kJ/kg	q_a	7.50 %
Pérdidas de calor latente en los humos	Q_b	17.980 kJ/kg	q_b	0.11 %
Pérdidas térmicas en los residuos	Q_r	34.046 kJ/kg	q_r	0.20 %

RENDIMIENTO DEL APARATO

92.20 %

Ejemplo 3



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Supongamos que se dispone de una vivienda de 130 m² la cual se quiere calefactar con biomasa y el usuario decide utilizar un trastero inutilizado de 3x2,5 m² de superficie.
- El instalador le recomienda una caldera de 40 kW de potencia aire-agua, 31 kW de agua y 8 kW de aire alimentado desde un silo textil con capacidad para 8 m³ de biomasa

Solución (i)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- Al instalarse en una dependencia no útil se debe seleccionar un equipo que no tenga potencia al aire
- En espacios tan reducidos va a ser muy complicado instalar un silo
- Se debe recordar la regla general de dimensionar 1 kW/10 m²

¿Cuál es el equipo idóneo?



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Modelo	P (kW)	P agua (kW)	P aire (kW)	Alimentación
A	36	28	8	Desde silo
B	14	14	0	Desde silo
C	20	20	0	Tolva integrada
D	15	11	4	Tolva integrada
E	15	15	0	Tolva integrada

Solución (ii)



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- E I E
- ¿Y si cambia la ubicación a una zona habitable?
- E I D
- ¿Y si la instala en un sótano con más espacio pero no habitable?
- E I B

Factores de conversión



Agencia Provincial de la Energía de Granada.

	EF – EP	EF – EPnr	EF – EPr	EF – CO2
	kWhEP/kWh	kWhEPnr/kWh	kWhEPr/kWh	kgCO2/kWh
Gas Natural	1,195	1,190	0,005	0,252
Gasóleo C	1,182	1,179	0,003	0,311
GLP	1,204	1,201	0,003	0,254
Biomasa	1,037	0,031	1,003	0,018
Pélets	1,113	0,085	1,028	0,018
Solar térmica	Xist + 2,461 Xe,ist	2,135 Xe, ist	Xist+0,326 Xe, ist	Neutro (0)
Solar fotovoltaica	Xfot	0	Xfot	Neutro (0)
Minieólica	Xeol	0	Xeol	Neutro (0)
Electricidad nacional	2,461	2,135	0,326	0,399
Electricidad peninsular	2,423	2,082	0,341	0,372
Electricidad extra peninsular	3,125	3,052	0,073	0,867
Electricidad Baleares	3,154	3,06	0,094	0,960
Electricidad Canarias	3,117	3,058	0,059	0,811
Electricidad Ceuta y Melilla	2,824	2,759	0,066	0,732

Ejemplo



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

Se va a determinar el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de CO₂ del consumo de gasóleo C para calefacción de una vivienda de 90 m² con una demanda anual de calefacción de 15 kWh/m².

- La demanda anual de energía es de 1.350 kWh/año (90 m² * 15 kWh/m²). Considerando una caldera con un rendimiento medio estacional del 85%, se obtiene un consumo de energía de gasóleo C de:
 - $E_{GN} = D_{CAL} / \eta_{CAL} = 1.350 / 0,85 = 1.588,20 \text{ kWh}$
- La energía primaria total, la energía primaria de origen no renovable y las emisiones de CO₂ se determinan a partir de los factores de paso de la tabla anterior.
- $EP = E_{GN} * FP_{EF-EP} = 1.588,20 * 1,182 = 1.877,3 \text{ kWh EP}$
- $EP_{nr} = E_{GN} * FP_{EF-Epnr} = 1.588,20 * 1,179 = \mathbf{1.872,5 \text{ kWh Epnr}}$
- $EM_{CO_2} = E_{GN} * FP_{EF-CO_2} = 1.588,20 * 0,311 = \mathbf{493,9 \text{ kg CO}_2}$

Normativa



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ **RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios** (Real Decreto 1027/2007 y modificaciones)
- ❑ **CTE, Código Técnico de la Edificación.** Documento Básico HE Ahorro de Energía (Real Decreto 314/2006 y modificaciones)
- ❑ Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la **certificación energética de edificios.**

Partículas

	TAMAÑO PARTÍCULA (mm)	Tª MAX. (°C)	EFICIENCIA (%)	EMISIONES (mg/Nm ³)
CICLÓNICOS	> 10	-	90,00	< 150
FILTROS DE MANGAS	0.01	230	99,90	< 30
ELECTROFILTROS	> 5	-	99,90	50
LAVADORES VÍA HÚMEDA	-	-	99,00	-

Ciclones y filtros de mangas



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



Ejemplos



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

- ❑ <http://www.hargassner.es/>
- ❑ <http://www.youtube.com/watch?v=L93ECd2S4Ws>
- ❑ <http://www.youtube.com/watch?v=KD-ViOQghg0>
- ❑ <http://www.youtube.com/watch?v=JBJ2JnIxkCQ>
- ❑ <http://www.viessmann.es/es/unifamiliar/productos/Biomas>
[a/Vitoligno_300-P.html](http://www.viessmann.es/es/unifamiliar/productos/Biomas)
- ❑ <http://inmecal.com/es/confort-compact-aliflex>



Diputación
de Granada



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.

¡Gracias por vuestra atención!

BIOLIZA, Recursos Estratégicos de Biomasa, S.L.

<http://bioliza.es/>

Mail: direccion@bioliza.es

T. +34 678 50 65 12



bioliza
Estrategias en
Biomasa