

MF0666_3: Organización y gestión
de la fabricación de pastas cerámicas

Elaborado por: M^a Raquel Pérez Martínez

Edición: 5.0

EDITORIAL ELEARNING S.L.

ISBN: 978-84-16492-46-6

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

Presentación

Identificación del Módulo Formativo

Bienvenido a la Módulo Formativo **MF0666_3: Organización y gestión de la fabricación de pastas cerámicas**. Este Módulo Formativo pertenece al Certificado de Profesionalidad **VICF0211: Organización de la fabricación de productos cerámicos**, que forma parte de la familia de **Vidrio y Cerámica**.

Presentación de los contenidos

La finalidad de esta Unidad Formativa es enseñar al alumno a organizar y gestionar la fabricación de pastas cerámicas.

Para ello, en primer lugar se estudiarán las empresas y procesos de fabricación de pastas cerámicas, la identificación y la determinación de las propiedades de las pastas cerámicas y su influencia. También se analizará la gestión de las operaciones, la identificación de defectos y no conformidades y el tratamiento de la información y documentación de organización en pastas cerámicas. Por último, se profundizará la gestión de residuos, efluentes y emisiones en la fabricación de pastas cerámicas.

Objetivos del Módulo Formativo

Al finalizar este módulo formativo aprenderás a:

- Analizar procesos de fabricación de pastas cerámicas relacionando los materiales de entrada y de salida, las variables de proceso, los medios de fabricación y los procedimientos de operación, con las características y propiedades de las pastas obtenidas.
- Determinar la información de proceso necesaria para llevar a cabo la fabricación de pastas cerámicas, a partir del análisis de la información técnica del producto y de las instrucciones generales de fabricación.
- Analizar los medios necesarios para la fabricación de pastas cerámicas, relacionándolos con los materiales empleados y con los productos obtenidos.
- Organizar y supervisar trabajos de fabricación de pastas cerámicas.
- Analizar los procedimientos de tratamiento, eliminación o reciclaje de residuos, efluentes y emisiones industriales, empleados en empresas de fabricación de pastas cerámicas
- Analizar las condiciones de seguridad necesarias para el desarrollo de los procesos de fabricación de pastas cerámicas.

Índice

UD1. Empresas y procesos de fabricación de pastas cerámicas	11
1.1. El subsector de fabricación de pastas cerámicas	13
1.1.1. Índices socio-económicos.....	14
1.1.2. Distribución geográfica	20
1.1.3. Características de las principales empresas:	33
1.2. Estructura organizativa, productiva, funcional y comercial de las empresas de fabricación de pastas cerámicas.....	36
UD2. Identificación de pastas cerámicas	57
2.1. Pastas cerámicas	59
2.1.1. Principales Características y propiedades de uso	66
2.1.2. Criterios de Clasificación de pastas cerámicas	88
2.2. Procesos de fabricación de pastas cerámicas	89
2.2.1. Operaciones de fabricación de pastas cerámicas.....	91
2.3. Relación entre productos y procesos.....	102
2.4. Disposición en planta de áreas y equipos de producción	104

UD3. Determinación de las propiedades de las pastas cerámicas y su influencia en el desarrollo de las operaciones de fabricación y en las propiedades del producto acabado.....	119
3.1. Composiciones de pastas.....	121
3.2. Propiedades físicas de las pastas.....	146
3.2.1. Plasticidad	150
3.2.2. Reología aplicada a los procesos de fabricación de materiales cerámicos.....	156
3.3. Propiedades que las pastas aportan al proceso de fabricación.....	183
3.3.1. Compacidad.....	183
3.3.2. Comportamiento mecánico de los soportes crudos...	193
3.3.3. Comportamiento en el secado.....	195
3.3.4. Comportamiento en la cocción	199
3.4. Propiedades que las pastas aportan a los productos acabados	210
3.4.1. Porosidad	210
3.4.2. Comportamiento mecánico de los productos acabados	215
3.4.3. Color de las pastas tras la cocción	223
UD4. Gestión de las operaciones y de los procesos de fabricación de pastas cerámicas	231
4.1. Las operaciones del proceso de fabricación de pastas cerámicas	233
4.1.1. Homogeneización y almacenamiento de arcillas	234
4.1.2. Dosificación	238
4.1.3. Molienda.....	240
4.1.4. Desleído	244
4.1.5. Técnicas de acondicionamiento de la pasta	246

