

## EVALUACIÓN DEL MERCADO EUROPEO DE CALDERAS DE PELLET DE BAJA POTENCIA

MORÁN GONZÁLEZ, Jorge C. <sup>(1)</sup>; PORTEIRO FRESCO, Jacobo; PATIÑO VILAS, David;  
FEBRERO GARRIDO, Lara; MÍGUEZ TABARÉS, José Luis

(1) [jjmoran@uvigo.es](mailto:jjmoran@uvigo.es)

Universidad de Vigo. Área de Máquinas y Motores Térmicos. EEI – Sede Campus

### RESUMEN

Este trabajo analiza las características tecnológicas del uso de pellets para el mercado de baja potencia dentro del mercado europeo. Se pretende valorar el estado del arte de calderas y su adaptación a los recientes cambios normativos derivados de la revisión de la norma EN-303-5-2012. Para ello se ha realizado un amplio estudio de mercado creando una base de datos que incluye más de 150 empresas y más de 600 tipos de calderas, lo que permite estudiar la situación actual del mercado en la mayoría de países de Europa. En este estudio se entiende como unidades de baja potencia, aquellas con una potencia inferior a los 200 kW. Las peculiaridades tecnológicas de estas unidades son descritas y comparadas en términos de eficiencia y de emisiones de gases contaminantes, y también dentro del marco de la nueva normativa europea.

El gran número de relativamente nuevas compañías muestra el creciente interés no solo del uso de pellets, sino del desarrollo de la tecnología para su uso en la producción de calor. No obstante este estudio muestra que este mercado sigue dominado por las empresas austriacas y alemanas, tanto en el número de empresas como por la variedad de productos ofertados.

La tecnología imperante es la caldera piro-tubular vertical, con un intercambiador posicionado por encima de un lecho de pellet fijo. El control de la caldera a través de una sonda lambda sigue siendo una característica mayoritaria solo del rango de potencias más altas (>24kW). También se constata que la revisión de la norma europea era necesaria, pues la versión de 1999 no permitía segmentar el mercado, ya que prácticamente la mayoría de las calderas conseguían anteriormente la máxima calificación, lo que en la práctica dejaba sin efecto la escala de calificación, y no permite al consumidor distinguir entre las calderas mejores y peores.

**Palabras clave:** calderas; biomasa, baja potencia

## 1. Introducción

El mercado de calderas de pellet ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años. Mundialmente, la capacidad de producción, así como el tamaño de las plantas de peletizado, no para de crecer [1-3]. De acuerdo al IEA Bionenergy-Task 40, en 2010 el consume de pellets alcanzó una cifra de 14,3 millón tm lo que supuso un incremento del 110% respecto a 2006. De acuerdo a Eurostat, solo Europa (UE 27) importó más de 2,6 millones de tm fuera de países de la unión [4-5]. La industria de calderas de pellet ofrece un abanico amplio de productos, no solo para el sector residencial, lo que se traduce en un rango de oferta de productos con potencias que van desde los kW hasta los pocos MW.

Nuestro trabajo se centra en el estudio de calderas y estufas de pellets situados en la parte baja de este rango, es decir para potencias inferiores a los 200 kW térmicos. A diferencia de los equipos de mayor potencia, cuyo diseño se adapta a un combustible específico y predefinido, estos equipos de baja potencia se diseñan para el uso de un combustible tipo, definido a partir de un conjunto de características cuyos valores admiten un rango relativamente amplio, y que suelen estar regulados por normas nacionales o supra-nacionales [6-9]. El peletizado, confiere al combustible unas características más o menos homogéneas, en comparación con la materia prima usada. Aun así, la propia heterogeneidad de la biomasa, permite obtener un vasto número de pellets de diferentes calidades, por lo que su normalización, resulta fundamental para clarificar su calidad en el mercado de combustibles [4;10-17]. Consecuentemente, se hace necesario también regular los resultados de la combustión de un cierto pellet (u otra biomasa), en un equipo concreto, que a su vez tiene determinada “calidad”. En este sentido existen diferentes normas nacionales e incluso europeas, como es la EN 303-5, que recientemente ha sido actualizada en cuanto a los límites requeridos [18-19].

