Sede UJI
Campus Universitario Riu Sec
Av. Vicent Sos Baynat s/n
12006 Castelló (Spain)

Sede Almassora
Pol. Ind SUPOI 8
C/Cedrillas, 20
12550 Almassora-Castelló (Spain)

Instituto de Tecnología Cerámica
www.itc.uji.es - info@itc.uji.es
T. +34 964 34 24 24
F. +34 964 34 24 25

E1.1. Catálogo/listado con los principales materiales disponibles y sus propiedades físico-químicas como materiales filtrantes

Castellón, 22 de mayo de 2022

GENERALITAT VALENCIANA
IVACE INSTITUTO VALENCIANO DE COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL
Cofinanciado por la Unión Europea

Índice

1. Antecedentes 2

2. Introducción 2

3. Objetivo 2

4. Mangas como elemento filtrante 3

4.1. Materiales utilizados para la fabricación de mangas filtrantes 3

4.2. Variables del proceso de filtración de partículas 5

5. Materiales cerámicos para la filtración de partículas 6

5.1. Patentes registradas para filtración de gases a elevada temperatura 6

5.2. Mangas cerámicas comerciales de uso industrial 7

5.3. Empresas suministradoras contactadas y adquisición de mangas cerámicas comerciales 9

1. Antecedentes

El presente informe corresponde al Entregable E1.1. del proyecto titulado “Desarrollo de materiales cerámicos de coste reducido para el tratamiento de emisiones gaseosas complejas a alta temperatura” que tiene como acrónimo: NEWMAN y que se está desarrollando por parte del Instituto de Tecnología Cerámica (ITC-AICE) dentro de su línea de I+D general denominada. *Calidad ambiental en entornos industriales* y, concretamente, en la sublínea *Tecnologías limpias en procesos industriales. MTDs* (LE 5.1). Esta actuación está cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y por el IVACE con el número de expediente MDEEA/2022/12.

El proyecto NEWMAN pretende desarrollar materiales filtrantes de naturaleza cerámica y de bajo coste, capaces de separar el material particulado presente en las corrientes de gases de escape de procesos industriales que tienen lugar a elevada temperatura.

2. Introducción

En los procesos industriales, la filtración de gases y partículas desempeña un papel fundamental en la protección del medio ambiente, la salud humana y el funcionamiento eficiente de los equipos. La presencia de contaminantes en las corrientes de gases puede tener efectos adversos, como la emisión de gases tóxicos, partículas finas y compuestos nocivos al aire. Por lo tanto, la implementación de sistemas de filtración eficientes permite eliminar o reducir significativamente estas impurezas y sus efectos asociados.

La filtración de gases se utiliza en una amplia gama de industrias, incluyendo la química, petroquímica, farmacéutica, alimentos y bebidas, energía entre otras. El objetivo principal de la filtración de gases es garantizar la calidad del aire, mantener unas condiciones de trabajo seguras y cumplir con las regulaciones ambientales establecidas.

El proceso de filtración se lleva a cabo mediante el empleo de diversos materiales como medios filtrantes para utilizados para capturar y retener partículas y contaminantes presentes en las corrientes de gases. Estos materiales filtrantes poseen propiedades físicas y químicas específicas que les permiten funcionar eficientemente como barreras de filtración, ofreciendo ventajas específicas en términos de capacidad de retención, resistencia química, durabilidad y eficiencia de filtración.

En las aplicaciones industriales, los materiales filtrantes presentan forma de tubo cilíndrico o *manga* dado que es un diseño que permite maximizar el área de filtración en el mínimo espacio. Así, las mangas son los componentes principales de los sistemas de filtración de gases y partículas, y su diseño y características juegan un papel crucial en la eficiencia del proceso de filtración.

En este informe, se han examinado en detalle los principales tipos de mangas utilizados como medios filtrantes en la industria para el tratamiento de gases a elevada temperatura, analizando sus propiedades físicas y químicas. En general, la filtración a alta temperatura se define como aquella que tiene lugar por encima de 260ºC[1].

3. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es conocer los principales materiales filtrantes disponibles y sus propiedades fisicoquímicas para ser utilizados en corrientes de gases de elevada temperatura. Para ello se realizará una búsqueda de este tipo de materiales a nivel comercial en España y también a nivel internacional y se describirán sus principales características estructurales y propiedades fisicoquímicas.

