

Brevísima historia del prensado (III). Los moldes de fundición.

Esta ficha es copia de textos y figuras del libro "“MOLDES PARA Prensado DE BALDOSAS CERÁMICAS” de Rafael Galindo Renau y José Antonio Pérez Maximino. Ed. Macer. Castellón. 2023.

El molde a partir de la Primera Reconversión Industrial.

La Primera Reconversión Industrial del sector cerámico español acometida a finales de los 60 y principios de los 70 del siglo pasado, se caracteriza por las profundas transformaciones tecnológicas que modernizaron el proceso de fabricación de baldosas cerámicas de las décadas anteriores. Los principales hitos tecnológicos fueron la introducción del horno túnel de vagonetas y de los hornos de canales, que sustituyeron a los antiguos hornos árabes, las prensas de fricción automáticas, los secaderos túnel, las instalaciones mecanizadas de molienda de arcillas, la selección automática del bizcocho, las líneas de esmaltado y la introducción de la serigrafía en la decoración de los azulejos ^[1].

Paralelamente a la evolución de la tecnología de prensado a partir de la Primera Reconversión Industrial, El primer gran cambio en la concepción del molde para prensado tuvo lugar con la automatización de la mayor parte de etapas del proceso y coincidió en el tiempo con la tuvo lugar una profunda transformación de los moldes para prensas que afectó a su propia concepción e introdujo una mayor complejidad mecánica y funcional, al pasar del antiguo molde de las prensas de husillo y eléctricas, compuesto por caja y punzones, a los moldes más complejos de tipo espejo y penetrantes, con los que se equiparon las entonces modernas prensas de fricción y cuya estructura se ha mantenido sin grandes cambios hasta hace relativamente pocas fechas. El factor que determinó esta profunda transformación es, sin ninguna duda, la automatización de la extracción de las baldosas prensadas, que hasta entonces se realizaba manualmente mediante un mecanismo a pedal que accionaba el punzón inferior. La introducción de los extractores a muelles con los pistones hidráulicos para la primera y segunda caídas de platos (figura 1) obligó a la adaptación del molde y permitió, por otra parte, la fabricación de moldes con varias salidas lo que supuso, junto a la gran velocidad de ciclo que eran capaces de desarrollar aquellas prensas y a la reducción del número de operarios necesarios para su conducción, un importante aumento de la productividad de la planta.

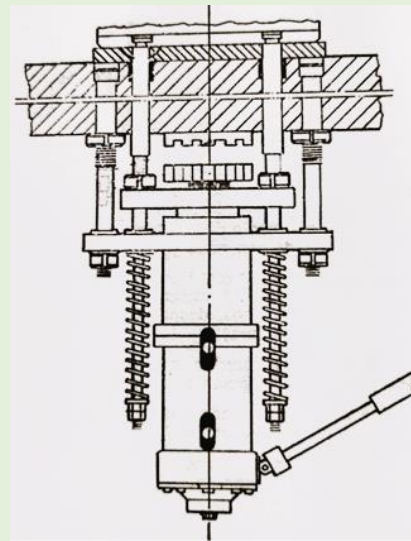


Figura 1. Extractor de muelles.

Fotografía: Manual de instrucciones de la prensa PE 500V de SACMI ^[2]

Este importante cambio en la estructura del molde tenía que ir necesariamente acompañado por la lógica transformación de su proceso de fabricación y rectificado, que hasta entonces se realizaba en pequeños talleres mecánicos que diversificaban sus actividades de servicio a la industria y a las actividades agrarias. La fabricación de los nuevos moldes impulsó la aparición de talleres especializados que requerían mayores inversiones económicas y personal más cualificado ya que, en paralelo con la complejidad del molde, se desarrollaban en estas empresas incipientes funciones de atención técnica al cliente.