Índice

4.2.	Variables de proceso	256
4.2.1.	Variables del producto de entrada: humedad, granulometría	259
4.2.2.	Variables de las máquinas e instalaciones	264
4.2.3.	Variables del producto de salida	268
4.3.	Máquinas, equipos e instalaciones de fabricación	273
4.3.1.	Instalaciones de recepción, homogeneización, almacenamiento y dosificación de arcillas y materias primas no plásticas	274
4.3.2.	Instalaciones de molienda por vía seca	276
4.3.3.	Instalaciones de molienda por vía húmeda	280
4.3.4.	Instalaciones de desleído	285
4.3.5.	Instalaciones de acondicionamiento de pastas: amasado, humectado, filtro-prensado y atomizado	286
4.4.	Puesta a punto de las instalaciones de fabricación de pastas la cerámicas	297
4.4.1.	Principales parámetros de regulación	298
4.4.2.	Operaciones de mantenimiento de primer nivel	301
4.5.	Puesta en marcha de la producción	302
4.5.1.	Secuencia de operaciones	303
4.6.	Identificación de riesgos y condiciones de seguridad de las operaciones de fabricación de pastas cerámicas	306
4.7.	Balances de masa y de energía de instalaciones de fabricación.....	312
4.7.1.	Balances masivos en la molienda en continuo	313
4.7.2.	Balances masivos en el proceso de atomización	317
4.7.3.	Balance energético en el proceso de atomización	319
4.7.4.	Optimización de procesos	322

UD5. Identificación de defectos y no conformidades en pastas cerámicas	335
5.1. No conformidades en los procesos de fabricación de las pastas cerámicas.....	337
5.1.1. Identificación y valoración de los defectos de fabricación y no conformidades	338
5.2. Defectos y no conformidades en productos cerámicas atribuibles a las pastas	340
5.2.1. Identificación y valoración de defectos y no conformidad	341
5.2.2. Identificación de las causas de los defectos no conformidades y propuesta de medidas para su corrección y prevención.....	343
5.3. Defectos y no conformidades atribuibles a las materias primas.....	346
5.3.1. Identificación y valoración de defectos y no conformidades.....	347
5.3.2. Identificación de las causas de los defectos y no conformidades y propuesta de medidas para su corrección y prevención.....	348
5.4. Defectos atribuibles al proceso de fabricación.....	352
5.4.1. Identificación y valoración de defectos y no conformidades.....	353
5.4.2. Identificación de las causas de los defectos y no conformidades y propuesta de medidas para su corrección y prevención.....	364
UD6. Tratamiento de la información y documentación de organización de la producción de pastas cerámicas	389
6.1. Información de producción de pastas cerámicas.....	391
6.1.1. La estructura documental del proceso	392
6.1.2. Organización de flujos de información en los procesos de fabricación de pastas cerámicas.....	399

Índice

6.1.3. Documentación. Sistemas de tratamiento y archivo de la información	407
6.2. Procesado y archivo informático de documentación e información	414
UD7. Gestión de residuos, efluentes y emisiones en la fabricación de pastas cerámicas	427
7.1. Normativa medioambiental aplicable a la fabricación de pastas cerámicas	429
7.2. Descripción y caracterización de residuos, efluentes y emisiones en industrias de fabricación de pastas de cerámicas	436
7.3. Equipos e instalaciones para el tratamiento de residuos, efluentes, humos y otras emisiones empleados en la fabricación de pastas cerámicas	448
Glosario	467
Soluciones	471

