

INFORME DE ENSAYO
FORM 131/501- L - 379 Julio 2022 Rev.01
SCF-76129



CESMEC

Cliente/Solicitante			
Nombre Cliente	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección Cliente	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Empresa Solicitante	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección Solicitante	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Proceso			
Orden de Trabajo	544458.		
N° de Solicitud	12691.		
N° SCF	76129.		
Fecha recepción muestras	08-11-2023.	Fecha inicio ensayos	13-11-2023.
Fecha emisión de informe	22-11-2023.	Fecha fin de ensayos	22-11-2023.
Muestras			
Nombre	Filtros de retención de material particulado del humo generado por aparatos que funcionan con leña.	Tipo de Combustible utilizado	Leña seca y leña húmeda.
Marca	WS Filters.	Especie	Eucalyptus Globulus.
Modelo	WS-CUB-5-200 WS-CUB-6-200 WS-CIL-6-250 WS-CIL-5-250.	Tamaño de muestra	04 unidades.
Series/Trazabilidad	N° 01WS-CUB-5-200 / 07 Nov. 2023 N° 01WS-CUB-6-200 / 07 Nov. 2023 N° 01WS-CIL-6-250 / 07 Nov. 2023 N° 01WS-CIL-5-250 / 07 Nov. 2023.		
Nombre del Fabricante	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección del Fabricante	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Laboratorio			
Tipo de ensayo	Especial		
Laboratorio de ensayos	CESMEC S.A.		
Dirección	Avda. Collao N°2137, Concepción.		

Juan Pablo Oliva Santos
 Funcionario responsable de la
 Ejecución de los ensayos

Matías Lamana Toledo
 Jefe de Laboratorio responsable de
 informe

1.- RESUMEN

A solicitud de la empresa *Wood Smoke Filters SPA*, se realizaron ensayos con los filtros marca *WS Filters* modelos *WS-CUB-5-200*; *WS-CUB-6-200*; *WS-CIL-6-250* y *WS-CIL-5-250* para determinar los siguientes parámetros de medición:

- EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)
- EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) AL 13 % DE O₂ (%)
- DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)
- MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)
- MONITOREO DE TEMPERATURA AMBIENTE DE LA SALA (°C)
- CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)

Los ensayos anteriormente mencionados fueron realizados utilizando un calefactor a leña de 13 kW de potencia, con el ajuste de aire primario siempre en posición máxima y utilizando leña seca (<25 % de humedad) estandarizada (2x2") y leña húmeda comercial (> 25 % de humedad).

Para los ensayos de medición de Material Particulado (M.P.) se hizo funcionar el calefactor utilizando como referencia partes de la metodología descritas en los métodos CH - 5: "*Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias*", CH - 5G: "*Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución*", y CH - 28: "*Determinación de material particulado y certificación y auditoría de calefactores a leña*".

Para los ensayos de Eficiencia Energética (E.E), se tuvo como referencia algunos puntos de la norma chilena NCh 3173. Of2009 "*Estufas que utilizan combustibles sólidos – Requisitos y métodos de ensayo*".

2.- IDENTIFICACIÓN DE FILTROS

IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WS-CUB-5-200 – CÚBICO 5”



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WS-CUB-6-200 – CÚBICO 6”



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WS-CIL-6-250 – CILÍNDRICO 6”



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WS-CIL-5-250 – CILÍNDRICO 5”



3.- RESUMEN DE RESULTADOS

3.1.- RESULTADOS LEÑA SECA

	SIN FILTRO	WS-CUB-5-200	WS-CUB-6-200	WS-CIL-6-250	WS-CIL-5-250
AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	5,8	6,1	6,0	5,8	6,1
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)	3,63	1,79	2,50	2,22	2,00
TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)	253,1	167,9	198,2	177,4	158,8
EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)	81,57	86,17	86,75	87,82	86,66
MONÓXIDO DE CARBONO AL 13 % DE O2	0,33	0,27	0,25	0,26	0,29
EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)	8,1	1,8	3,4	2,7	1,9
DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE M.P. (%)	---	77,7	57,8	66,3	76,3

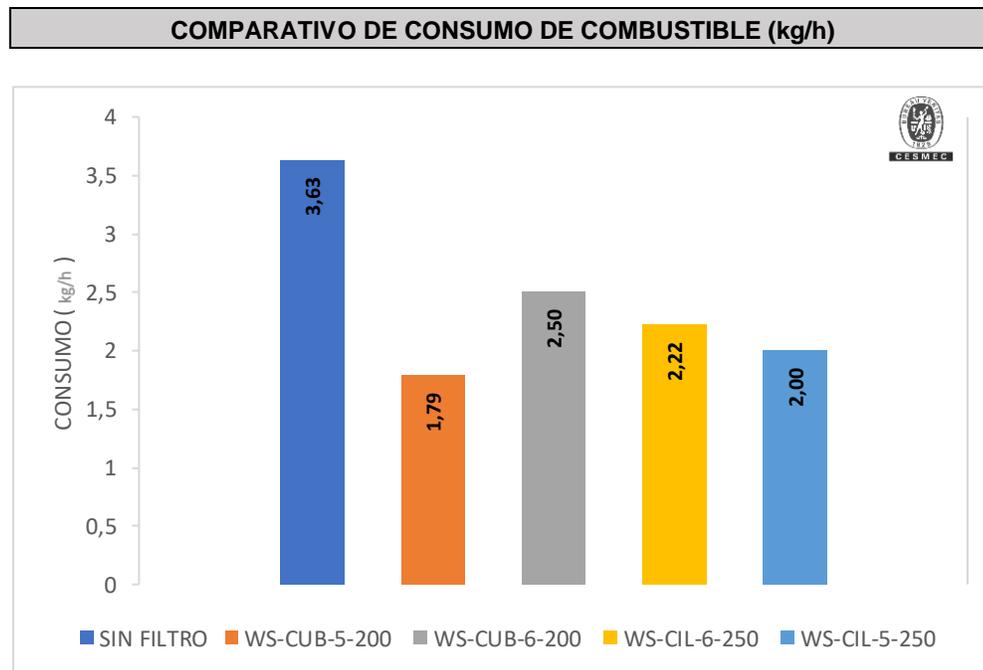


Gráfico N°1: Comparación del consumo de leña seca por hora para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

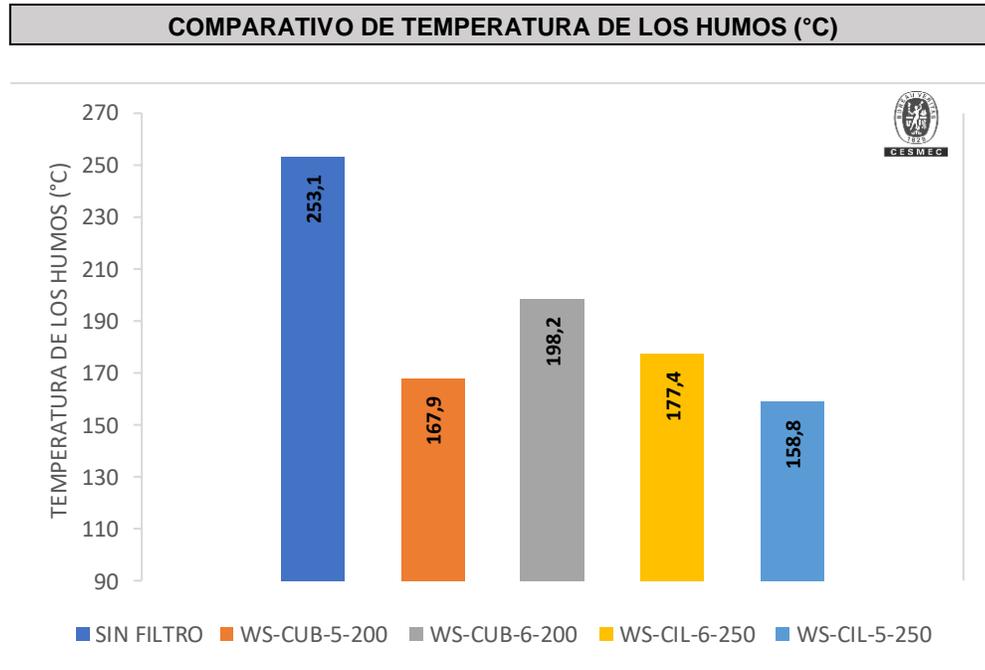


Gráfico N°2: Comparación del promedio de la temperatura de los humos durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

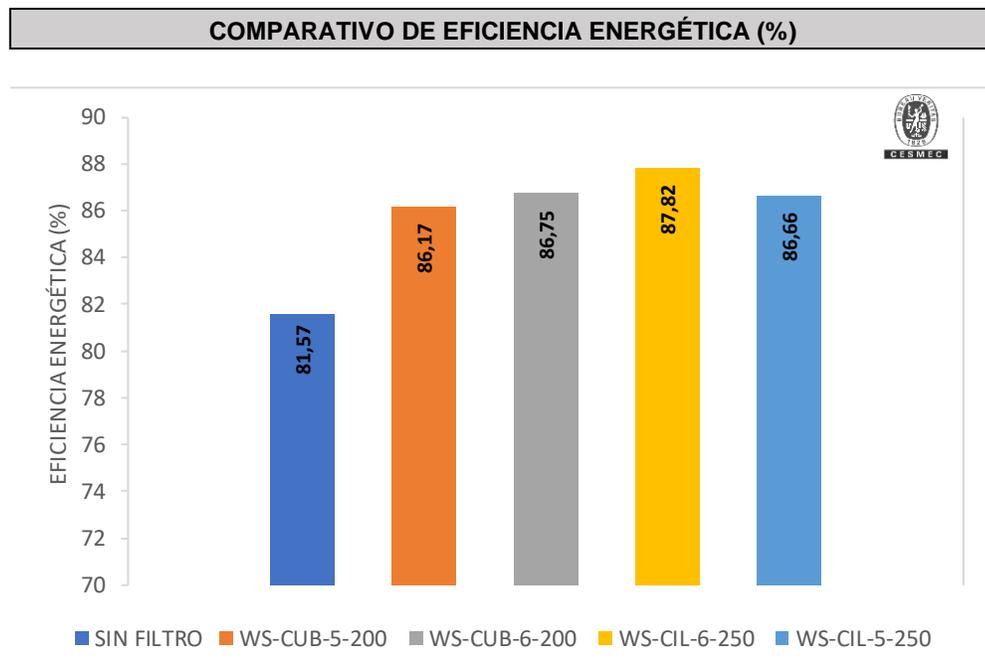


Gráfico N°3: Comparación de la Eficiencia Energética para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