Las prensas de fricción funcionaban indistintamente con moldes penetrantes o con moldes espejo. La estructura de estos moldes es similar y las principales diferencias estriban en que, en los segundos, el punzón superior tiene una superficie mayor que el alvéolo y la matriz es móvil, por lo que su movimiento descendente, guiado mediante pistones hidráulicos, permite la aplicación de la fuerza de deformación al polvo. Sin embargo, tanto la concepción mecánica de estos moldes como sus procesos de fabricación fueron también evolucionando con la tecnología de prensado y la con la tecnología de taller mecánico entonces disponible.

Los moldes de fundición

Los primeros moldes empleados en las prensas de fricción fueron los denominados “**moldes de fundición**” (figura 2) que estaban formados por una base, el portapunzones, las placas “batentes”, el marco en el que se alojaban las cuchillas y los punzones superiores e inferiores. Algunos de estos componentes, como el marco, punzones y cuchillas tenían formas geométricas relativamente sencillas y su fabricación no revestía más dificultad que la del logro de la precisión requerida con la tecnología disponible en esos años. Sin embargo, el conjunto de la base con pilares y el portapunzones tenían una mayor complejidad formal y, por tanto, resultaban difíciles de mecanizar con los medios de la época, por lo que hubo que recurrir a su conformado en una sola pieza por fusión.

Una vez definido el formato y número de salidas y dibujado el plano del futuro molde, un carpintero realizaba el expulsor y la base en madera. Era la matriz del molde de fundición que se realizaba posteriormente en arena y en el que se vertía el hierro fundido. Este tipo de moldes, denominados también por su color negruzco “moldes de fundición negra”, no incorporaban el fuelle guardapolvo actual, y la misión de proteger del polvo a la placa expulsora la realizaba un perfil del expulsor o portapunzones en forma de vierteaguas.



Figura 2. Prensa de fricción automática PE 500V de SACMI equipada con un molde de fundición.

Fotografía: MACER y Catálogo SACMI [2]

Formatos fabricados.

Dado que algunas de las primeras prensas ya permitían desarrollar fuerzas de prensado de 220 toneladas, como por ejemplo la prensa PF 220 fabricada en España por FATMI a partir de 1969, se pudieron fabricar moldes de 4 salidas con 15x15 cm o 3 salidas en 20x20 cm. En conjunto, en esta época se fabricaban moldes para formatos 10x20 cm; 15x20 cm y sobre todo 15x15 cm. Ocasionalmente se fabricaron también, mediante fusión, moldes para formatos 15x22,5 cm, 15x25 cm y 20x20 cm.

Proceso de fabricación de los moldes.

- Los **punzones inferiores** se fabricaban a partir de placas de acero mecanizadas a las que se aplicaba un revestimiento lateral de soldadura especial para superficies sometidas a fuertes desgastes. Se taladraban y mecanizaban los orificios de sujeción y se realizaba posteriormente un rectificado de desbaste lateral y de superficie mediante rectificadora de vaso y posteriormente un rectificado manual en el que se ajustaban las medidas nominales con una precisión de $\pm 0,01$ mm. Posteriormente tenía lugar el vaciado interior mediante rectificado manual de la superficie del punzón, para dotarlo de un bisel de 0,7 mm de profundidad, medida que se mantenía constante independientemente del formato del punzón. El interior se trabajaba con rectificadora de superficie plana y el acabado de esquinas y biseles se realizaba mediante un cabezal de altas revoluciones con una muela de 30 mm, haciendo la aproximación a las esquinas con rotalín manual con diámetros de muela pequeños para obtener una mejor aproximación a las medidas y también con altas velocidades de giro. Por último, tenía lugar el lijado y pulido de las superficies en el que se eliminaban las huellas de la rectificadora y del rotalín.

- Los **punzones superiores** se fabricaban siguiendo un proceso similar. Las dimensiones del punzón debían permitir una holgura de 0,2 a 0,3 mm con respecto a las cuchillas de la matriz, para facilitar la desaireación y el movimiento de los punzones. En los cantos se practicaba con rectificadora, un escote de 0,07 mm de profundidad para mejorar la compactación de las esquinas.