Área: vidrio y cerámica

UD1

Empresas y procesos
de fabricación de
pastas cerámicas

- 1.1. El subsector de fabricación de pastas cerámicas
 - 1.1.1. Índices socio-económicos
 - 1.1.2. Distribución geográfica
 - 1.1.3. Características de las principales empresas:
- 1.2. Estructura organizativa, productiva, funcional y comercial de las empresas de fabricación de pastas cerámicas

1.1. El subsector de fabricación de pastas cerámicas

En este apartado nos detendremos, para mencionar de forma generalizada los diferentes sub-sectores que forman parte del sector cerámico. Los enumeraremos de forma muy esquemática, para poder centrarnos en abordar el módulo de una forma correcta, para que no haya dudas respecto a los grupos que nos podemos encontrar a lo largo de la descripción del resto de puntos. Así pues, nos podemos encontrar:

1. Pavimentos y revestimientos
2. Ladrillos y tejas
3. Cerámica de mesa y de decoración (cerámicadoméstica)
4. Productos refractarios
5. Cerámica sanitaria
6. Cerámica técnica
7. Tuberías de gres vitrificado
8. Agregados de arcilla expandida
9. Abrasivos aglomerados inorgánicos

A continuación veremos el tipo de baldosas más comercializadas y a las que podemos encontrarnos en algún momento en el transcurso de las unidades. Mostramos las condiciones en las que suelen aparecer y deben de cumplir, refiriéndonos a las medidas y grosores usuales:

Tipo de Baldosas	Moldeo	Soporte	Esmalte	Medidas usuales (cm)	Grosor usual (mm)
Azulejo	Prensado	Poroso	Sí	10 x 10 a 45 x 60	< 10
Pavimento de gres	Prensado	No Poroso	Sí	10 x 10 a 60 x 60	> 8
Gres Porcelánico	Prensado	No Poroso	No	15 x 15 a 60 x 60	> 8
Baldosín Catalán	Extrudido	Poroso o ligeramente poroso	No	13 x 13 a 24 x 40	< 8
Gres Rústico	Extrudido	No poroso	No – Si	11,5 x 11,5 a 37 x 37	> 10
Barro Cocido	Extrudido	Poroso	No	Gran variedad	> 10

1.1.1. Índices socio-económicos

En este apartado, nos detendremos para describir, cómo se encuentra el subsector de la fabricación de Pastas Cerámicas en España, concretamente, así remitiéndonos al año 2014, podemos afirmar que la situación económica de nuestro país, no se encuentra en su mejor momento, y así la perciben los responsables de las empresas dedicadas del sector cerámico.

Se revelan, unas expectativas de estabilización del entorno económico a un año vista, vislumbrándose, signos de recuperación a partir de 2014 (en el caso de España). De forma análoga, los grandes empresarios del sector, piensan que seguirán pasando por dificultades a corto plazo, con mejoras graduales en las expectativas a medida que avance el año.

Prácticamente un tercio del total de las empresas dedicadas a este sector ha visto reducida su facturación en el año 2013. Como consecuencia, un 77% de empresas han realizado ajustes vinculados a costes y tamaños de plantilla.

Como contrapartida a la crisis que nos aborda desde hace años, está incentivando la innovación en las empresas del sector, dando la oportunidad a la gran mayoría de empresas del subsector de la fabricación de pastas cerámicas, de que capten las estrategias de innovación de procesos, productos o

mercados, siendo casi el 69% de las empresas, las que están apostando por la expansión internacional.

La práctica unanimidad de los empresarios del sector, observan con preocupación el entorno en el que se desenvuelve la economía española.