En los últimos años el apoyo de innumerables iniciativas de apoyo a este mercado, ha hecho que la calidad de estas calderas haya aumentado sustancialmente, reduciéndose sus emisiones y/o aumentando su rendimiento. Es por ello que existe un mercado, a priori, bastante amplio de calderas de diferente calidad con diferentes tecnologías, regulaciones, sistemas de alimentación etc., que requiere ser categorizado para facilitar al usuario su elección en términos de su relación de calidad-precio, y en donde la normativa debe clarificar la calidad de estos equipos en términos objetivos [19]. Después de años de desarrollo este mercado de calderas muestra síntomas de madurez. Aunque Austria y Alemania siguen liderando el mercado en términos de número de productos y empresas, hemos constatado en el estudio la existencia de más de 80 empresas que pertenecen a otros 11 países de la UE (27). Otro dato de madurez que se desprende del estudio, es que todas las calderas analizadas alcanzaban la máxima calificación en la versión de la EN-303-5-99, lo que justifica lo oportuno de su revisión, plasmada en la versión EN-303-5-2012 (entró en vigor en 2013 en España).

## 2. Método de Trabajo

El estudio, parte de la confección de una base datos de calderas, a partir de la información obtenida en: ensayos de institutos de certificación, revistas, proceedings, asociaciones de pellets, páginas web de empresas, libros e internet. El punto de partida ha sido el trabajo titulado “Förderbare automatisch beschickte Biomasseanlagen” (2008), del Austrian Bioenergy Centre GmbH. La base datos incluye los 27 países de la UE más Noruega y Suiza. El trabajo se centra en los equipos que usan pellets como combustible, que es el combustible más utilizado [20], aunque la base de datos es más amplia. En esta base datos, se incluyen los siguientes campos de información:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. País                               | 9. Tipo de sistema de control y regulación                 |
| 2. Tipo de equipo (calderas o estufa) | 10. Tipo de intercambiador de calor                        |
| 3. Eficiencia (%)                     | 11. Tipo de limpieza del intercambiador                    |
| 4. Tipo de fuel                       | 12. Tipo de limpieza de cenizas                            |
| 5. Potencia (kW)                      | 13. Emisiones nominales de CO [mg/m <sup>3</sup> ]         |
| 6. Tipo de alimentación               | 14. Emisiones nominales de partículas [mg/m <sup>3</sup> ] |
| 7. Tipo de quemador                   | 15. Emisiones de CO a carga parcial [mg/m <sup>3</sup> ]   |
| 8. Tipo de sistema de ignición        |  |

La distribución en términos de número de empresa y portafolio, sigue claramente dominada por Alemania y Austria (figura 1).

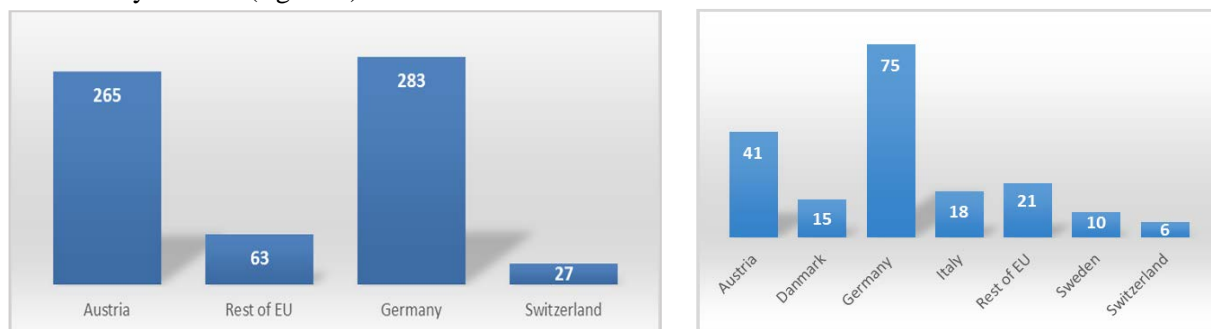


Figura 1: Número de calderas de pellets (izquierda-oferta de productos, derecha-número de empresas)

### 3. Resultados

Los resultados de emisiones y rendimientos se analizarán en el marco de la EN-303-5-2012. Podemos distinguir dentro de este rango 4 tipos de productos con características dominantes, las calderas de muy baja potencia (<24 kW), de potencia media-baja (24-50 kW), de media-alta (50-100 kW) y las de alta potencia (100-200 kW).

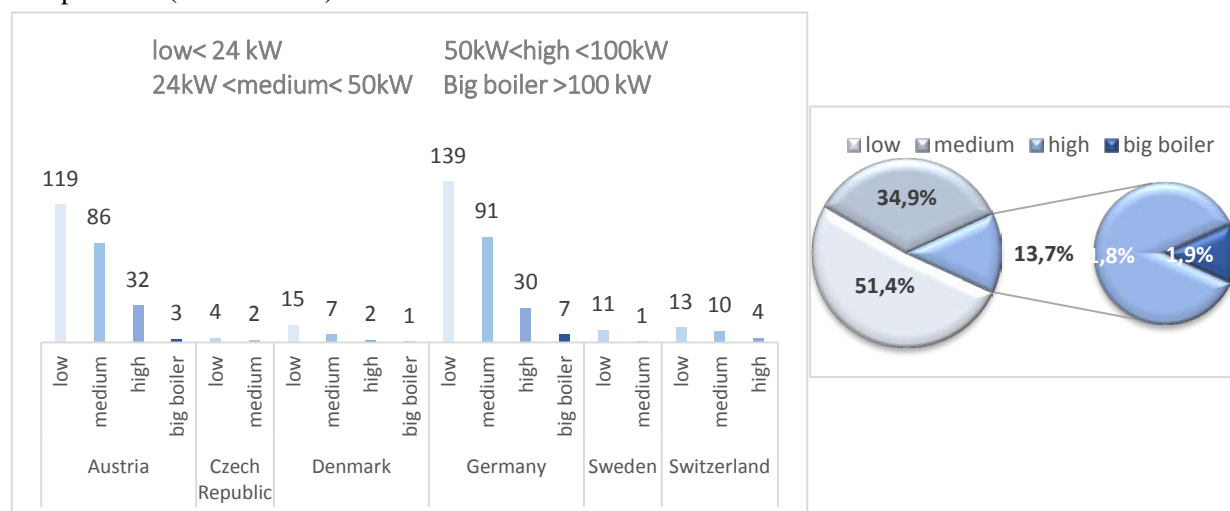


Figura 2: Mercado en términos de potencia (kW)

Se puede observar que la oferta está dominada por las calderas de muy baja potencia (< 24 kW). La producción de calderas de mayor potencia (>50 kW) se limita a Alemania y Austria prácticamente.

Tabla 1: EN-303-5:2012 (elimina clases 1 y 2 de la 303-5:1999, e incorpora las clases 4 y 5)

Alimentación	Potencia salida nominal kW	Límites de emisiones															
		Medidas al 10% O <sub>2</sub>															
		CO (g/m <sup>3</sup> )					OGC (mg/m <sup>3</sup> )					Partículas (mg/m <sup>3</sup> )					
CLASE		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Manual	< 50	25	8	5			2000	300	150								
	50 – 100	12.5	5	2.5	1.2	0.7	1500	200	100	50	30	200	180	150	75	60	
	150 – 300	12.5	2	1.2													
Automática	< 150	15	5	3	1	0.5	1750	200	100	30	20	180	150	125	60	40	

3.1. Emisiones de CO y de partículas

Respecto a las emisiones de CO a carga nominal, es reseñable que todas están situadas en la clase máxima calidad, clase 5 (<math>500 \text{ mg/m}^3 \text{ 10\% O}\_2</math>), aún después de la revisión normativa. En este sentido, la revisión no aporta ninguna distinción de calidad.

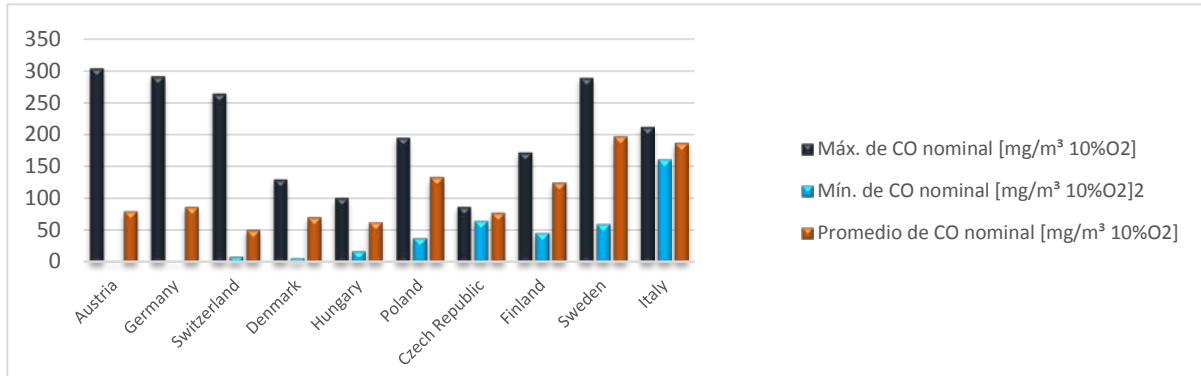


Figura 3: Emisiones de CO nominales declaradas por los fabricantes. Valores máximo (peor modelo) mínimos (mejor modelo) y promedio por países