[1] Heidenreich, S. (2013). Hot gas filtration–A review. *Fuel*, *104*, 83-94.

4. Mangas como elemento filtrante

Las mangas filtrantes son dispositivos, mayoritariamente con forma cilíndrica, fabricados con diversos materiales y diseñados para retener partículas sólidas y aerosoles presentes en los gases de escape de procesos industriales. El proceso de filtración implica la interacción de los gases y las partículas con la estructura porosa de las mangas filtrantes, siendo las partículas más grandes capturadas por impacto directo con la superficie de la manga, mientras que las partículas más pequeñas son capturadas por difusión, sedimentación o por efecto electrostático. Por tanto, la eficiencia de filtración de las mangas filtrantes dependerá de la estructura porosa del material y su capacidad para retener partículas de diferentes tamaños. Por consiguiente, la elección del tipo de manga filtrante adecuado dependerá de las características de las partículas a retener y de las condiciones de operación requeridas en el proceso industrial.

4.1. Materiales utilizados para la fabricación de mangas filtrantes

A continuación, se recogen los materiales más utilizados en la fabricación de mangas filtrantes, sus principales características y desventajas:

- ***Mangas de tela:*** Se encuentran fabricadas con materiales textiles como algodón, poliéster, polipropileno o fibras acrílicas. Son adecuadas para la captura de partículas finas y presentan una buena eficiencia de filtración. Además, son flexibles y muy versátiles ya que se adaptan fácilmente a las diferentes formas y tamaños que presentan los equipos. Sin embargo, pueden ser susceptibles a la abrasión y al desgaste, lo que reduce su vida útil[2].

- ***Mangas metálicas:*** Están fabricadas a partir de fibras o polvo metálico con materiales resistentes a la corrosión. La porosidad de las mangas metálicas fabricadas con polvo sinterizado alcanza valores comprendidos en el intervalo 20-40%, mientras que la manga filtrante metálica de fibra sinterizada puede alcanzar una porosidad muy superior, de hasta el 90%. El rango de temperatura de trabajo dependerá principalmente del material de la composición (acero inoxidable, acero de alta temperatura, etc.), aunque son adecuadas para condiciones de alta temperatura (inferior a 650°C). La gran ventaja de este tipo de mangas es que presentan una buena capacidad para retener partículas grandes, son resistentes al ataque químico y presentan una larga vida útil. Sin embargo, suelen ser menos eficientes en la retención de partículas finas en comparación con otros materiales filtrantes[3].

- ***Mangas cerámicas:*** Están compuestas de materiales cerámicos de alta calidad permeables y porosos como pueden ser alúmina (Al_2O_3), carburo de silicio (SiC) o circonia (ZrO_2). Entre sus principales ventajas destacan que son altamente resistentes a la corrosión química, presentan buenas resistencias mecánicas y permiten trabajar a altas temperaturas, lo que las hace adecuadas para aplicaciones exigentes, además, presentan una alta eficiencia de filtración y permiten retener partículas finas. Sin embargo, su coste es más elevado y también son materiales frágiles.[4,5,6] Además de su composición, una de las principales características para clasificar las mangas cerámicas es la densidad de poros, es decir, la cantidad de espacios abiertos en la estructura de la manga cerámica, de tal manera que pueden clasificarse como:

---

[2] J.P. Singh, Woven textiles for filtration, Wowen textiles (second edition), 2020, 471-481.

[3] Pethick, F.K. (1993). High Temperature Dust Collection Using a Unique Metallic Fiber Filter Medium in Baghouses. In: Clift, R., Seville, J.P.K. (eds) Gas Cleaning at High Temperatures. Springer, Dordrecht.

[4] Steffen Heidenreich, Hot gas filtration – A review, Fuel, Volume 104, 2013, 83-94.

[5] Jung-Hye Eom, Young-Wook Kim, Santosh Raju, Processing and properties of macroporous silicon carbide ceramics: A review, Journal of Asian Ceramic Societies, Volume 1, 3, 2013, 220-242.

[6] Shuo Li, Jan Baeyens, Raf Dewil, Lise Appels, Huili Zhang, Yimin Deng, Advances in rigid porous high temperature filters, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 139, 2021, 110713.