Debe de realizarse un inciso, en relación a las denominaciones que veremos a continuación, haciendo hincapié en que son las más extendidas, teniendo en cuenta criterios objetivos de carácter técnico, arancelario u otros. Pero debe tenerse presente que estas denominaciones no están normalizadas ni son aceptadas o entendidas por igual, por lo que puede ser necesario hacer precisiones o aclaraciones para evitar malos entendidos, particularmente en los casos en que así se advierte.

En relación al subsector concreto de la Cerámica Estructural en 2011, debido a la gran bajada de ventas en este sector, sufrida a partir del año 2008, las empresas se han visto obligadas a adaptarse a la situación a lo largo de los últimos años, concentrando su producción en determinados meses del año.

Este hecho, ha tenido una repercusión directa en ámbitos como:

- Número de trabajadores.
- Volumen del negocio.
- Inversiones en nuevas tecnologías.

El hecho de que este subsector se halle en esas circunstancias, tal y como hemos visto en la anterior tabla, habrá un receso en el volumen de negocio, en la contratación, es decir, en el número de trabajadores en la empresa, así como no inversión en NNTT o procesos automáticos que garantizarían una mejor calidad y rentabilidad, en la relación tiempo-esfuerzo.

En el siguiente cuadro, mostraremos una evolución en años y una muestra comparativa entre intervalos de tiempo especificados, para ver la evolución o

el receso de dicha actividad, así como el número de empleados, que va en proporción a la producción y al volumen del negocio que se tenga en ese año.

Año	Número de trabajadores	Producción (x1000 toneladas/año)	Número de empleados	Volumen de negocio (millones de euros)	Volumen medio del negocio	Plantilla media
2007	430	28.800	14.140	1.505	3,50	32,88
2008	300	20.000	12.850	1.000	3,33	42,83
2009	280	9.400	11.370	700	2,5	40,61
2010	275	7.700	10.230	450	1,64	37,20
2011	260	6.900	9.600	360	1,38	36,92
Comparativo 2010-2011	-5,45%	-10,39%	-6,16%	-20,00%	-15,85%	-0,75%
Comparativo 2007-2011	-39,53%	-76,04%	-32,11%	-76,08%	-60,57%	12,29%

En lo que a producción se refiere, se observa que continúa el descenso de la misma, de una zona más paulatina, de la misma, iniciado en 2008. Irremediablemente, esta bajada de la producción, ha provocado el mismo efecto en cuanto a volumen de negocio, pasando de 700 millones de euros en 2009 a 450 millones de euros en 2010 y 360 millones de euros en 2011. En relación a los puestos de trabajo, vemos que hay una bajada proporcional en las contrataciones, en relación al volumen del negocio del momento, acorde a la situación que estaban atravesando las empresas de dicho sector, en los años que se muestran.

Podemos decir que en 2011, la economía española inicia una débil recuperación en medio de la situación de crisis del momento. A lo largo de dicho año, continuó el proceso de aumento gradual del IPC. A lo largo de la segunda mitad de año, las empresas comenzaron con la reestructuración de las mismas, intensificándose la destrucción de empleo, alcanzándose una tasa de paro del 22,8%, generalizado, afectando a la globalidad de la población.



En 2013, el sector cerámico generó: - 14.300 puesto de empleo directos

Algunas de las causas de estas cifras negativas son:

- Las difíciles condiciones de demanda.
- Las difíciles condiciones de acceso a la financiación.