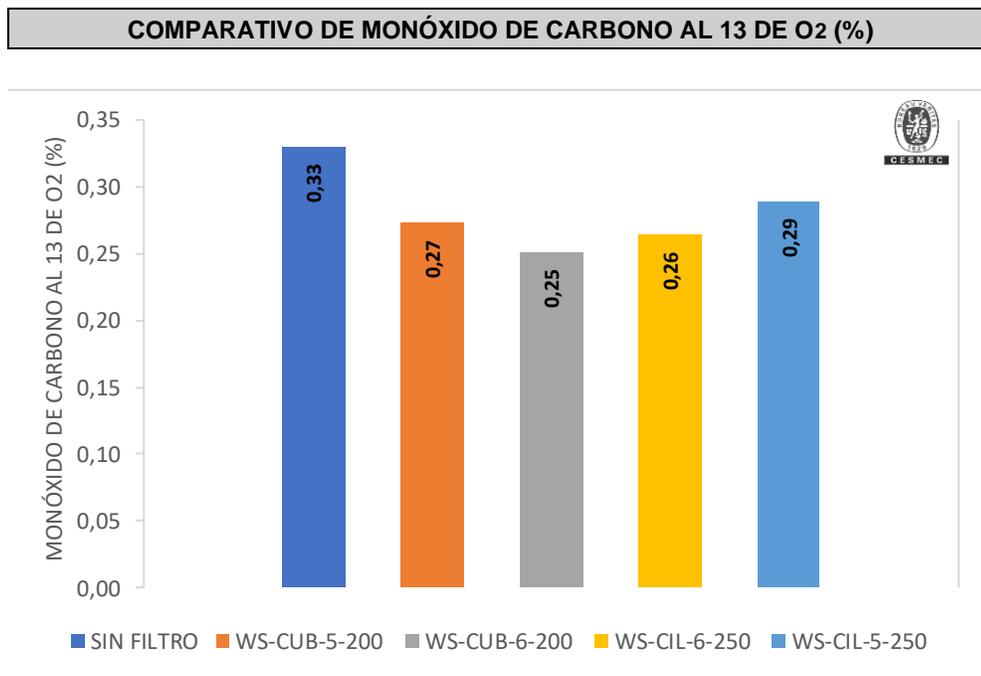


Gráfico N°4: Comparación del promedio de la emisión de monóxido de carbono al 13 % de O₂ durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

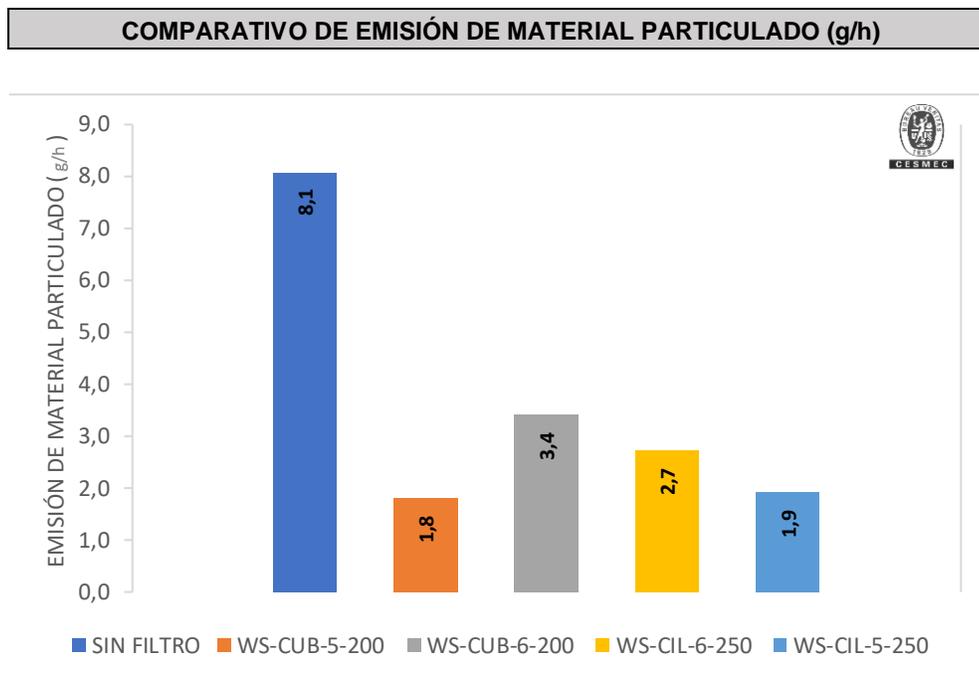


Gráfico N°5: Comparación de la emisión de material particulado durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

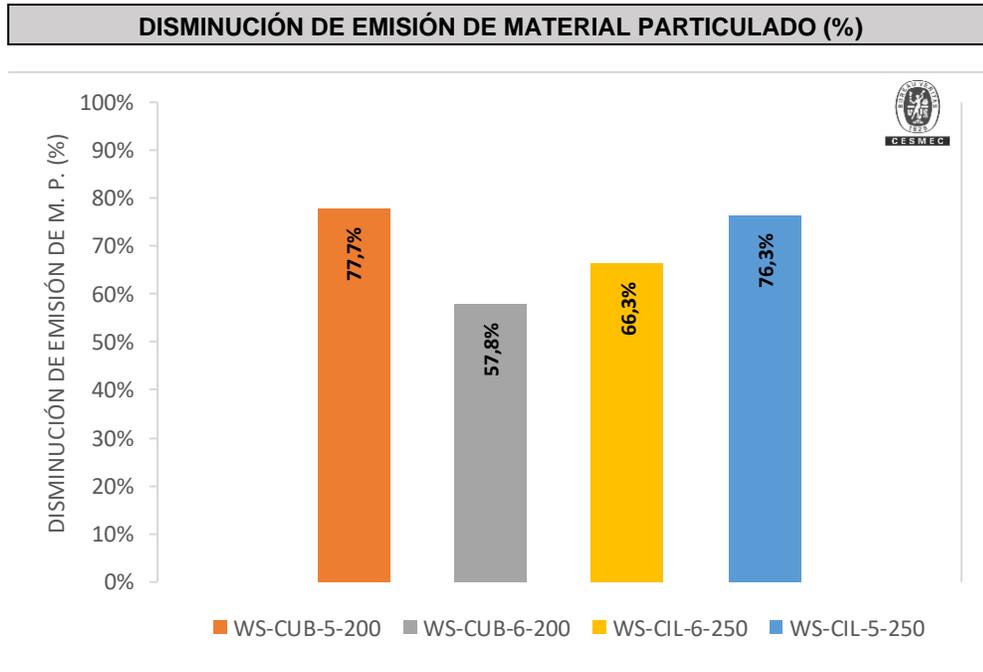


Gráfico N°6: Comparación del porcentaje de disminución de emisión de material particulado para cada uno de los filtros ensayados en un calefactor a leña.

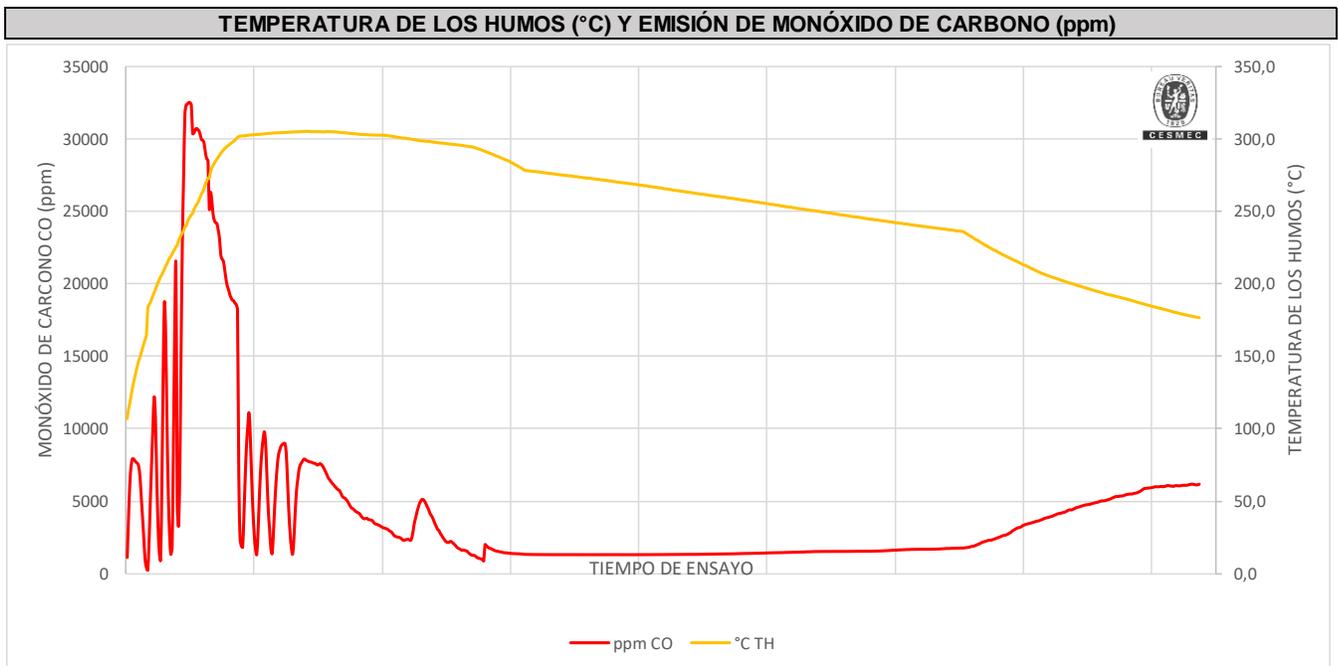


Gráfico N°7: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña sin filtro.