- **Mangas cerámicas de alta densidad**, compuestas de granos sinterizados preferentemente de carburo de silicio, alúmina o cordierita[7,8]. Se fabrican mediante procesos de prensado o extrusión seguidos de una etapa de sinterización a alta temperatura. Presentan una porosidad del orden del 40%, que puede ser ajustada mediante la adicción de materiales formadores de poros que son quemados durante el proceso de sinterización, permitiendo obtener materiales filtrantes con alta porosidad, buena resistencia mecánica, estabilidad química y térmica. La eficiencia de eliminación de polvo es elevada. Sin embargo, la caída de presión en estos procesos es elevada debido a su menor porosidad.

- **Mangas cerámicas de baja densidad**, compuestas principalmente de fibras de aluminosilicatos. Presentan una elevada porosidad (de hasta el 90%), alta superficie interna debida a su estructura en fibras, la cual proporciona una menor caída de presión durante el proceso de filtrado manteniendo una elevada eficacia de eliminación de polvo. Sin embargo, debido a su elevada porosidad este tipo de mangas presenta menor resistencia mecánica asociada a una perdida estructural[9].

En la *Tabla 1* se resumen los diferentes tipos de mangas filtrantes atendiendo a su composición química y se presentan datos clave para tener en cuenta durante la filtración de gases a alta temperatura como pueden ser la temperatura máxima de operación que pueden soportar los distintos materiales y la eficiencia de filtración.

Tabla 1 Tipos de mangas filtrantes según su composición y características[10].

Tipo de manga Filtrante	Material filtrante	Temperatura máxima de trabajo (ºC)
Tela	Fibras sintéticas y polímeros	<200
Metálica	Fibra metálica	<650
	Polvo metálico	-
Cerámicas	Carburo de Silicio	<1000
	Alúmina	<350
	Cordierita	<1000
Fibras Cerámica	Aluminosilicatos	<1000

La principal diferencia entre los distintos materiales aparece en la temperatura máxima de operación cuando se ve comprometida su estructura química. Las mangas de tela presentan el menor rango de temperatura de trabajo llegando solamente a 200ºC. A partir de esta temperatura este tipo de material se empieza a ver comprometido. A su vez, las mangas cerámicas pueden llegar a temperaturas de operación cercanas a 1000ºC. Para las mangas metálicas confeccionadas con polvo metálico no existen datos sobre la temperatura máxima de operación.

[7] Refractories and Industrial Ceramics (2019) 60, 4, 355-361.

[8] Journal of the European Ceramic Society (2016) 35, 3465-3472.

[9] Peck, D.; Zappi, M.; Gang, D.; Guillory, J.; Hernandez, R.; Buchireddy, P. Review of Porous Ceramics for Hot Gas Cleanup of Biomass Syngas Using Catalytic Ceramic Filters to Produce Green Hydrogen/Fuels/Chemicals. Energies (2023),16, 2334.

[10] Changming Li, Lin Huangfu, Jianling Li, Shiqiu Gao, Guangwen Xu, Jian Yu, Recent advances in catalytic filters for integrated removal of dust and NOx from flue gas: fundamentals and applications, Resources Chemicals and Materials, (2022), 1, 3–4, 275-289.

4.2. Variables del proceso de filtración de partículas

Las mangas se definen además de por su composición química y características técnicas por su capacidad de filtración de la corriente de gases. El término “filtración de partículas”, se refiere al proceso mediante el cual un medio poroso, retiene partículas sólidas presentes en un flujo de fluido, permitiendo que el fluido pase a través del material mientras las partículas quedan atrapadas. Las principales variables a tener en cuenta en la filtración de partículas por un determinado material son las siguientes:

1. *Tamaño de las partículas:* El tamaño de las partículas a filtrar es un factor crítico. El material de filtración debe poseer una estructura porosa adecuada para retener las partículas de interés. El tamaño de poro del material filtrante debe ser menor que el tamaño de las partículas que se desean retener.

2. *Eficiencia de retención:* se refiere a la capacidad del material de filtración para atrapar las partículas. Depende de la estructura y características del material, así como de la distribución de tamaños de partículas presentes en el flujo de fluido.

3. *Caudal de flujo:* se define como la cantidad de fluido que atraviesa el material de filtración en un tiempo determinado. Es importante considerar el caudal de flujo para asegurar que el material de filtración pueda trabajar con el caudal requerido sin generar una caída de presión excesiva.