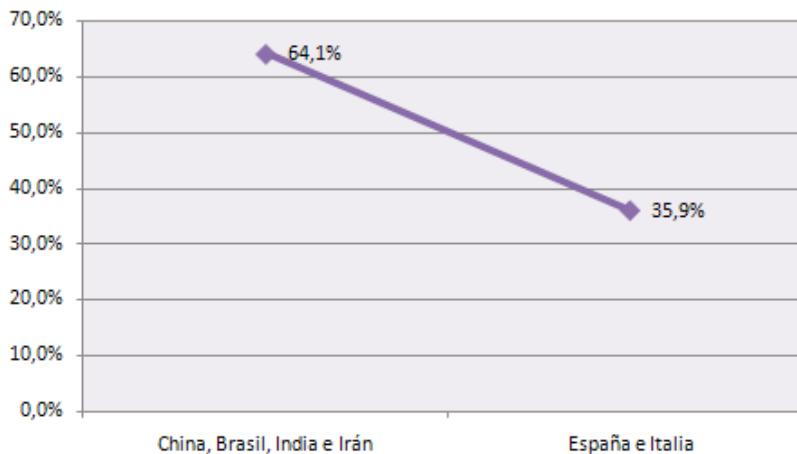
Han sido los desencadenantes principales de la gran mayoría de las empresas del sector cerámico, tuviesen que realizar ajustes durante el año 2013.

Así pues, una solución inmediata, para seguir manteniendo la actividad productiva, mientras el mercado se recupera y se activa, es la situación de recortes de costes y entre ellos el del coste de mantenimiento de un trabajador en plantilla.

Estas dificultades, están haciendo como contrapartida que se estimule la capacidad innovadora del empresariado. Así pues, algunas de las empresas, haciendo un paréntesis a la situación actual, están inmersas en una estrategia innovadora, sea de procesos y productos (44%), o centrarse aún más en el negocio principal.

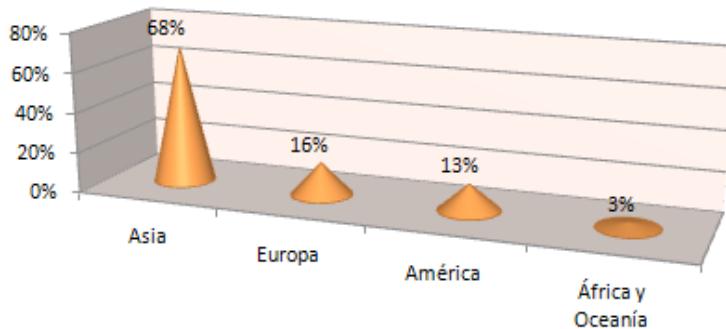
En dicho año, la producción mundial del sector cerámico, se incrementó en un 10,1%:

Producción Mundial del Sector Cerámico en 2011



En 2011 la producción a nivel mundial del subsector del azulejo, superó por primera vez la cifra de 10.000 millones de m², lo que supuso un crecimiento del 10,5% respecto a 2010. Este incremento, se vio reflejado, en mayor o menor medida, en todas las zonas geográficas.

A continuación vamos a ver la producción en dicho año, pero por continentes:



- Por continentes diremos que Asia, se situó como el mayor productor, dada la contribución de China y otros países emergentes que se consolidaron como grandes productores en el subsector del azulejo. India e Irán alcanzaron cifras superiores a las de Italia y España.

Europa experimentó también una recuperación de parte de su producción, con incrementos en Italia, España y Turquía.

En el continente americano, vieron mejorados sus resultados gracias al aumento de la producción de Brasil y de México.

En contraposición, África vio reducida su contribución, como consecuencia de la disminución experimentada en Egipto.

- A nivel mundial, el consumo de este subsector, experimentó un crecimiento similar a la producción y alcanzó los 10.370 millones de m². Esto representa un crecimiento del 10,2 % respecto al 2010, centrándose el 88% de la producción mundial en 30 países.

La única área en la que se redujo el consumo fue en Europa., que se redujo un 2% hasta los 929 millones de m². Asia presentó el mayor crecimiento de consumo (por encima del 13,3%) y representó más de las partes del consumo mundial.