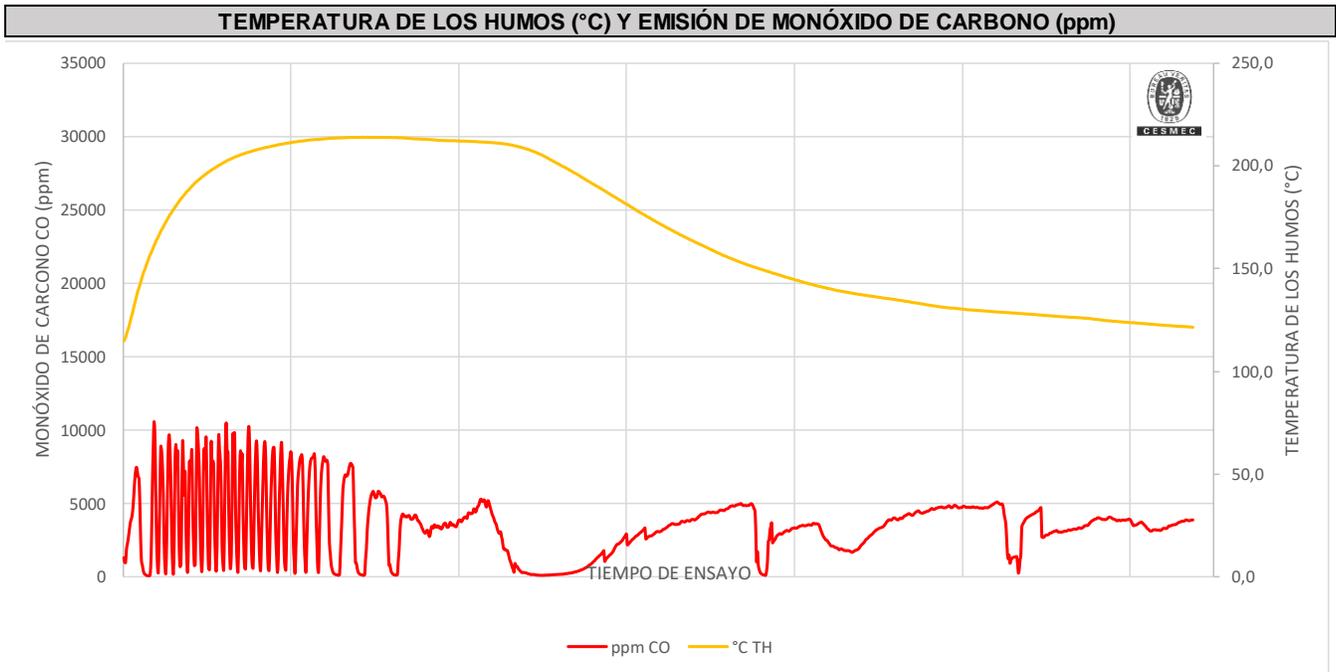


Gráfico N°8: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WS-CUB-5-200.

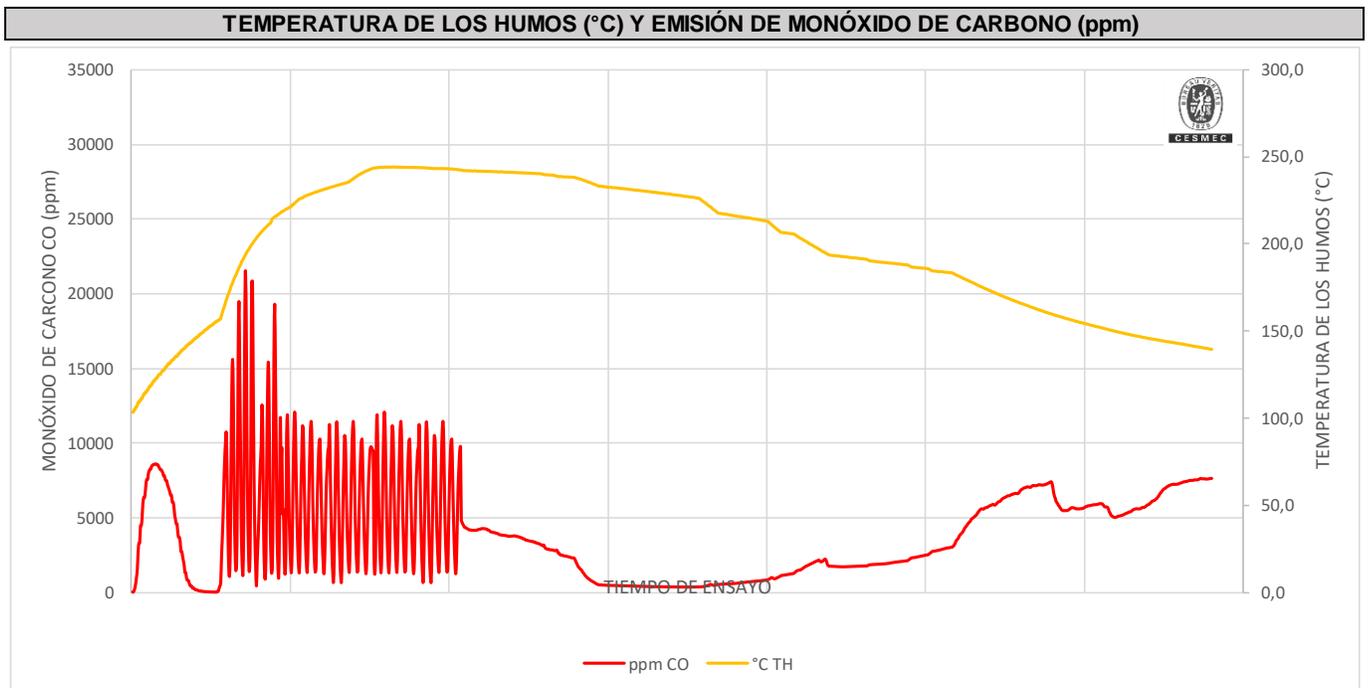


Gráfico N°9: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WS-CUB-6-200.

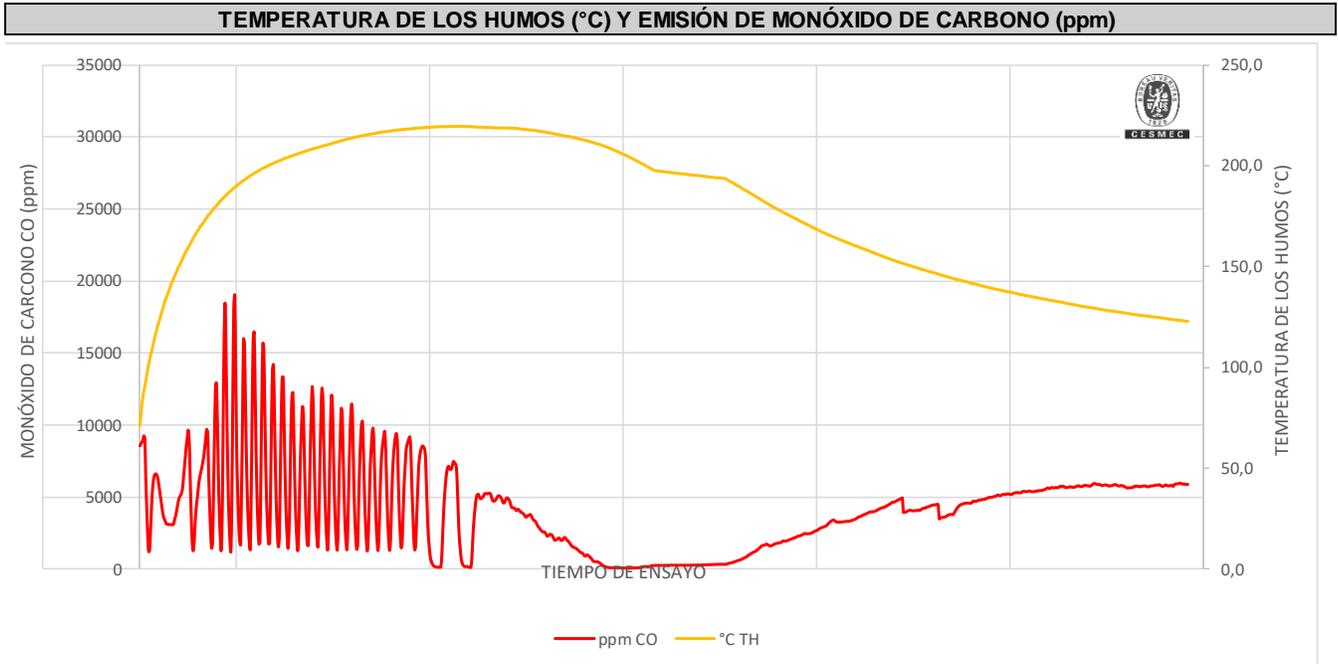


Gráfico N°10: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WS-CIL-6-250.

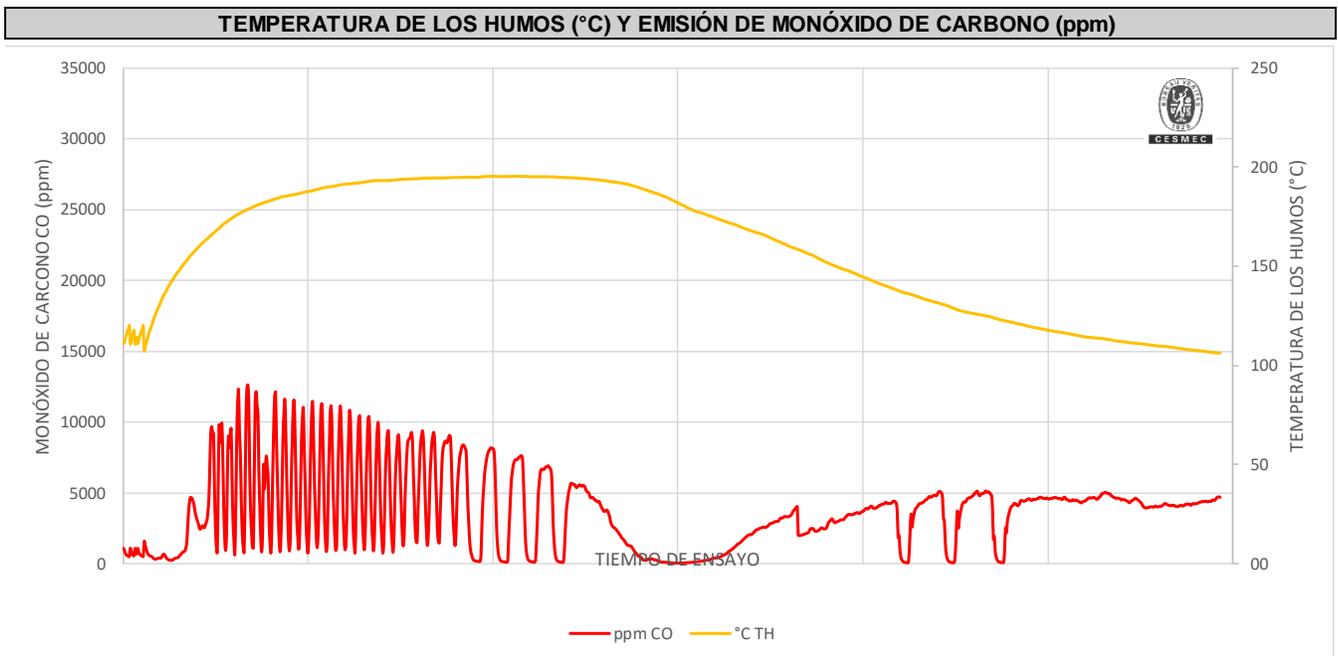


Gráfico N°11: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WS-CIL-5-250.