- Los **relieves de prensa** (Figura 3.) implicaban un considerable aumento de complejidad en el proceso de fabricación de los moldes, ya que debían ir grabados en negativo en los punzones. En realidad, este problema ya se planteaba en el relieve de dorso, que se limitaba a unos pocos diseños fáciles de mecanizar y que no requerían de la fabricación de plantillas. En cambio, para grabar los relieves de prensa de la cara noble en los moldes de punzones de acero, debía fabricarse previamente una plantilla, es decir, el positivo del relieve que se pretendía obtener para, a partir de ella, fabricar los punzones de acero con el negativo del dibujo. En los primeros moldes con relieve, las plantillas se modelaban manualmente en grafito, a partir de un dibujo sobre papel. Primero se realizaba un desbastado mediante fresado y se definían después los contornos con una gubia. Una vez acabado el relieve, se alisaban las superficies mediante un paciente lijado manual. El proceso de erosión, sin embargo, desgastaba mucho las plantillas de grafito, hasta el punto que con ellas sólo se podían obtener dos o tres punzones. Este procedimiento, que puede considerarse prácticamente como semiartesanal, no podía garantizar completamente la constancia de las dimensiones de los relieves en cada punzón.



Figura 3. Relieves de prensa (años 60 – 70).
Imagen: MACER.

Las plantillas de grafito fueron sustituidas por las de cobre, mucho más resistente y duro, y con las que se podían obtener más punzones. Estas plantillas no podían modelarse a mano lo que obligaba al mecanizado de los relieves. El grafito tiene dos importantes características, necesarias en este proceso de fabricación: es fácilmente moldeable y, sobre todo, es conductor de la electricidad. Es esta última una propiedad indispensable en este proceso, ya que el siguiente paso consistía en la transferencia del relieve al punzón (de positivo a negativo) mediante erosión por arco voltaico.

- En los punzones inferiores se realizaba el **relieve de dorso** de las baldosas y la marca del fabricante. Estos relieves se limitaban a unos pocos diseños cuya mecanización no implicaba excesivas dificultades, como eran los botones (figura 4) y costillas (figura 5), obtenidas mediante fresado o mediante rectificado.

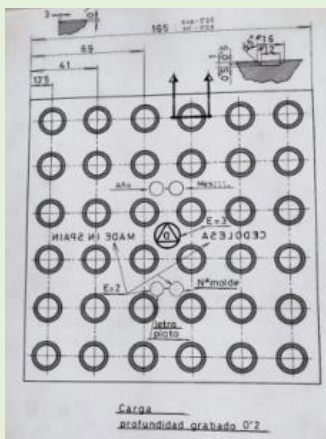


Figura 4. Relieve de botones (plano).
Imagen: MACER.

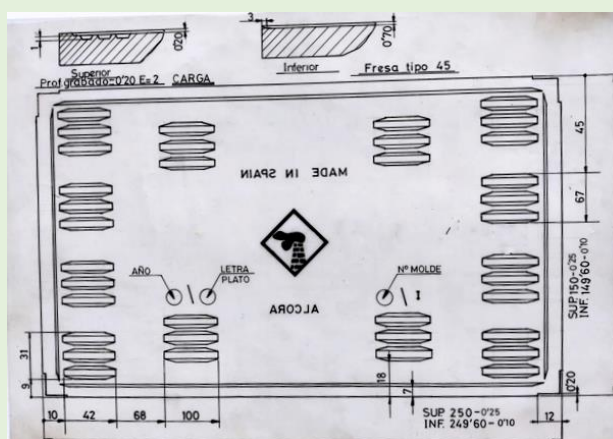


Figura 5. Relieve de costillas (plano).
Imagen: MACER.