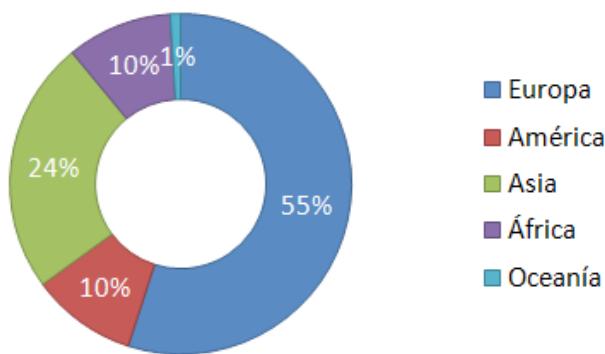
China, Vietnam, Arabia Saudí, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos y Malaísia, fueron los países que estuvieron por detrás de este incremento en cuanto a consumo.

- En cuanto a las exportaciones, diremos que crecieron un 8,7 % en 2011, alcanzando los 2.130 millones de m². Esta recuperación afectó a todas las áreas geográficas con distinta intensidad, exceptuando a África que vio reducida su contribución a las exportaciones.

Asia exportó 1.070 millones de m² lo que equivale a la mitad de todas las exportaciones mundiales. Le sigue la Unión Europea, en segundo lugar, en cuanto a volumen de exportaciones, que gracias a Italia y a España, exportó 711 millones de m². Así pues, las exportaciones de países que están fuera de la Unión Europea, incrementaron en un 10,2%.

- En relación a las ventas, centrándonos en España e Italia, diremos que en 2011, el sector cerámico español en su conjunto, facturó un 2% más que en el 2010. Destacar el comportamiento positivo de las exportaciones con un incremento del 8,4%. Con respecto a Italia, diremos que presenta un crecimiento similar en su facturación, aunque sus ventas también se ven mitigadas, al igual que en España, por el comportamiento del mercado nacional en general.

A continuación veremos las exportaciones que se realizaron desde España (2011):



- El incremento en las exportaciones españolas en 2011, se explicó por el aumento de las ventas en Oriente Próximo y Europa (2.000 millones € en 2011). Se ve aumentado además el precio de venta con respecto al 2010, suponiendo un incremento de un 1,9%.
- Actualmente, España es el segundo exportador europeo de baldosas y el tercero mundial. Es el segundo sector industrial que más superávit comercial aporta a España, y el primero en cobertura comercial. Las importaciones disminuyeron un 25,4% cubriendo menos del 7% del consumo nacional



En 2012, el subsector azulejero español facturó en total 2.656 millones de euros (+2,3%), de los que el

78,4% correspondió a las ventas exteriores realizadas a más de 180 países. La exportación superó la barrera de los 2.000 millones de euros, con un valor de 2.082 millones de euros, lo que supone un incremento del 10% respecto a 2011. Las ventas en el mercado nacional siguen cayendo, llegando a un descenso del 18,5%.

Para finalizar, diremos que en general, en la actualidad (2014), hay una visión global más optimista del entorno económico, teniendo previsiones de que a mediados de año se comenzará con la activación paulatina del mercado en general.

1.1.2. Distribución geográfica

Previamente a describir este apartado, vamos a ver los principales países productores de pastas cerámicas a nivel mundial:

El caolín es producido actualmente por cerca de 50 países, aunque realmente muchos de ellos apenas mantienen una producción regular y un volumen suficiente para ser considerados en el mercado mundial de este material. Los países productores de caolín en Europa son fundamentalmente el Reino Unido, algunos de los países de la antigua Unión soviética, Alemania, Austria, República Checa, España y Francia. En el resto del mundo sólo merecen destacarse los Estados Unidos, México, Colombia, Chile, India, China, Japón, Filipinas y Australia.

España importa caolín beneficiado para la fabricación de productos cerámicos fundamentalmente del Reino Unido (ECC y WBB) y Francia (Société de KaolinsD'Arvor). Estos caolines se consumen principalmente dentro del subsector de pavimentos y revestimientos cerámicos en la elaboración de esmaltes y engobes, debido a su plasticidad y blancura, y son comercializados por distribuidores intermedios.