3.2.- RESULTADOS LEÑA HÚMEDA

	SIN FILTRO	WS-CUB-5-200	WS-CUB-6-200	WS-CIL-6-250	WS-CIL-5-250
AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	1,5	1,8	1,6	1,5	1,7
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)	2,82	1,78	2,72	2,40	2,02
TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)	240,7	169,2	193,8	147,5	154,3
EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)	75,0	78,3	78,6	78,9	77,7
MONÓXIDO DE CARBONO AL 13 % DE O2	0,46	0,41	0,35	0,41	0,42
EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)	9,6	4,0	5,9	5,2	4,3
DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE M.P. (%)	---	58,7	38,9	46,6	55,3

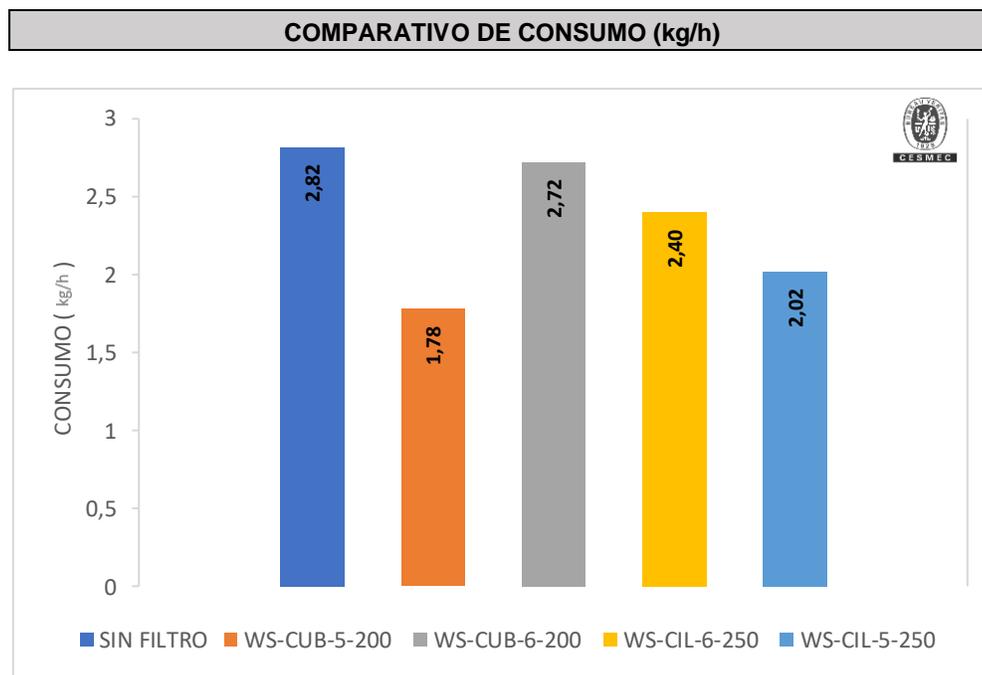


Gráfico N°12: Comparación del consumo de leña húmeda por hora para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

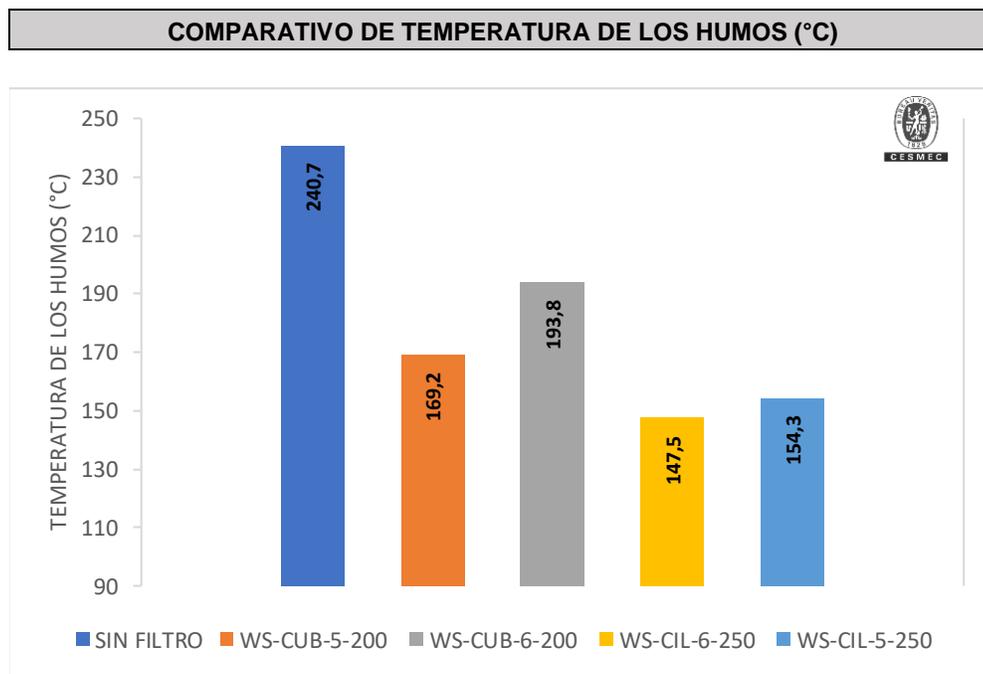


Gráfico N°13: Comparación del promedio de la temperatura de los humos durante el ensayo para un calefactor con leña húmeda solo y un calefactor con leña húmeda con cada uno de los filtros.

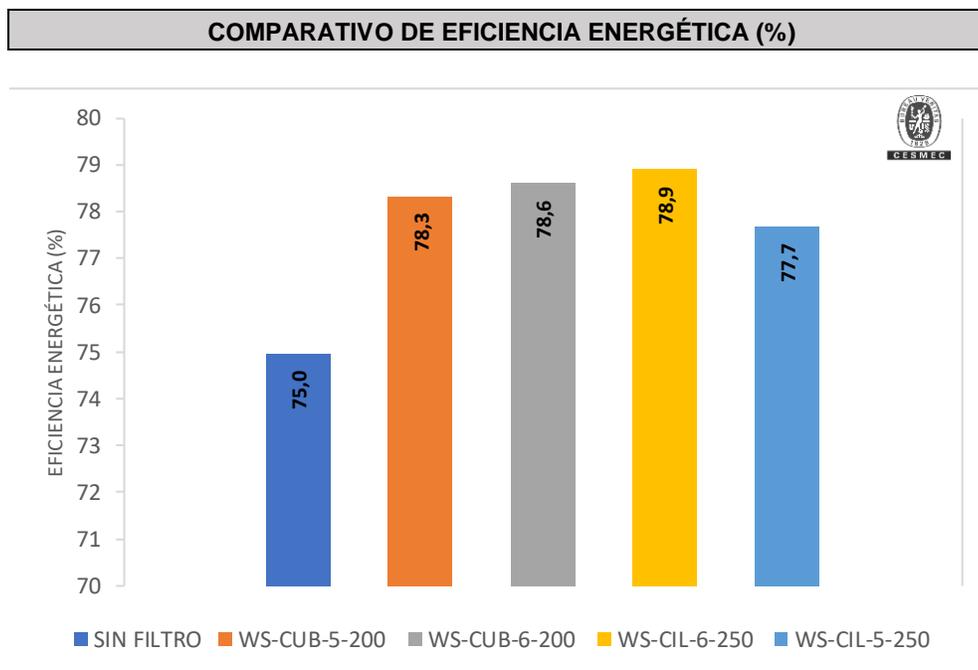


Gráfico N°14: Comparación de la Eficiencia Energética para un calefactor con leña húmeda solo y un calefactor con leña húmeda con cada uno de los filtros.

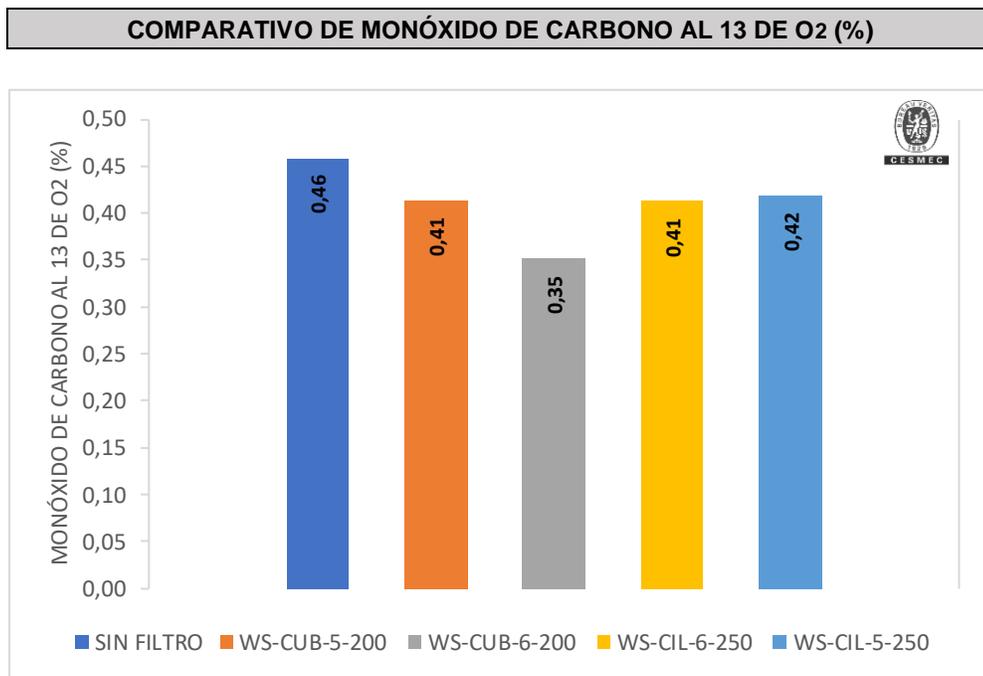


Gráfico N°15: Comparación del promedio de la emisión de monóxido de carbono al 13 % de O₂ durante el ensayo para un calefactor con leña húmeda solo y un calefactor con leña húmeda con cada uno de los filtros.