Sin embargo, la producción de estos relieves de dorso constituía un aspecto muy problemático del proceso de fabricación del molde, ya que el diseño y ejecución del relieve de dorso jugaba un importante papel en el apilado de las baldosas en la vagoneta tanto, para el secado como para la primera cocción o “*escaldat*” como entonces se denominaba. Dado que tras el prensado las baldosas

se apilaban en vagonetas, las pequeñas diferencias que pudiera haber en las medidas de los relieves provocaban la inestabilidad de las pilas y podían llevar incluso al derrumbe de éstas que, siendo un problema importante, revestía graves consecuencias si éste se producía en el interior del horno. Las medidas del relieve de dorso determinaban además la sección de paso de aire entre pieza y pieza, permitiendo tanto la entrada del oxígeno necesario para completar las reacciones de oxidación, como la correcta desgasificación de la pasta. Sin embargo, en los puntos de contacto entre el botón o costilla y la cara lisa del azulejo podrían manifestarse defectos de “marcado”, debidos probablemente a una incompleta cocción de la pasta en ese punto. Esto provocó el cambio en la forma de apilado, asentando cara contra cara, lo que no evitó que la regularidad en el espesor del relieve, dentro del mismo punzón y entre punzones del mismo molde, siguiera teniendo un papel determinante en el éxito del apilado de las piezas.

Había tres procedimientos para el grabado de los relieves de dorso en el punzón superior de los moldes de fundición: el rectificado, el fresado mediante fresa dentada y el fresado mediante fresa de eje vertical, con la que se obtenían los relieves de botón y de huella.

- El **marco o matriz** de los moldes de fundición se fabricaba a partir de placas de acero laminado en las que el proveedor había realizado, mediante oxicorte, los alvéolos en tamaño ligeramente inferior al nominal, es decir, con creces, para proceder, en el taller de fabricación de molde, al mecanizado de arranque de viruta interior y exterior, al taladrado de orificios de sujeción y al posterior mecanizado a las dimensiones nominales.

En los primeros moldes, y con el fin de conseguir una mayor simplicidad en su construcción, la matriz se realizaba en un sólo alvéolo y las diferentes salidas se conseguían con la posterior separación mediante tabicas a las que se atornillaban las cuchillas. Esto generaba importantes problemas en el encaje de las cuchillas, por lo que se prefirió la fabricación de los marcos con varios alvéolos realizados por oxicorte.

- El diseño de las **cuchillas** de los moldes penetrantes de fundición se mantuvo exactamente igual hasta su parcial sustitución por las cuchillas intercambiables, aunque no así su proceso de fabricación que siguió los procedimientos generales del trabajo en el taller de fabricación de moldes de la década de los 70. Las cuchillas se fabricaban a partir de barras de acero laminado que se cortaban mediante sierra de hoja a las dimensiones requeridas. Los cortes e mecanizaban mediante cepillado y fresado de arranque de viruta en el posterior proceso de desbaste tras el que tenía lugar el taladrado de los orificios de sujeción y el temple. Tras el templado, que se realizaba en talleres especializados, las cuchillas regresaban al taller para su rectificado a las dimensiones nominales y se las dotaba entonces de los radios y de la conicidad requerida, tras lo que se repasaban las roscas, imprescindible tras el templado, y se procedía a su laborioso encaje en los alvéolos practicados en la matriz.
- Estos moldes estaban dotados ya de 2 **resistencias** por salida para su calefacción y los punzones se atornillaban a la placa portapunzones. También se podía instalar un soplador en continuo para las partes interiores del molde, a fin de evitar la acumulación de arcilla.
- Por otra parte, cada molde tenía su propia **placa superior** que se atornillaba al travesaño móvil. Esto hacía más complejo el proceso de fabricación del molde, los trabajos de sustitución de elementos y el proceso de cambio de molde.

Bibliografía

- (1) MEMBRADO, J.C. “La indústria ceràmica de la Plana de Castelló” Diputació de Castelló. Col.lecció Universitària. Geografia i Història. Castellón. (2000).
- (2) SACMI. Manual de instrucciones de la prensa PE 500V. (s.f.).
- (3) SACMI. Prensa PE 500V. Catálogo (s.f.).