4. *Resistencia mecánica:* El material de filtración debe tener la resistencia mecánica adecuada para soportar las fuerzas y presiones asociadas al propio proceso de filtración y también al proceso de mantenimiento y limpieza de las mangas; es decir debe ser lo suficientemente resistente para evitar roturas o deformaciones durante dichas operaciones.

5. *Compatibilidad química:* Dependiendo del tipo de fluido que se esté filtrando, es importante considerar la compatibilidad química del material de filtración. Algunos fluidos pueden ser corrosivos o reactivos, por lo que el material seleccionado debe ser resistente a la degradación química.

6. *Vida útil:* Es un factor importante que considerar, especialmente en aplicaciones industriales donde se realizan filtraciones continuas. La durabilidad y resistencia del material influyen en su vida útil.

7. *Mantenimiento y limpieza:* Dependiendo de la aplicación, es posible que el material de filtración requiera de un proceso de limpieza o reemplazo periódico. Es necesario considerar la facilidad de mantenimiento y limpieza del material para garantizar un funcionamiento eficiente y prolongar su vida útil.

Por tanto, para una correcta selección de la solución de filtración basada en mangas se han valorar detenidamente y de forma individual cada una de las variables anteriores.

5. Materiales cerámicos para la filtración de partículas

5.1. Patentes registradas para filtración de gases a elevada temperatura

Una de las actividades realizadas durante el desarrollo de esta actividad ha consistido en recopilar las patentes que versan sobre la filtración de gases a elevada temperatura utilizando materiales cerámicos. Para ello, se han utilizado motores de búsqueda especializados en este tipo de documentos. Así, se han encontrado más de 100 patentes asociados a los siguientes términos de búsqueda: “manga”, “cerámica” y “filtración de gases a alta temperatura”.

En la Tabla 2 se ha realizado una selección de patentes relacionadas con el uso de materiales cerámicos para filtración de gases a alta temperatura. Todas ellas presentan métodos para la fabricación de mangas cerámicas para la filtración de gases a elevada temperatura. Por lo general, estos documentos no permiten obtener de forma clara datos específicos del proceso de formulación o de fabricación, pero permiten dar una visión global de cómo ha evolucionado esta temática.

Tabla 2. Selección de patentes registradas para filtración de gases calientes mediante mangas cerámicas.[11]

Nº Identificación	Título	País/Región	Año
US5071457A	Compuesto para filtrar gas caliente y método para su fabricación	Estados Unidos	1987
DE10108394A1	Filtro cerámico, para separar las partículas de los gases calientes de las centrales térmicas de carbón.	Alemania	2001
US20090093358A1	Carburo de silicio poroso	Estados Unidos	2007
EP2684592B1	Manga filtrante	Europa	2012
CN103086732B	Cerámica porosa de carburo de silicio mejorada con fibra y su método de preparación y aplicación	China	2013
US20170341004A1	Elemento filtrante y método para fabricarlo	Estados Unidos	2017
CN109414637A	Célula filtrante y su método de fabricación	China	2017

[11]Fuente:https://patents.google.com/?q=(%22hot+gas+filtration%22)+(candle)+(ceramic)&oq=(%22hot+gas+filtration%22)+(candle)+(ceramic)+&sort=new

5.2. Mangas cerámicas comerciales de uso industrial

Existe una amplia variedad de posibilidades a la hora de seleccionar mangas cerámicas comerciales. Como se ha comentado, la composición define gran parte de las características de uso de estos elementos. En la Tabla 3, se han recogido tres de las características más importantes de las mangas cerámicas en función de la composición de las mismas.

Tabla 3. Características de las mangas cerámicas en función de su composición.[12]

Material	Velocidad de flujo de aire (m/min)	Eficacia de eliminación (%)	Caída de presión (Pa)
Membrana de fibra de sílice/mullita	18,0	90,0	60
Cerámica con estructura de tipo celular de SiC	4,8	95,8	38
Espuma de SiC	4,8	60,0	600
Nanofibra de poliimida	12,0	99,5	80
Membrana cerámica de Al_2O_3	1,0	99,8	2000
Membrana de SiC ligada con mullita	4,8	92,7	27
Filtro poroso de SiC ligada con mullita	4,8	89,9	25

De la tabla anterior se deduce que la velocidad de flujo de aire a través del elemento filtrante se sitúa en un intervalo amplio de valores que van desde 1 hasta 20 m/min. Las eficacias de filtración son elevadas en todos los casos, situándose por encima del 90% a excepción de la espuma de SiC. Los materiales que presentan elevadas eficacias también presentan elevados valores de pérdida de carga, aunque en algunos casos la relación eficacia-perdida de carga es muy favorable como, por ejemplo: nanofibra de poliimida o la cerámica con estructura de tipo celular de SiC.