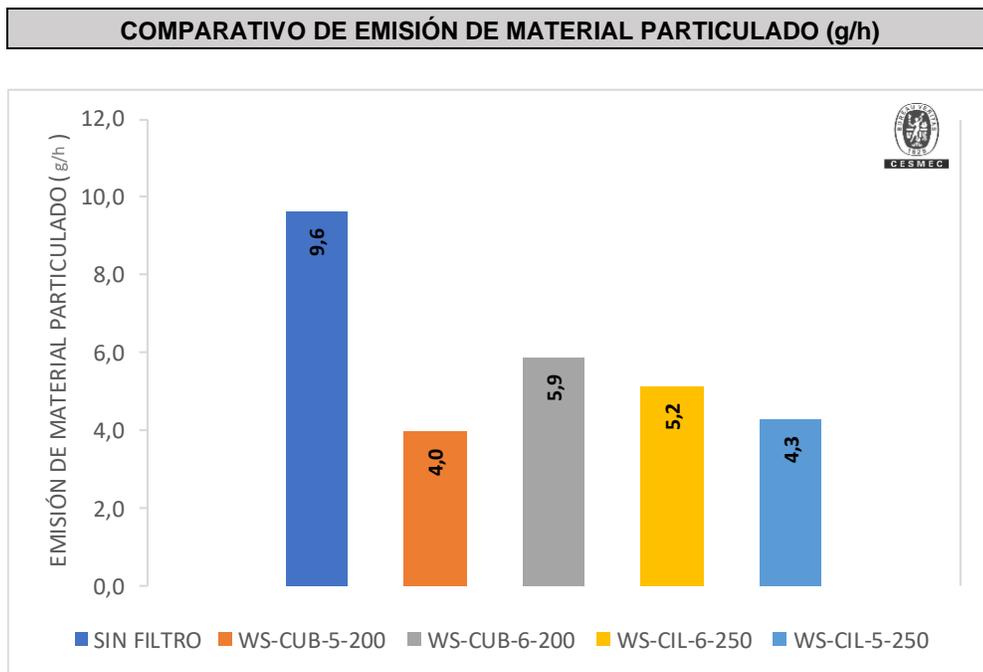


Gráfico N°16: Comparación de la emisión de material particulado durante el ensayo para un calefactor con leña húmeda solo y un calefactor con leña húmeda con cada uno de los filtros.

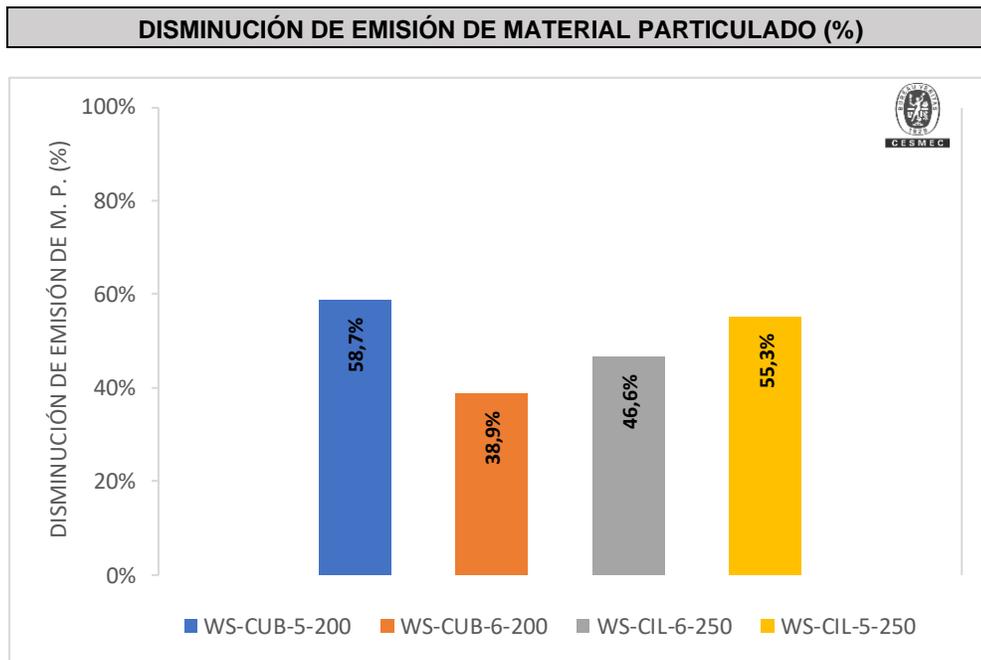


Gráfico N°17: Comparación del porcentaje de disminución de emisión de material particulado para cada uno de los filtros ensayados en un calefactor con leña húmeda.

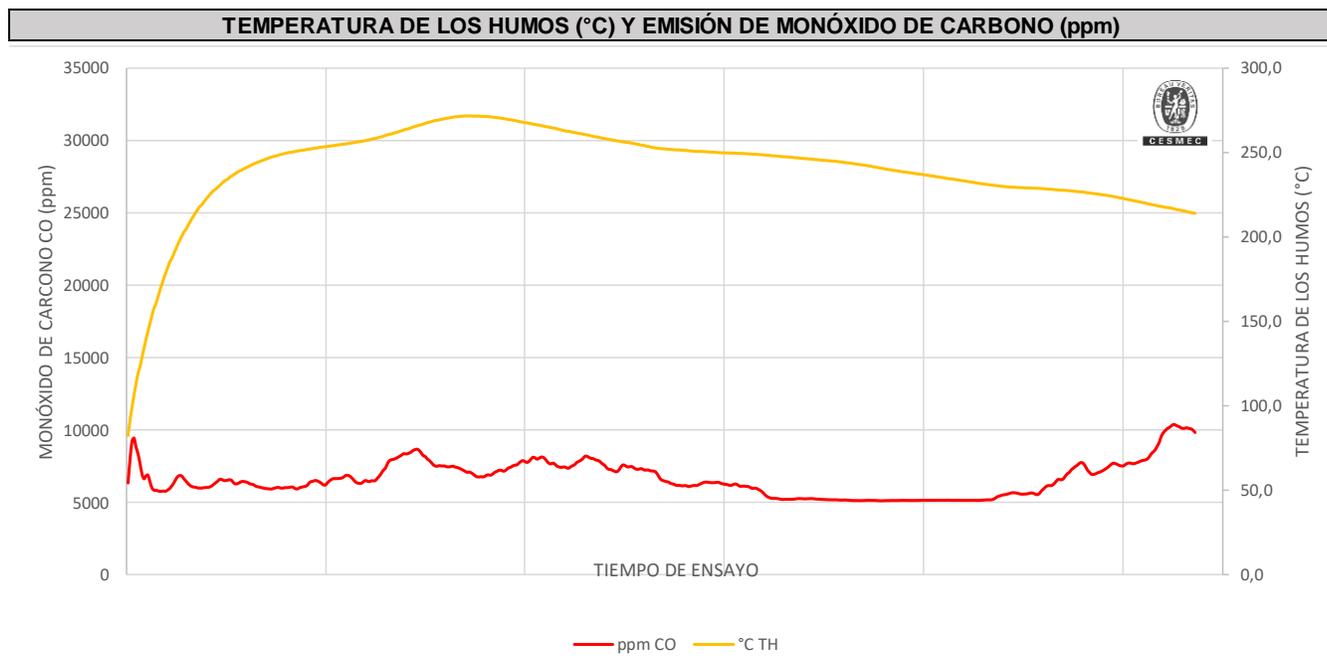


Gráfico N°18: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña húmeda sin filtro.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)

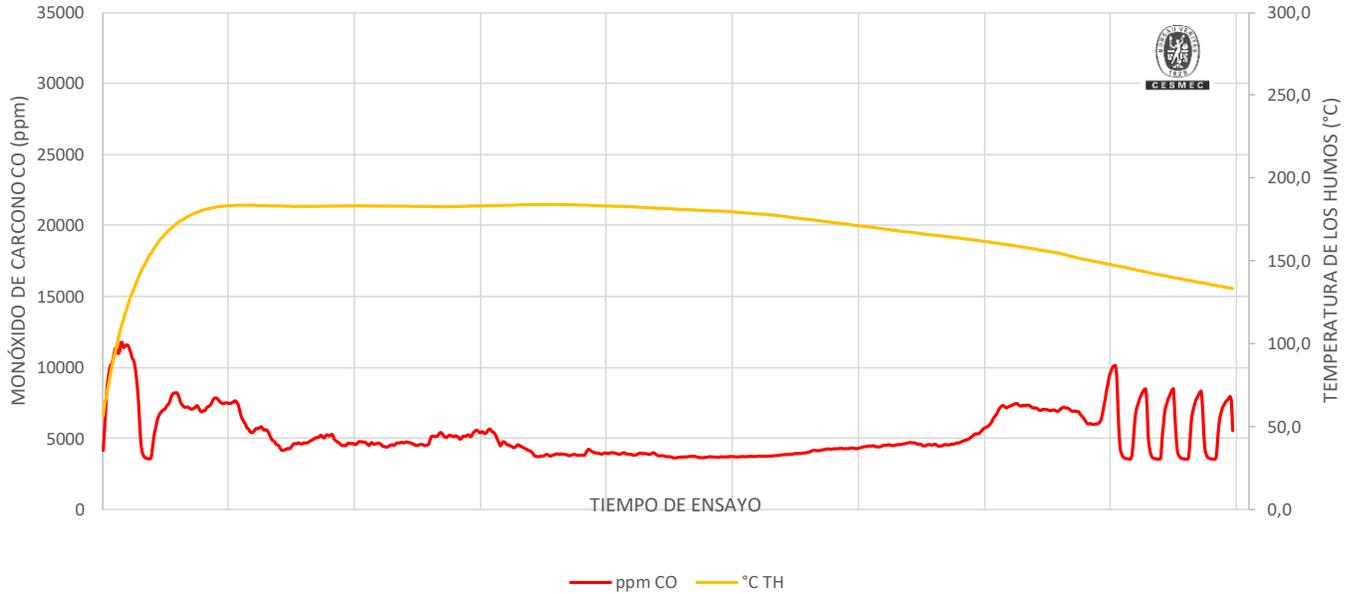


Gráfico N°19: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña húmeda con el WS-CUB-5-200.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)