Por otra parte, y en relación a las prestaciones a carga parcial, se observa un claro incremento de las emisiones declaradas, situándose la mayoría en la nueva clase 3 o 4. Aun así, las peores (figura 4) están lejos del tope marcado por la clase 3. La actualización de la norma, resulta por lo tanto más limitante y clarificante a carga parcial que a carga total. Resulta curioso el caso de las calderas italianas, cuyos valores declarados a carga parcial disminuyen en la mayoría de los casos, en vez de aumentar, lo que parece poco realista.

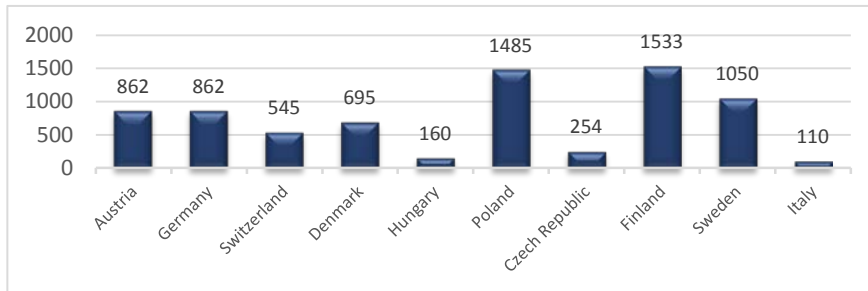


Figura 4: Emisiones máximas de CO a carga parcial declaradas por los fabricantes [ $\text{mg/m}^3 \text{ a } 10\% \text{ O}_2$ ]

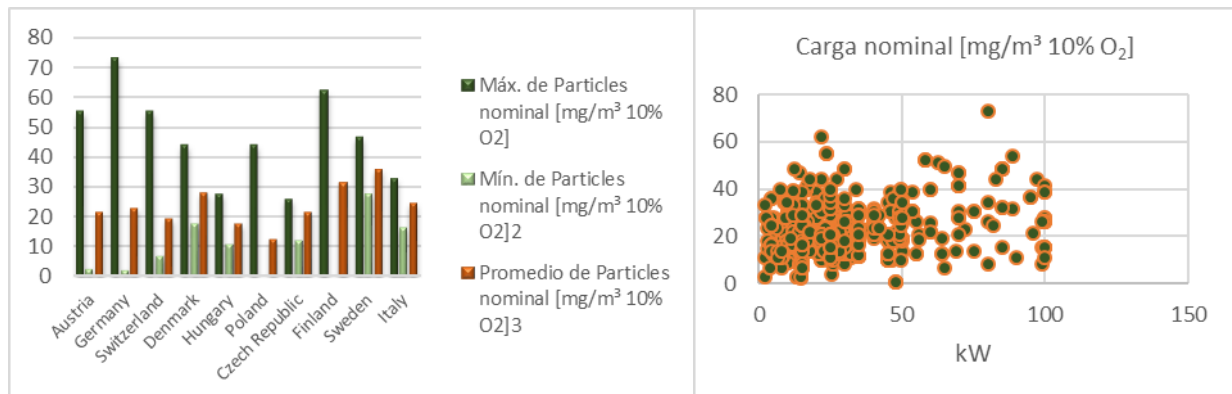


Figura 5: Partículas declaradas a carga nominal (derecha según la potencia) [ $\text{mg/m}^3 \text{ a } 10\% \text{ O}_2$ ]

Las emisiones de partículas en la combustión de biomasa, se han convertido en un asunto de mayor trascendencia en el desarrollo de los equipos, una vez alcanzado niveles muy bajos en la emisión de CO. Nuevamente en la mayoría de los casos, y de acuerdo a los valores declarados por el fabricante, se observa lo obsoleta de la versión de la EN-303-5:1999, donde los equipos analizados alcanzaban la

máxima calificación en todos los casos. La versión de 2012 tampoco supone una gran clarificación, ya que el promedio de valores declarados sitúa a los fabricantes, independientemente del país, en la clase 5 (más alta). Solo algunos fabricantes alemanes sitúan su caldera en la clase 3 (la peor).

### 3.2. Componentes principales y opciones tecnológicas

Las partes principales de la caldera sujetas a posibles cambios según el fabricante son:

- El conjunto de cámara de combustión/quemador/sistema de ignición
- El sistema de alimentación
- Tipo y posicionamiento del intercambiador de calor

El tipo intercambiador imperante es pirotubular, con una cuota de mercado de prácticamente el 90%. Además, se constata que en la mayoría de los casos se opta por un posicionamiento vertical (figura 6).

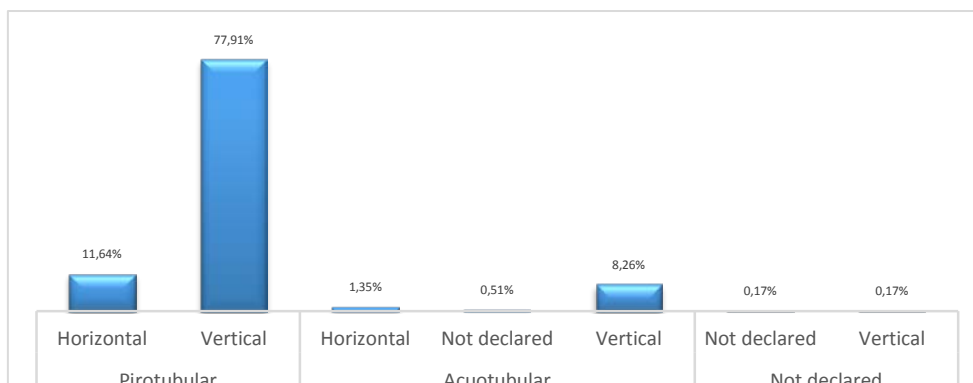


Figura 6: Tipo de intercambiadores

En el caso de las calderas de pellets, es habitual que el quemador esté acoplado con algún tipo de silo, desde el que alimentar automáticamente la caldera. Los tipos de quemadores habituales en este rango de potencias son el de lecho fijo (que admite diferentes diseños), quemador tipo vulcano, o parrilla móvil. Los datos muestran que aunque el quemador de lecho fijo es la opción mayoritaria independientemente de la potencia, su prevalencia disminuye a medida que esta aumenta. La opción de quemador tipo vulcano está todavía escasamente implantado como se puede ver la figura 7.

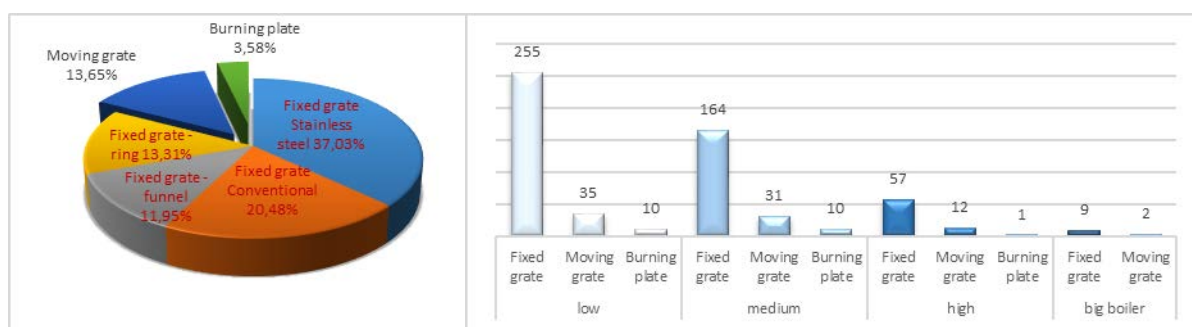


Figura 7: Tipo de quemador

En cuanto al tipo de sistema de ignición se observa una clara evolución hacia sistema automáticos, bien sea de tipo eléctrico (58%), con aire caliente (29%), u otros, que ya representan el 96% del mercado.

### 3.3. Opciones tecnológicas y emisiones

Por otra parte, el tipo de sistema de alimentación representa otra elección tecnológica fundamental. Generalmente suele preverse menores emisiones de CO y de partículas con los lechos menos agitados, por lo que en principio, cabría esperar valores medios más bajos en las alimentaciones que no sean las de caída por gravedad (top-fed). Sin embargo, y de acuerdo a los valores declarados por los fabricantes, realizado el promedio estadístico de estos valores, no se observa prácticamente diferencias

(figura 8). De las tres posibles opciones resulta ligeramente mejor en este sentido la alimentación horizontal por sus prestaciones a carga parcial.

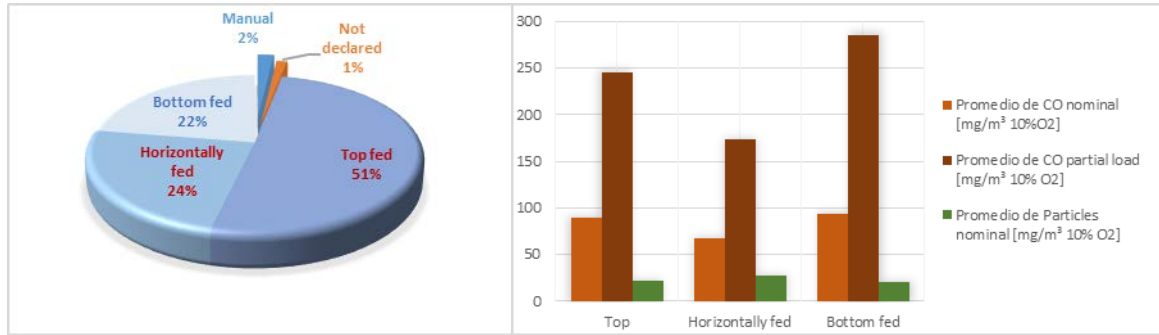


Figura 8: Tipo de alimentación y emisiones

El tipo de sistema de alimentación más habitual es el de alimentación superior hasta potencias de 100 kW. Para potencias mayores empieza a predominar la alimentación horizontal

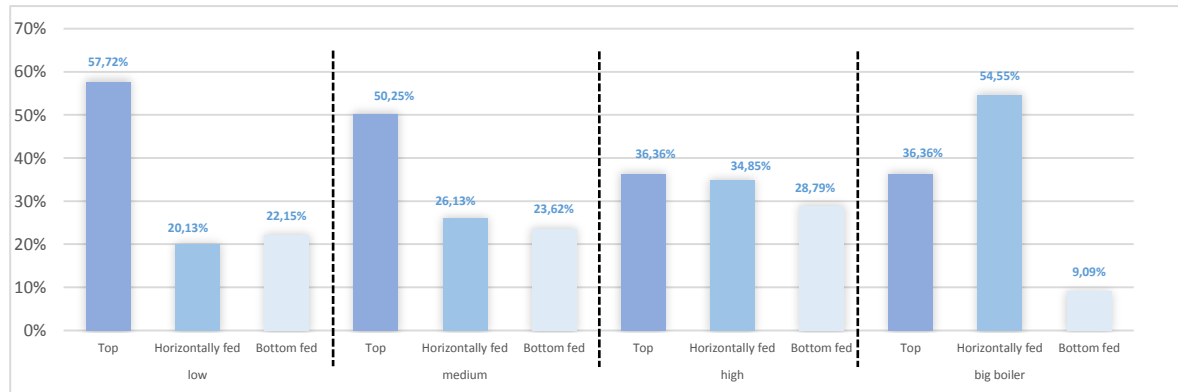


Figura 9: Tipo de alimentación y potencia

El control de la combustión (regulación de la cantidad de aire) es otro elemento clave para limitar las emisiones. El uso de una sonda lambda permite una regulación dinámica de la caldera que como puede verse en la figura 10 permite disminuir sensiblemente las emisiones de CO, tanto a carga nominal como a carga parcial. Sin embargo no se observa apenas impacto en el control de las emisiones.

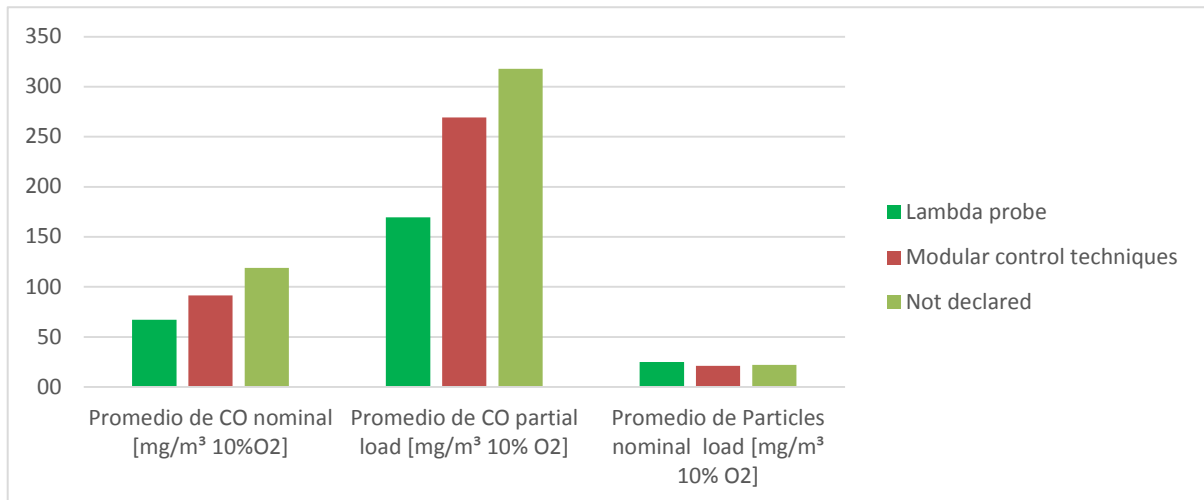


Figura 10: Regulación y control de emisiones

El uso de la sonda lambda todavía no está tan extendido en los rango de potencias inferiores a 50 kW (figura 10).

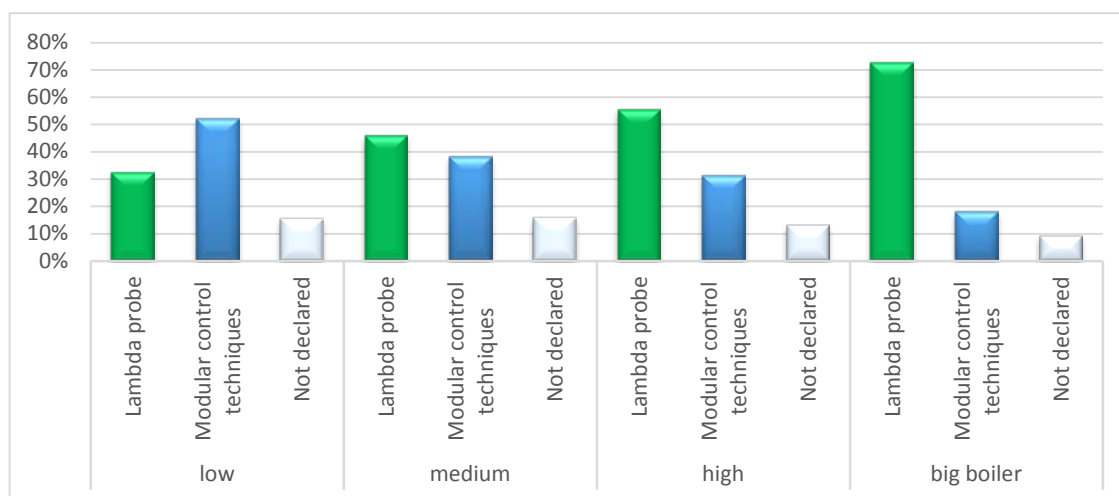


Figura 11: Sistemas de regulación en función de la potencia de la caldera

#### 4. Conclusiones

En este trabajos comparan las tecnologías usadas en los sistemas de combustión de pellets (pellets y astillas en algunos casos) de baja potencia. El estado actual del mercado de calderas es bastante variable en cuanto a la configuración de las partes principales de las mismas. Aunque se han encontrado fabricantes de calderas en muchos de los estados miembros de la UE (11 en total) el mercado de fabricantes sigue estando dominado por Austria y Alemania, que fabrican el catalogo más amplio de equipos tanto en términos de potencia como de prestaciones y calidad. El tipo más habitual de caldera en el rango de los hasta 200 kW es una caldera pirotubular con un diseño en vertical del intercambiador y de lecho fijo.

En relación a las emisiones de CO, cabe señalar que de acuerdo a la base datos elaborada, se observa un incremento notable en la mayoría de los modelos de las emisiones de CO a carga parcial frente a su uso a carga nominal. También es reseñable que, y frente a la idea preestablecida, que los sistemas de alimentación superior por gravedad (que perturban más el lecho), no emiten más CO. La media de emisiones de estos sistemas es equiparable a los sistemas con alimentación inferior u horizontal. La alimentación en horizontal produce solo ligeramente menos emisiones y se utiliza en las calderas de mayor potencia en el rango estudiado.