En la *Tabla 4* se ha recopilado información sobre las diferentes mangas comerciales encontradas a lo largo de la realización de este paquete de trabajo junto a sus especificaciones técnicas más importantes. La recopilación de información se ha realizado mediante la búsqueda activa de proveedores de este tipo de soluciones y se ha complementado con una búsqueda de material bibliográfico. Todas las mangas cerámicas seleccionadas presentan aplicación en entornos industriales.

[12] Binbin Dong, Zhiyu Min, Li Guan, Xichen Zheng, Li Wang, Qingfeng Wang, Chaofan Yin, Yujiang Wang, Rui Zhang, Feihong Wang, Hamidreza Abadikhah, Xin Xu, Yongliang Zhang, Gang Wang, Porous mullite-bonded SiC filters prepared by foaming-sol-gel-tape casting for high-efficiency hot flue gas filtration, Separation and Purification Technology, (2022), 295, 121338.

Tabla 4. Principales proveedores de mangas cerámicas comerciales y sus especificaciones técnicas.[13]

Proveedor	Nombre comercial	Composición	Porosidad (%)	Permeabilidad K (10^{-13} m^2)	Densidad (Kg/ m^3)	Tª Máxima (ºC)
Pall	DS 03-20 / 05-20 / 10-20	$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (mullita)	38	55	1850	1000
	DS F 20 / 40	Fibras de Al_2O_3 / granos de SiC	38	110	1850	1000
	SL 5	SiC (sin recubrimiento)	35	6	-	1000
Glosfume	G3C	70% SiO_2 30 % Al_2O_3	85	-	370	1000
Fiberfrax	Purefrax	70% SiO_2 30 % Al_2O_3	>80	-	350 – 400	900
Tenmat	CS 1150F/1255F	-	85-95	149	450 - 480	1000
Alpha filter	Herding	Arcilla con aglutinante cerámico (material de fibra inorgánica)	38	160	-	450
Mantec	Coralith C0	10% SiO_2 85 % Al_2O_3	35	5-12	-	900
	Pyrolith P9	57% SiO_2 36 % Al_2O_3	35	18-34	-	900
BWF	Pyrotex KE 60	Mg/Ca(SiO_3) y fibras de vidrio	93	2800	-	850
	Pyrotex KE 150	Mg/Ca(SiO_3) y fibras de vidrio	93	3050-3900	-	850
Mcllvaine	[14]Cerafil XS-1000	56% SiO_2 44 % Al_2O_3	86	-	450	900
Rath	Filtrath ASW	56% SiO_2 44 % Al_2O_3	<90%	-	300-350	1000
	Filtrath AES	75% SiO2 25% CaO/MgO	<90%	-	300-350	950
XIAMEN INNOVACERA	Innovacera I	80 %Al_2O_3 16-18% SiO_2	40	-	2300-2500	800
	Innovacera II	Carburo de silicio (SiC)	40-50%	-	1900	1000

[13] Fichas de datos comerciales de proveedores y la referencia: Dulal Das, Nijhuma Kayal, Permeability and dust filtration behaviour of porous SiC ceramic candle filter, Materials Today: Proceedings, (2021), 39, 4, 1235-1240

[14] B. Alonso-Fariñas, M. Lupion, M. Rodriguez-Galan, J. Martinez-Fernandez. New candle prototype for hot gas filtration industrial applications. (2013) Fuel 114, 120-127.

Los datos recogidos en la Tabla 4 muestran que la composición química de las mangas cerámicas comerciales se limita a dos componentes principales: carburo de silicio y aluminosilicatos. La variación en la composición se alcanza mediante el uso de diferentes porcentajes de estos compuestos.