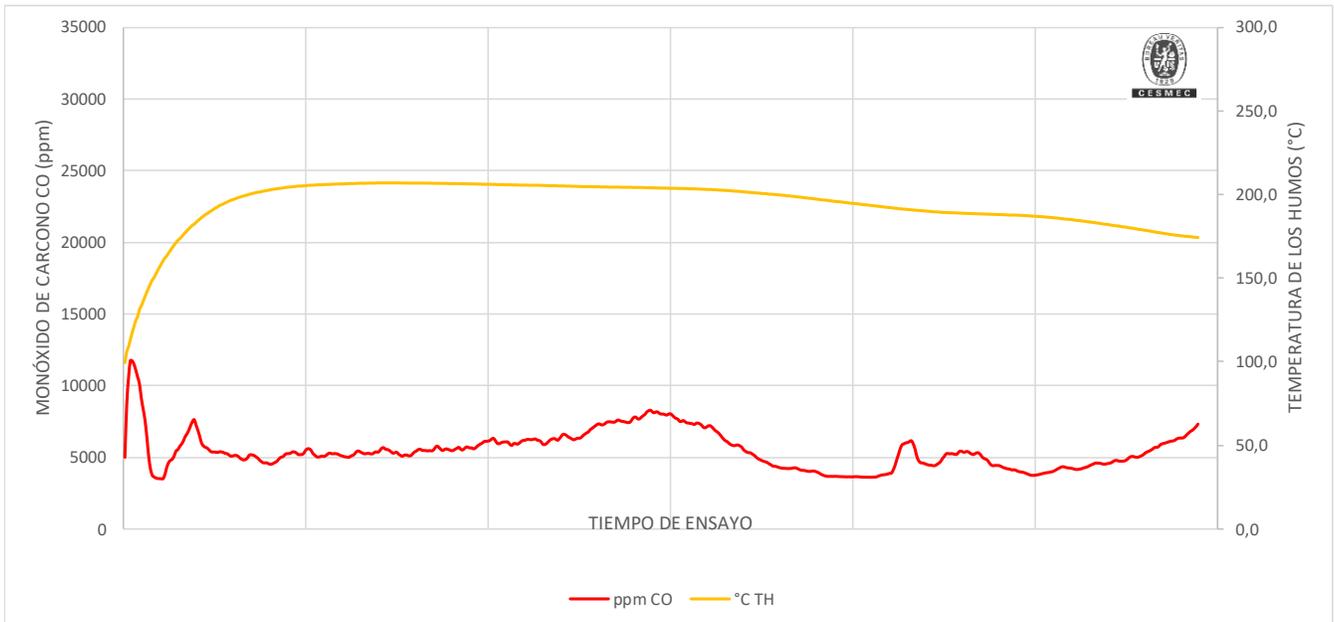


Gráfico N°20: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña húmeda con el WS-CUB-6-200.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)

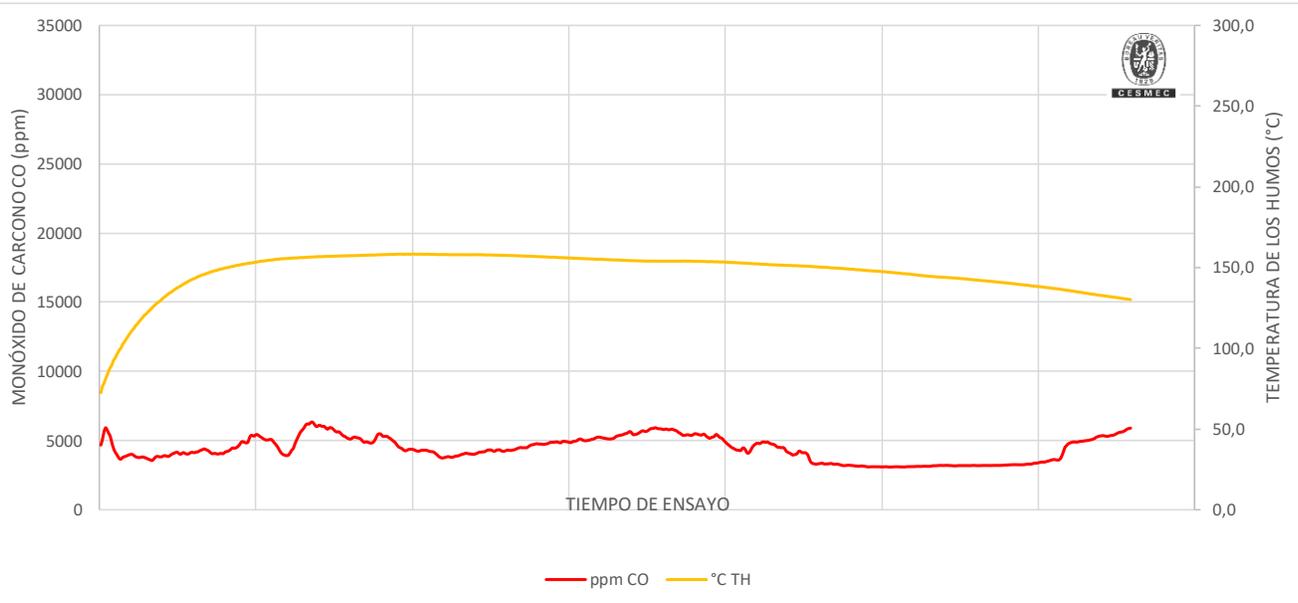


Gráfico N°21: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña húmeda con el WS-CIL-6-250.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)

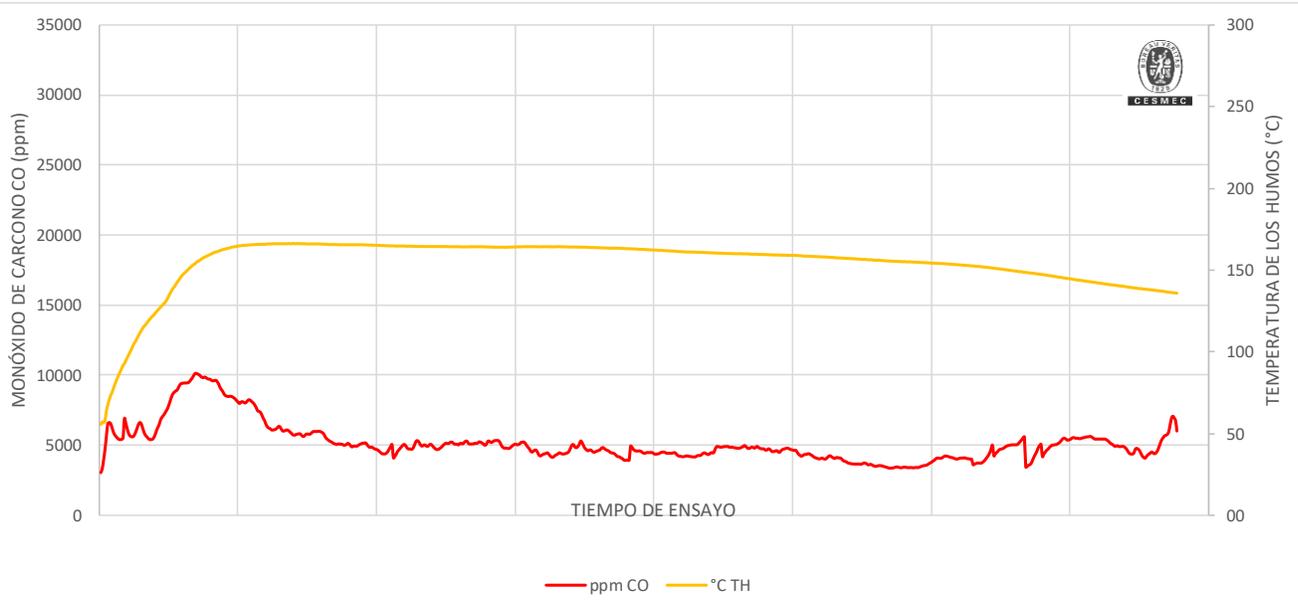


Gráfico N°22: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña húmeda con el WS-CIL-5-250.

4.- CONCLUSIONES

- La utilización de los filtros genera una disminución del consumo de combustible, lo que se traduce en un ahorro para el usuario. En los ensayos con leña seca, el consumo de combustible sin filtro fue de 3,63 kg/h, y al utilizar los filtros en la combustión, el ahorro de combustible fue el siguiente: WS-CUB-5-200: 50,69 %; WS-CUB-6-200: 31,13 %; WS-CIL-6-250: 38,84 % y WS-CIL-5-250: 44,91 %. Para el ensayo con leña húmeda, el consumo de combustible sin filtro fue de 2,82 kg/h, y al utilizar los filtros en el calefactor, el ahorro de combustible fue el siguiente: WS-CUB-5-200: 36,88 %; WS-CUB-6-200: 3,55 %; WS-CIL-6-250: 14,89 % y WS-CIL-5-250: 28,37 %.
- La utilización de los filtros genera una disminución de las emisiones de material particulado. En los ensayos con leña seca corresponde a los siguientes porcentajes: WS-CUB-5-200: 77,7 %; WS-CUB-6-200: 57,8 %; WS-CIL-6-250: 66,3 % y WS-CIL-5-250: 76,3 % y para los ensayos con leña húmeda, los siguientes porcentajes: WS-CUB-5-200: 58,7 %; WS-CUB-6-200: 38,9 %; WS-CIL-6-250: 46,6 % y WS-CIL-5-250: 55,3 %, por lo que los filtros son capaces de retener una parte del material particulado procedente de la combustión de la leña en el calefactor.
- La utilización de los filtros en el calefactor produce un aumento en la temperatura ambiente, sin embargo, no hay una variación significativa con respecto al ensayo de la estufa sin los filtros.
- La utilización de los filtros genera una disminución de la temperatura de los humos de los gases de combustión reduciendo la posibilidad de recalentamiento de los cañones por recalentamiento.
- La utilización de los filtros produce un aumento de la Eficiencia Energética del calefactor, principalmente a causa de la disminución de temperatura de los gases de combustión.
- Los ensayos que utilizaron los filtros de retención de material particulado mostraron una disminución de la emisión de monóxido de carbono (CO) ajustado al 13 % de O₂.