Los sistemas de regulación imperantes son sistemas modulares o sondas lambda, siendo estas más frecuentes en la parte alta del rango de potencias. El uso de sondas lambda dota a la caldera de mayor control y produce de media menos emisiones de CO tanto a carga nominal como parcial.

Es destacable que la norma EN-303-5 de 1999 catalogaba a todas las calderas estudiadas en la categoría de máxima calidad (clase 3), lo que justifica en parte la idoneidad de la revisión de esta norma que tuvo lugar en 2012. No obstante, y aunque en apariencia la norma revisada establece unos valores mucho más exigentes, (introduce las clases 4 y 5 y elimina las 1 y 2) estos, no resultan mucho más restrictivos al aplicarse a los valores declarados por los fabricantes. Así en relación a las emisiones de CO a carga nominal todas siguen alcanzando la ahora máxima calidad que corresponde a la clase 5. En relación a las partículas aunque de un mayor impacto, sigue manteniendo más del 90% de las calderas en la máxima calidad (clase 5) y solo una en la clase 3. En consecuencia, la catalogación en “clases” una vez aplicada al mercado de calderas europeo, y de acuerdo a los datos suministrados por los fabricantes, no clarifica al consumidor que calderas tienen “mejor/peor” calidad. Esto puede ser un síntoma de la madurez del mercado en este tipo de calderas donde todos los fabricantes son capaces de construir calderas de gran calidad o también que la revisión de la citada norma no alcanza una segmentación suficiente del mismo.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto ENE2012-36405

## 6. Referencias

- [1] BAROMÈTRE BIOMASSE SOLIDE – EUROBSERV’ER – NOVEMBRE 2010:122-139
- [2] Pellet market overview report EUROPE. Pellet-atlas. WIP Renewable Energies. December 2009
- [3] Present and future trends in pellet markets, raw materials, and supply logistics in Sweden and Finland. Mari Selkimäki Blas Mola-Yudego , Dominik Röser, Robert Prinz, Lauri Sikanen Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 3068–3075
- [4] Höglund J. The Swedish fuel pellets industry: production, market and standardization. Swedish University of Agricultural Sciences, Examarbeten Nr 14; 2008. ISSN1654-1367
- [5] V.K. Vermaa, et al. Small scale biomass heating systems: Standards, quality labelling and market driving factors – An EU outlook. Biomass and Bioenergy 33 (2009) 1393–1402.
- [6] Vinterback J. Pellet 2002: the first world conference on pellets. Biomass and Bioenergy 2004;27:513–20.
- [7] Fiedler F. The state of the art of small-scale pellet-based heating systems and relevant regulations in Sweden, Austria and Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2004;8:201–21.
- [8] Kjällstrand J, Olsson M. Chimney emissions from small-scale burning of pellets and fuel wood-examples referring to different combustion appliances. Biomass and Bioenergy 2004;27(6):557–61.
- [9] Obernberger I, Thek G. Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour. Biomass and Bioenergy 2004; 27:653–69.
- [10] Austrian Bioenergy Centre GmbH . Förderbare automatisch beschickte Biomasseanlagen” (2008) Austrian Bioenergy Centre GmbH
- [11] Fröling Heizkessel- und Behälterbau Ges.m.b.H, <http://www.froeling.at/>.
- [12] Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GmbH, <http://www.solarfocus.at/>.
- [13] SHT-Heiztechnik GmbH, <http://www.sht.at>
- [14] Thermia Värme AB, <http://www.thermia.se>.
- [15] Scand-Pellet AB, [www.scand-pellet.se](http://www.scand-pellet.se).
- [16] Effecta-Pannan AB, <http://www.effectapannan.se/>.
- [17] Hughes EE. Biomass co-firing: economics, policy and opportunities. Biomass Bioenergy
- [18] Messerer A, Schmatloch V, Pöschl U, Niessner R. Combined particle emission reduction and heat recovery from combustion exhaust – a novel approach for small wood-fired appliances. Biomass and Bioenergy 2007;31(7):512–21
- [19] Musil-Schlaeffer, et al. Standards and performance of residential biomass boilers in Europe (2011) EM: Air and Waste Management Association's Magazine for Environmental Managers, (JANUARY). 13-18. BIOENERGY 2020+, Wieselburg – Austria
- [20] Míguez, J.L., Morán, J. et al. Review of technology in small-scale biomass combustion systems in the European market. Renewable and Sustainable Energy Reviews- Volume 16, Issue 6, (August 2012). 3867-3875