Algunas de las empresas proveedoras de mangas cerámicas no disponen de información técnica de sus productos en sus páginas web. No obstante, se han incluido en la Tabla 5 con el fin de complementar la información recopilada sobre proveedores.

Tabla 5. Otros proveedores de mangas cerámica sin datos técnicos.

Proveedor	Dirección Web
Jiangsu Palmary Eco Technical	https://www.palmaryeco.com/productinfo/1897088.html?gclid=EAIaIQobChMI2LXMs-i0ggMVDJbVCh0u7weJEAEYASAAEgKe0_D_BwE
Guangzhou Anchor Technology	https://hotgasfilter.en.ecplaza.net/ https://www.anchorgd.com/cpyl
GEA	https://www.gea.com/en/products/emission-control/filtration-separation/ceramic-candle-filter.jsp
Filtration Group GmbH	https://industrial.filtrationgroup.com/product-segments/industrial-air/#compact-filter-elements-cfe,ceramic-filters-cerafil,spare-parts-accessories
TRI-MER CORPORATION	https://tri-mer.com/hot-gas-treatment/high-temperature-filter.html
SAITUXINCAILIAOKEJI	http://en.jssaitu.cn/product4show.aspx?pid=313242764
Stobbe Tech	https://stobbe.com/research/gas-filters/dusttrap/

5.3. Empresas suministradoras contactadas y adquisición de mangas cerámicas comerciales

Una vez realizada la investigación de los distintos productos disponibles en la actualidad y sus respectivos proveedores, se decidió acometer la compra de diferentes mangas cerámicas con el fin de poder verificar las características técnicas de las mismas y determinar las propiedades de interés de cada una de ellas.

Aunque los posibles proveedores son diversos, la adquisición de un número limitado de mangas ha resultado ser un reto. Se realizaron un gran número de contactos telefónicos y por correo electrónico con distribuidores y fabricantes. Fruto de dichos contactos, se tuvo acceso a las condiciones económicas y de entrega del material. Sin embargo, se encontraron impedimentos con frecuencia como, por ejemplo:

- El suministro de mangas cerámicas está asociado al suministro de la solución de filtración completa y no se ofrece la posibilidad de adquirir las mangas cerámicas de forma individual.
- El pedido mínimo de mangas es, en muchas ocasiones, superior a 100 unidades, lo que implica un número excesivo de mangas y un elevado coste asociado para los objetivos del proyecto.
- El origen de los suministros, situado en países extranjeros, también ha dificultado el acceso a las mangas en cuanto a incremento de costes de los filtros, costes de envío y gestiones aduaneras necesarias.
- Además, la falta de datos técnicos o de composición en muchas de las mangas comerciales recopiladas y la falta de confianza de algunas de las páginas web consultadas también han dificultado la selección y compra de las mangas comerciales.

Dentro del abanico de proveedores que han proporcionado una respuesta positiva a la solicitud de mangas cerámicas individuales, se ha seleccionado mangas de dos tipos (alta densidad y de baja densidad) de dos proveedores diferentes. De cada una de ellas se ha estudiado con detalle el catálogo comercial y se han seleccionado diferentes mangas que se recogen en la Tabla 6.

Las mangas comerciales se han seleccionado en función de los siguientes factores: composición, densidad, porosidad y tamaño de la manga. Así, se han seleccionado cuatro mangas con dos composiciones diferenciadas. Además, tanto la densidad como la porosidad se han utilizado para diferenciar las características de los elementos filtrantes seleccionados. Por último, se han seleccionado mangas de tamaño reducido, inferior a un metro de longitud, con el fin de poder ser utilizadas en los entornos de laboratorio utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 6. Mangas comerciales adquiridas

Referencia	Composición de la manga	Densidad (Kg/ m^3)	Porosidad (%)
Tipo 2	$SiO_2 + Al_2O_3$	370	85
Tipo 1-1	Fibras de Al_2O_3 / granos de SiC	1850	38
Tipo 1-2	Fibras de Al_2O_3 / granos de SiC	1850	38
Tipo 1-3	$SiO_2 + Al_2O_3$	1850	38

Las mangas comerciales seleccionadas van a servir de referencia en cuanto a rendimiento de funcionamiento durante el desarrollo de las nuevas composiciones cerámicas que se utilizarán de base para la fabricación de mangas de bajo coste.