- En todos los ensayos realizados con los filtros instalados se observó una disminución del tiraje del calefactor (**Ver Anexo I al final de este informe**), sin embargo, el calefactor logró funcionar con normalidad y no se produjo una devolución de los humos hacia la cámara de combustión.
- Al finalizar cada uno de los ensayos con los filtros, se observaron brasas suficientemente capaces de encender una nueva carga de leña. Para comprobar lo anteriormente mencionado, se realizó la “prueba de recuperación”, la que consiste en utilizar las brasas remanentes del ensayo para encender nuevos leños de madera con un correcto encendido.
- De acuerdo con los ensayos realizados se puede concluir que la utilización de los filtros genera una disminución del consumo de leña, traducido en un ahorro de combustible, disminución en la temperatura de los humos, aumento de la Eficiencia Energética y disminución de las emisiones de material particulado durante el funcionamiento del calefactor.
- Es importante señalar que se hace necesario que los filtros cuenten con un documento tipo manual de usuario donde se informe el correcto montaje de la caja metálica, las instrucciones de limpieza de los filtros de retención de material particulado, frecuencia de mantención y toda información relevante de seguridad. Además, la instalación de los filtros debe considerar las condiciones de instalación de cada calefactor, contenida en los respectivos manuales de usuario de los fabricantes.

5.- FOTOGRAFÍAS

WS-CUB-5-200 EXTERIOR



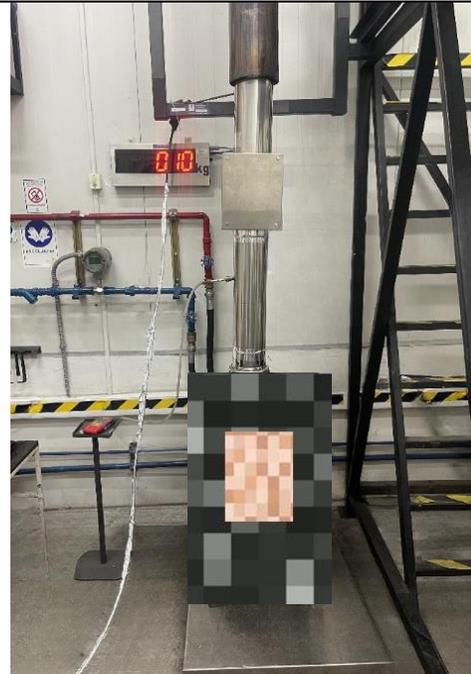
WS-CUB-5-200 INTERIOR



FILTROS INTERIORES



MONTAJE EN BANCO DE ENSAYO



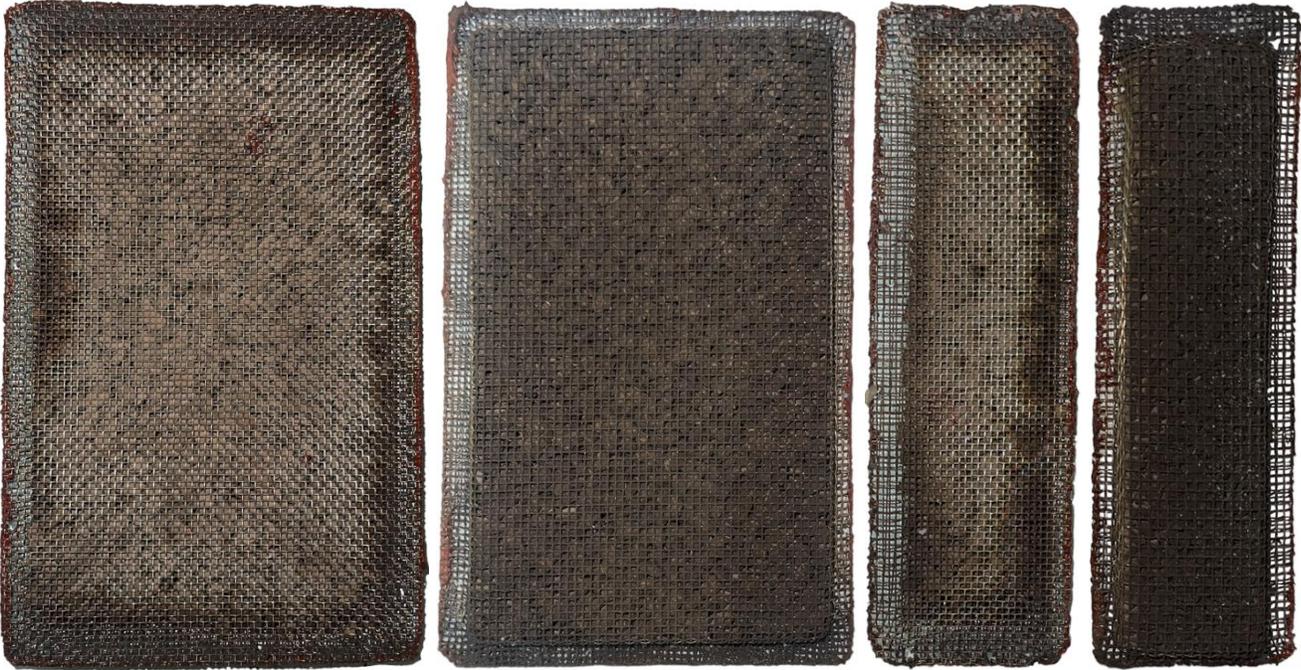
WS-CUB-5-200 POST ENSAYOS



TAPA POST ENSAYOS



FILTROS POST ENSAYOS



WS-CUB-6-200 EXTERIOR



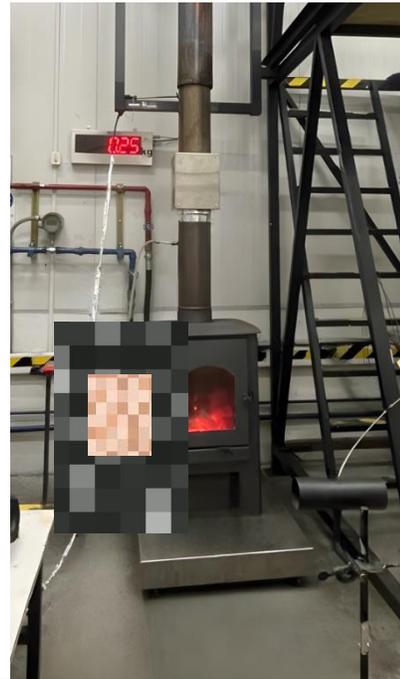
WS-CUB-6-200 INTERIOR



FILTROS INTERIORES



MONTAJE EN BANCO DE ENSAYO



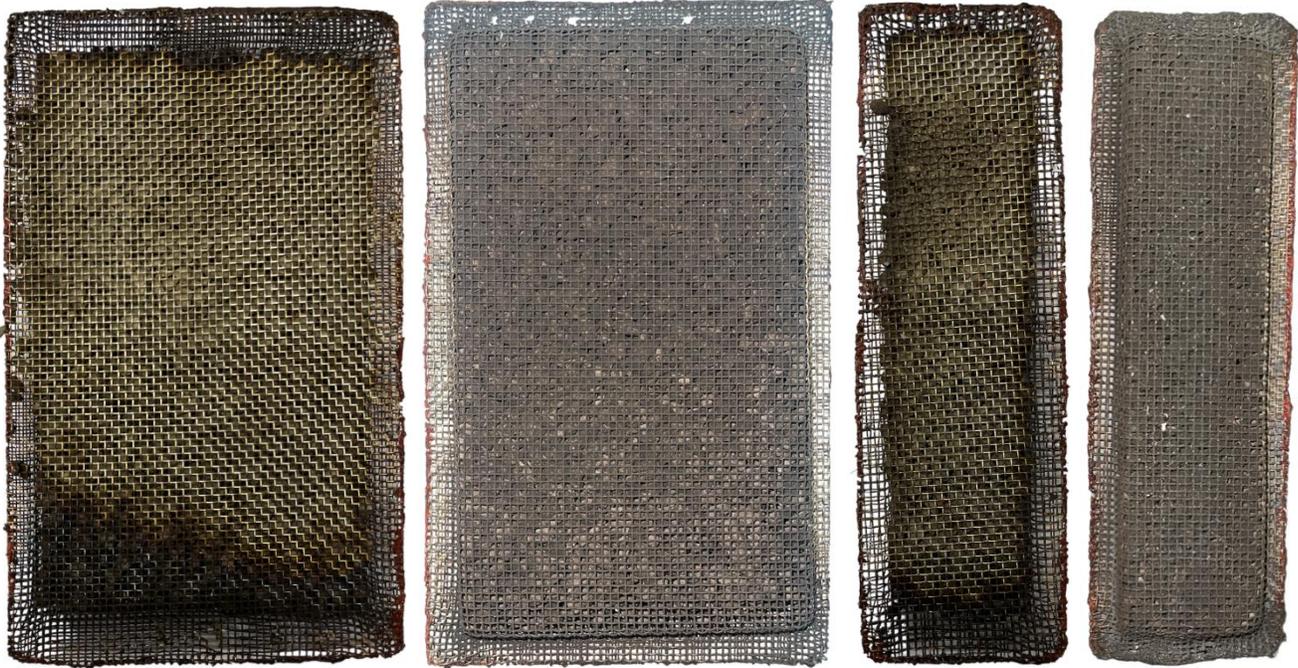
WS-CUB-6-200 POST ENSAYOS



TAPA POST ENSAYOS



FILTROS POST ENSAYOS



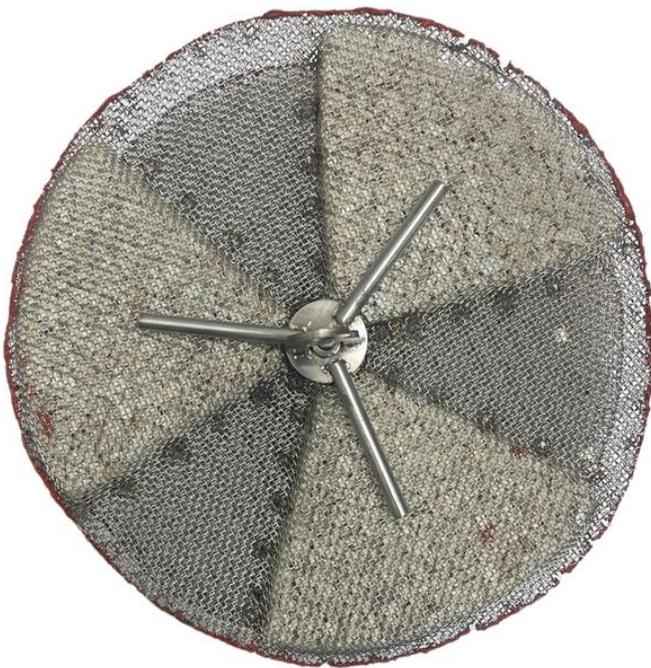
WS-CIL-6-250 EXTERIOR



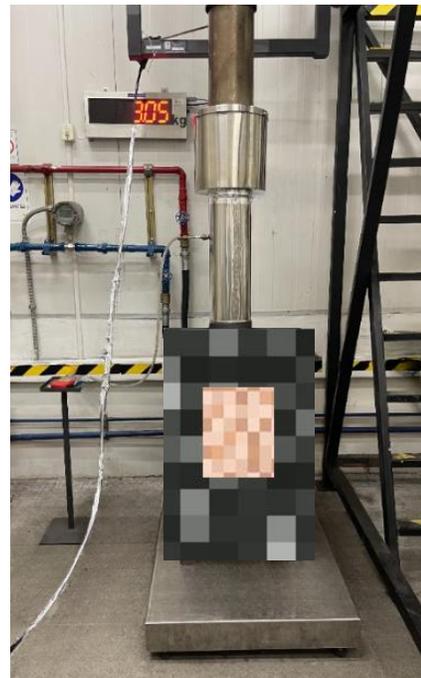
FILTRO INTERIOR VISTA FRONTAL



FILTRO INTERIOR VISTA SUPERIOR



MONTAJE EN BANCO DE ENSAYO



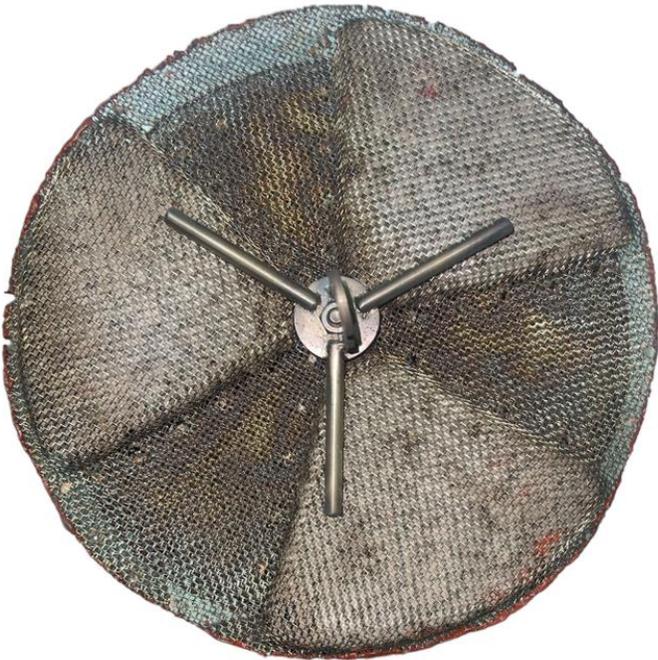
WS-CIL-6-250 POST ENSAYOS



TAPA POST ENSAYOS



FILTRO POST ENSAYOS



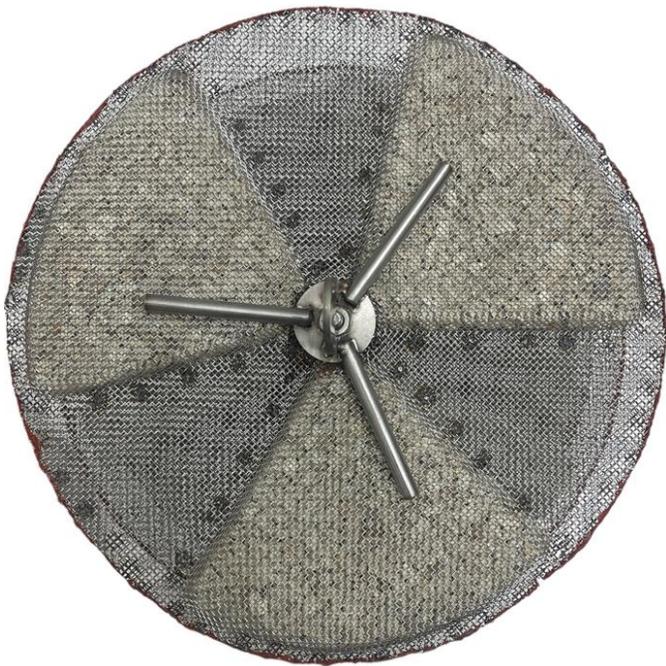
WS-CIL-5-250 EXTERIOR



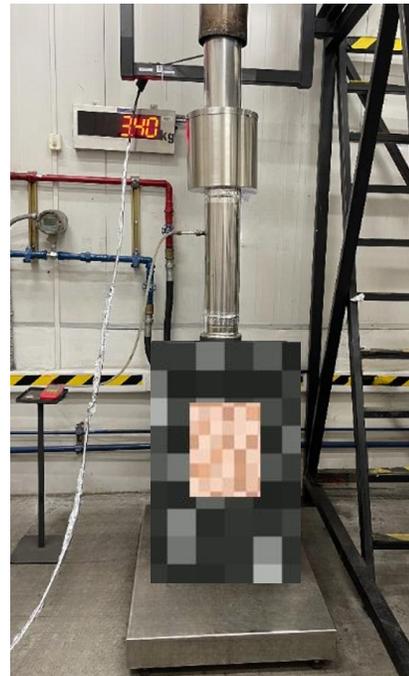
FILTRO INTERIOR VISTA FRONTAL



FILTRO INTERIOR VISTA SUPERIOR



MONTAJE EN BANCO DE ENSAYO



WS-CIL-5-250 POST ENSAYOS



TAPA POST ENSAYOS



FILTRO POST ENSAYOS





6.- EQUIPOS DE LABORATORIO

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS		
EQUIPO	CODIGO	EQUIPO CALIBRADO
SISTEMA TERMOMETRICO DIGITAL	TER-131-503-073	SI
MEDIDOR DE HUMEDAD	MHU-131-501-001	SI
CRONÓMETRO	CRO-131-503-040	SI
TERMOHIGRÓMETRO	TER-131-501-227	SI
BARÓMETRO DIGITAL	BAR-131-501-013	SI
UNIDAD DE CONTROL	UDC-131-503-001	SI
TERMO ANEMOMETRO	ANE-131-503-006	SI
BALANZA DE PLATAFORMA	BAL-131-503-016	SI
BALANZA DIGITAL DE REFERENCIA	BAL-131-503-014	SI
MEDIDOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL	MED-131-503-024	SI
BALANZA ANALÍTICA	BAL-131-501-048	SI
TERMOHIGROMETRO	TER-131-501-222	SI
HORNO DE SECADO	HOR-131-501-019	SI
MASA PATRÓN DE 500 MG F2	MAS-131-501-014	SI
MASA PATRÓN DE 1 G F2	MAS-131-501-015	SI
MASA PATRÓN DE 50 G F2	MAS-131-501-016	SI
PATRON DE MASA 100 G	MAS-131-503-003	SI
PATRON DE MASA 10 KG	MAS-131-503-004	SI
PATRON DE MASA 5 KG	MAS-131-503-005	SI
PATRON DE MASA 1 KG	MAS-131-503-006	SI
FLEXÓMETRO	CIN-131-503-033	SI
TERMOMETRO DIGITAL 4 SENSORES	TER-131-503-051	SI
CRONOMETRO	CRO-131-501-001	SI
DETECTOR DE GASES	DET-131-501-021	SI
SONDA DE ASPIRACIÓN PIROMÉTRICA	DIS-131-503-836	SI

ANEXO I

Tiraje máximo de la chimenea en los ensayos realizados en un calefactor a leña utilizando leña seca y leña húmeda

TIRO MÁXIMO (Pa) DE LA CHIMENEA		
DISPOSITIVO	LEÑA SECA	LEÑA HUMEDA
CALEFACTOR SIN FILTRO	20,5	18,7
FILTRO WS-CUB-5-200	11,6	10,2
FILTRO WS-CUB-6-200	14,3	12,8
FILTRO WS-CIL-6-250	12,3	10,9
FILTRO WS-CIL-5-250	8,6	7,7

Nota: El tiro fue medido a 30 cm por sobre la salida de los gases del calefactor.

OBSERVACIONES, OPINIONES E INTERPRETACIONES:

- 1.- Los ensayos realizados fueron indicados expresamente por el solicitante.
- 2.- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por cliente.
- 3.- Los resultados no incluyen mediciones con ajuste del aire en posición intermedia o mínima de quemado.
- 4.- Este informe no incluye ensayos de seguridad de los dispositivos.
- 5.- Este informe no puede ser reproducido, salvo en su totalidad, sin la autorización escrita del Laboratorio de Ensayo.
- 6.- El laboratorio de ensayo se excluye de responsabilidades por la información entregada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados.