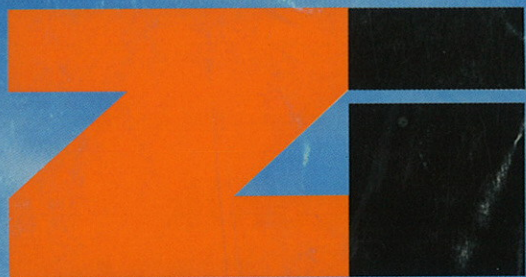


Juli 7/2002

D 7517



# Ziegelindustrie International

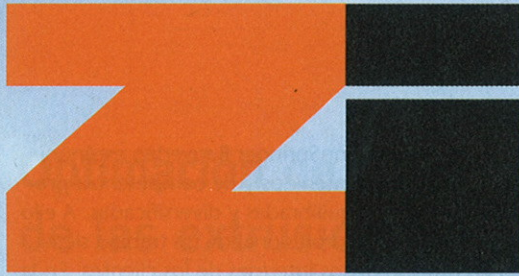
## Brick and Tile Industry International



**bau | | verlag**  
BertelsmannSpringer

**Con texto en español**





# Ziegelindustrie International Brick and Tile Industry International

D 7517



## Editorial

Optimización de la geometría de las extrusionadoras para conseguir un moldeo más económico y productivo

Una nueva fábrica de tabiquería montada por Ceric en la zona de Toledo (España)

Rumbo al futuro con una nueva estructura empresarial

Desarrollo de nuevos modelos de tejas mediante sistemas 3-D

II

III

VI

IX

XII





## Nuevo nombre, nueva imagen: Bertelsmann-Springer Bauverlag

Estimadas lectoras, estimados lectores:

La editorial «Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH» y la tradicional editorial «Bauverlag GmbH» son, desde el 1 de julio de 2002 una sola empresa: la editorial «BertelsmannSpringer Bauverlag GmbH».

De esta manera se ha creado el mayor oferente de informaciones técnicas del sector de la arquitectura y construcción. La gama de revistas especializadas de ambas editoriales se complementa de modo ideal. Pero eso no es todo: de esta manera se cubren casi todos los sectores de la construcción con revistas especializadas de gran renombre, empezando por la explotación de materia prima y su elaboración, pasando por la planificación, ejecución y procesamiento y llegando hasta la administración de viviendas, bienes inmobiliarios industriales, túneles, carreteras y similares. Ello significa que se ha logrado concentrar y ampliar a la vez la calidad y competencia profesional expresada a través de las revistas, en beneficio del lector. Usted, como abonado y lector, se beneficiará de las sinergias que aportan las redacciones de otros sectores técnicos de la construcción, ya que los contenidos de las publicaciones se enriquecerán mediante la aportación de artículos de interés para un público mayor, más allá de los estrechos límites de grupos destinatarios e industrias específicas. Por lo tanto, las informaciones serán de mayor valor, algo indispensable en vista de los procesos con carácter cada vez más multidisciplinar.

La nueva editorial BertelsmannSpringer Bauverlag es sinónimo de alta calidad de los contenidos y de competencia profesional, de publicaciones equilibradas y diversificadas. A ello se viene a sumar el carácter profesional de un trabajo siempre realizado en función de los intereses de los clientes. En la dirección Internet [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de) podrá adquirir más información.

Nosotros, los miembros de la redacción y también la editorial en su conjunto, aceptamos con gusto el nuevo reto de aportar informaciones valiosas para de nuestros clientes de modo más intenso, útil y concreto.

Aproveche las múltiples posibilidades que le ofrecemos. Establezca contacto con nosotros.



*H. Hentschel*

Atentamente  
Helmut Hentschel  
Director de la editorial

## Optimación de la geometría de las extrusionadoras para conseguir un moldeo más económico y productivo

Jörg Roters\*

En este artículo se describe la optimación de sistemas de extrusión existentes ofreciendo los ejemplos respectivos. Mediante un ajuste óptimo de los parámetros de producción es posible aumentar el grado de eficiencia de los husillos sin fin aproximadamente entre un 5 y un 15 por ciento. En el texto se explican las posibilidades existentes para determinar el grado de eficiencia de los husillos sin fin. Mediante un sistema de medición móvil se captan y evalúan los parámetros más importantes del proceso. Optimando la geometría del sistema de husillos sin fin, es posible aumentar la eficiencia en un 75 por ciento.

### Introducción

En el transcurso de los últimos años ha aumentado la demanda de extrusionadoras de mayor rendimiento y también se exigen productos extrusionados de mayor calidad. Esta tendencia seguirá acentuándose en los próximos años. Sin embargo, al mismo tiempo disminuye la voluntad de invertir en equipos nuevos. La optimación de los sistemas de extrusión existentes permite minimizar los costos de inversión y reducir los costos operativos. Efectivamente es posible aumentar el nivel de productividad y la economía de los sistemas ya instalados.

Optimar significa adaptar la geometría de los componentes que inciden en el proceso de extrusión en función de los productos que se produce y de las condiciones imperantes en cada caso concreto con el fin de obtener un resultado mejor.

\* Rehart GmbH, D-91725 Ehingen

### Determinar los datos de relevancia

La forma de los productos extrusionados depende de una gran cantidad de factores. A continuación se indican los parámetros que tienen mayor incidencia en el proceso:

#### Datos geométricos

- ▶ Diámetro de los husillos y del cubo\*
- ▶ Paso del husillo\*
- ▶ Forma y estructura del revestimiento del cilindro\*
- ▶ Geometría del cabezal de la prensa\*

#### Datos del proceso

- ▶ Revoluciones del husillo\*
- ▶ Velocidad de avance del material
- ▶ Presión
- ▶ Temperatura del proceso
- ▶ Energía de accionamiento

#### Datos del material

- ▶ Tipo de material
- ▶ Humedad
- ▶ Homogeneidad
- ▶ Granulación (distribución)
- ▶ Aditivos

#### Datos del producto

- ▶ Superficie de la sección\*
- ▶ Cantidad relativa de orificios\*
- ▶ Forma de los orificios\*

Estos datos se pueden clasificar en parámetros constantes (marcados con \*) y parámetros variables. El cambio de los datos del proceso depende del cambio de los datos relaciona-

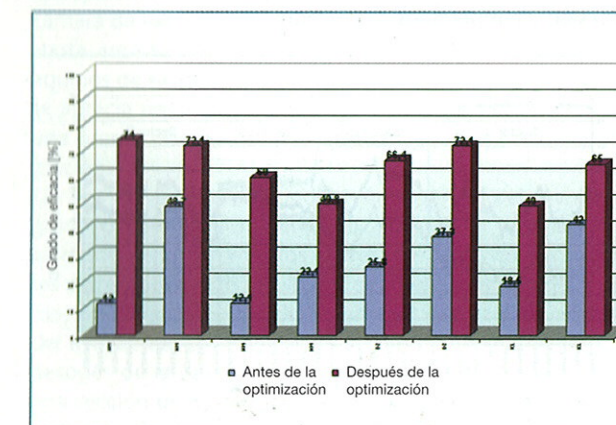


Fig. 1: Mejora del grado de eficiencia de extrusionadoras

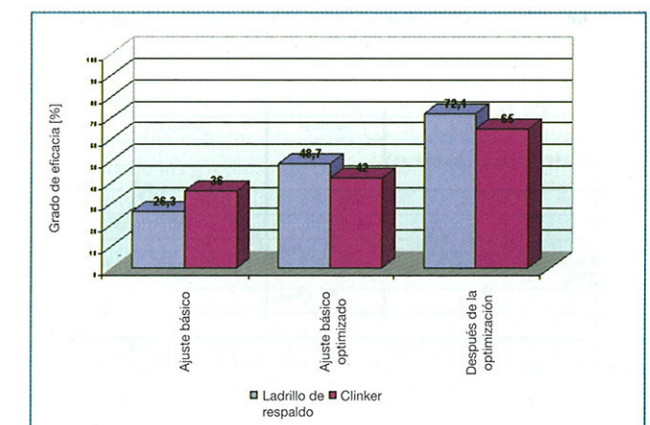


Fig. 2: Mejora del grado de eficiencia en dos fases



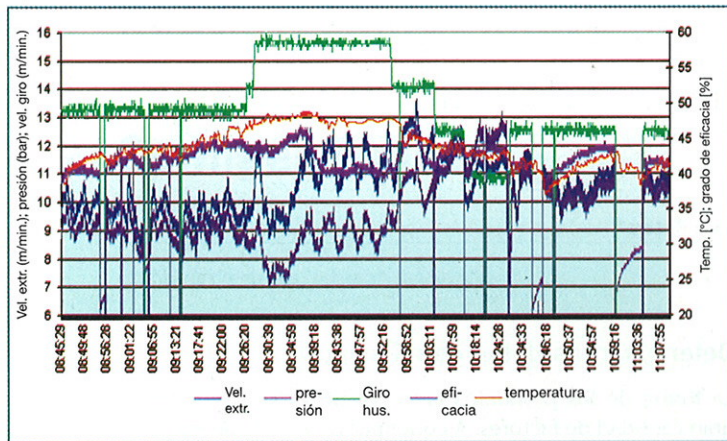


Fig. 3: Diagrama de los parámetros registrados

dos con el material. Las oscilaciones de la humedad y homogeneidad del material inciden de modo importante en el proceso del avance del mismo.

Antes de proceder a la optimización del sistema, es necesario registrar los datos, para lo que se utiliza un sistema de medición móvil. Una vez evaluados los datos, se pueden definir las metas de la optimización. Los datos se captan in situ, con la producción en marcha y bajo condiciones de trabajo normales. Durante el proceso de medición es posible modificar diversos parámetros en función de las metas que se quieren alcanzar. Las modificaciones pueden referirse a los formatos, a la composición del material y a las revoluciones. También cambiando la velocidad del avance, la presión, el contenido de agua se pueden recibir informaciones importantes.

El grado de eficiencia volumétrica del husillo es un parámetro importante para evaluar el proceso de extrusión. El concepto de grado de eficiencia se refiere a la relación entre la utilidad del proceso y el trabajo necesario en él. En términos matemáticos, el grado de eficiencia volumétrica depende del volumen real por unidad de tiempo en función del volumen teórico factible por unidad de tiempo.

La sección y el formato del producto, la cantidad de orificios y la velocidad del avance del material determinan el volumen real. El volumen teórico por unidad de tiempo depende del diámetro exterior del husillo y del cubo, del paso del husillo y sus revoluciones. El sistema de medición móvil indica directamente el grado de eficiencia que se obtiene en cada momento. Los datos geométricos constantes se ingresan en el PC y se relacionan con los datos variables en la medida en que éstos se van obteniendo.

Pero para obtener una idea aproximada del grado de eficien-

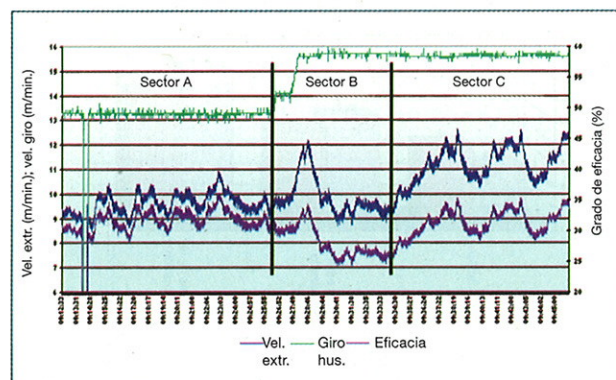


Fig. 4: Vista parcial 1 de la fig. 3

cia del proceso de extrusión, también es posible recurrir a un método más simple:

#### Volumen de avance real

- Determinar la velocidad del proceso de extrusión mediante la cantidad y longitud de los cortes
- La superficie de la sección depende de la boquilla

#### Volumen de avance teórico por unidad de tiempo

- Determinar la geometría del husillo, por ejemplo cuando se realiza un cambio del husillo
- Determinar las revoluciones del husillo en función del tipo de máquina

En cuanto a este último punto, debe tenerse en cuenta lo siguiente: la determinación es más sencilla tratándose de un eje de accionamiento que entra en la cámara de vacío sin estar conectado al engranaje. Si no se tiene acceso al eje de accionamiento, éste método también puede aplicarse recurriendo al eje del tambor de alimentación. Éste y el husillo giran de modo sincronizado, ya que las aletas del tambor tienen que entrar en el paso del husillo. Una solución algo más complicada consiste en calcular la desmultiplicación entre las poleas y el engranaje. Al hacerlo, debe tenerse en cuenta si en alguna ocasión anterior se cambiaron las poleas o si se montó un nuevo engranaje o si se sustituyeron otros componentes de este sistema.

En la fig. 1 se muestra la consecución de un aumento del grado de eficiencia de extrusionadoras. La mejora se consiguió optimando los equipos en diversas plantas de producción.

Un aspecto fundamental que debe considerarse al optimar el rendimiento de extrusionadoras consiste en la posibilidad de adaptar la velocidad del giro de los husillos al producto extrusionado. En la fig. 2 se muestran las mejoras conseguidas del grado de eficiencia. En una primera fase se ajustan los valores que son alcanzables en función de la geometría del producto. Este ajuste se realiza cambiando la velocidad de giro del husillo y la velocidad de alimentación del material hasta alcanzar el valor máximo. De esta manera se consigue una mejora del orden de 5 hasta 15 por ciento en promedio. Cambiando la geometría del sistema de husillo puede conseguirse un aumento considerable del grado de eficiencia. Concretamente, es perfectamente factible obtener una mejora del orden de 50 por ciento.

En la fig. 3 se muestra un diagrama con los parámetros registrados durante la producción:

- Velocidad de avance V-av.
- Velocidad del husillo U-hus.
- Presión y temperatura Temp.

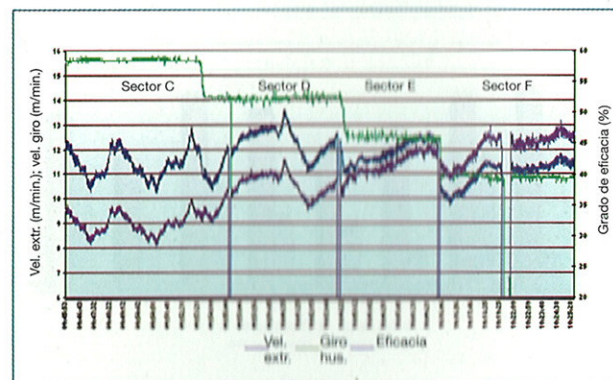


Fig. 5: Vista parcial 2 de la fig. 3

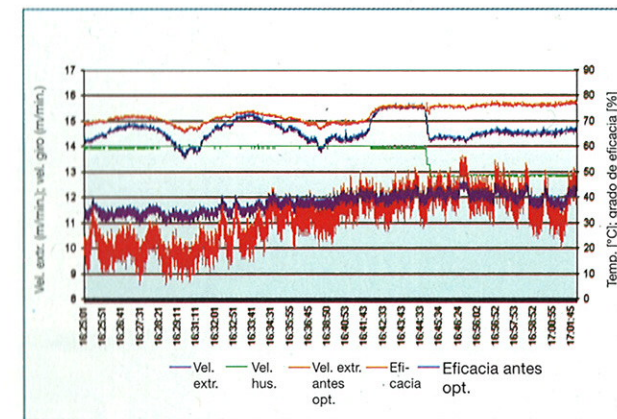


Fig. 6: Comparación de los parámetros antes y después de la optimización

En la gráfica consta el valor medio matemático del grado de eficiencia (gr.e).

En la fig. 4 se aprecia una parte de la fig. 3, mostrándose relación entre la velocidad de giro del husillo, la velocidad de avance y el grado de eficiencia. En la zona A se ve el resultado conseguido en la producción bajo condiciones normales. En la zona B consta el resultado después de aumentar la velocidad de giro del husillo de 13,3 r.p.m. a 15,7 r.p.m. Después de aumentar brevemente la velocidad de avance de 9,5 m/min. a 11,6 m/min., vuelve a bajar nuevamente a 9,4 m/min.

El grado de eficiencia (expresado como función entre la velocidad de avance, la velocidad de giro del husillo y la constante K de los datos geométricos  $[V\text{-av.}/U\text{-hus.o.} \times K]$  – baja de 31 a 26,5 por ciento.

En la zona C, la curva se refiere al caso de alimentación de una mayor cantidad de material. Al aumentar la velocidad de giro del husillo, aumenta la velocidad de avance. El grado de eficiencia vuelve a recuperar su valor anterior, es decir, aproximadamente 31 por ciento.

En la fig. 5 se aprecia cómo cambia la velocidad de avance al reducirse la velocidad de giro del husillo de 15,6 r.p.m. a 10,8 r.p.m. Llama la atención que la curva de la velocidad de avance no oscila tanto al reducirse la velocidad de giro del husillo. La reducción de la velocidad de giro del husillo de 12,5 r.p.m. (zona E) a 10,8 r.p.m. (zona F), disminuye la velocidad del avance. En promedio, es inferior al nivel que tiene en la zona C. Ello tiene como consecuencia que el husillo gira al límite de su rendimiento. La oferta de material alimentado es superior al material en la salida. El detector de nivel de la cámara de vacío reacciona y la máquina se desconecta. Hasta aquí se analizaron los cambios de los parámetros en equipos de extrusión sin cambios en la geometría. En la fig. 6 se aprecia una comparación entre los parámetros válidos en una prensa por extrusión antes (antO) y después de la optimización.

Las dos curvas inferiores indican la velocidad del avance y el grado de eficiencia matemático antes de la optimización. El recorrido de los parámetros expresados en las curvas superiores corresponde a los resultados obtenidos después de la optimización de la geometría del sistema. Al comparar la velocidad del avance hay que tener en cuenta que la medición hecha después de la optimización se refiere a productos que tienen una sección un 8,5 por ciento más pequeña. Para efectuar la comparación de los grados de eficiencia, este factor se ha tenido en cuenta mediante la masa geométrica.

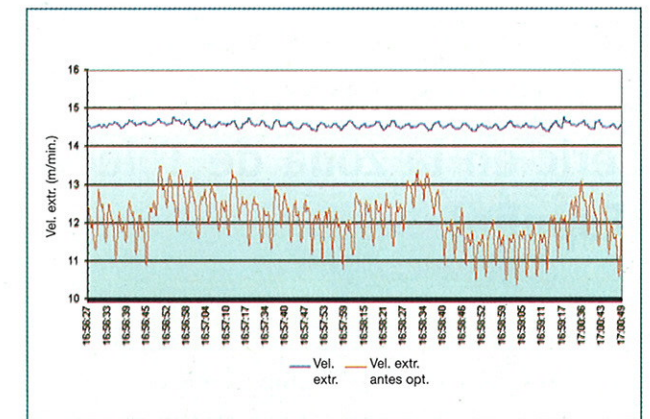


Fig. 7: Vista parcial de la fig. 6: comparación de las velocidades de avance del material

Se pueden constatar los siguientes cambios:

- La velocidad del avance antes de la optimización aumentó a raíz del aumento de la alimentación de material, manteniendo constante la velocidad de giro del husillo. El grado de eficiencia aumentó de 35 a 40 por ciento.
- La evolución de la velocidad del avance después de la optimización muestra una estabilización de la velocidad de avance, conseguida mediante la reducción de la velocidad de giro del husillo. El grado de eficiencia aumenta a más de 75 por ciento, manteniéndose casi constante la velocidad del avance.

En la fig. 7 se incluyen las curvas correspondientes a la velocidad de avance antes y después de la optimización (parte de la fig. 6). La resolución permite apreciar las oscilaciones de la velocidad de avance por cada giro del husillo. Las oscilaciones antes de la optimización eran de aproximadamente 1 m/min., mientras que después de la optimización eran inferiores a 0,4 m/min. La energía de accionamiento necesaria por unidad de volumen pudo reducirse en más de 20 por ciento después de la optimización.

#### Resumen

El ajuste óptimo de los parámetros de producción permite aumentar el grado de eficiencia del husillo en 5 hasta 15 por ciento. Estas medidas incluyen, por ejemplo, la adaptación de la velocidad de giro del husillo y de la cantidad de material en función del producto.

El grado de eficiencia del husillo puede determinarse recurriendo a medios relativamente sencillos. Para conseguir una optimización ideal, es indispensable determinar los parámetros con mayor precisión. Un sistema de medición móvil se encarga de registrar los parámetros más importantes del proceso. Después de la evaluación correspondiente, es posible definir las metas de las medidas de optimización. Mediante un sistema de husillos de geometrías óptimas se consigue un aumento considerable del grado de eficiencia del husillo hasta valores por encima de 75 por ciento. En la mayoría de los casos ello significa que la velocidad de giro del husillo y el consumo de energía disminuyen, aumentando al mismo tiempo la velocidad de avance. Para conseguir un ajuste óptimo de la prensa en función del producto es esencial que la velocidad de giro del husillo sea variable.



## Una nueva fábrica de tabiquería montada por Ceric en la zona de Toledo (España)

Para responder a la demanda del mercado, la Sociedad Cerasa encargó al grupo Ceric una nueva fábrica de rasillones y productos de grandes dimensiones de una capacidad de producción de 2.520 a 3.500 toneladas por semana según tipo de productos.

### Características técnicas de la fábrica Definición de la materia prima

Después de un estudio exhaustivo de las arcillas con distintos aditivos disponibles, se ha definido la mezcla definitiva más idónea para cada tipo de productos con el fin de conseguir la máxima calidad de dichos productos así como el mínimo consumo energético de la instalación.

### Secado

Teniendo en cuenta la producción deseada y la calidad de las mezclas de arcillas con aditivos, Ceric optó por elegir un secadero rápido tipo Anjou N.G. con las siguientes características:

- ▶ Longitud de secado: 180 m divididos en 2 túneles superpuestos, con 62 balancines de 6 bandejas cada una de 6,40 m de ancho por 1,20 m de profundidad.
- ▶ Potencia calorífica instalada: 1 quemador principal de 4.500 termias/hora cerca de la entrada del secadero, 1 quemador secundario de 1.500 termias/hora en la parte trasera del mismo

Las principales ventajas de este secadero tipo Anjou N.G. son las siguientes:

- ▶ El secado se realiza a contracorriente del avance de los productos. En el momento de pasar del túnel superior al túnel inferior se produce un cambio de flujo lo que favorece el



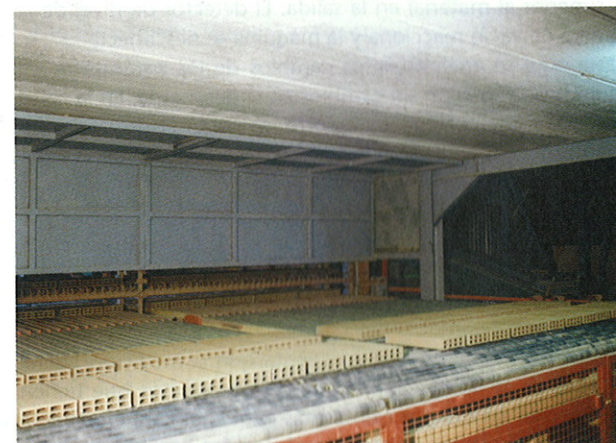
Cargador automático ladrillos verdes

secado en las dos caras del producto, permitiendo así reducir el ciclo de secado conservando las características mecánicas en seco del mismo.

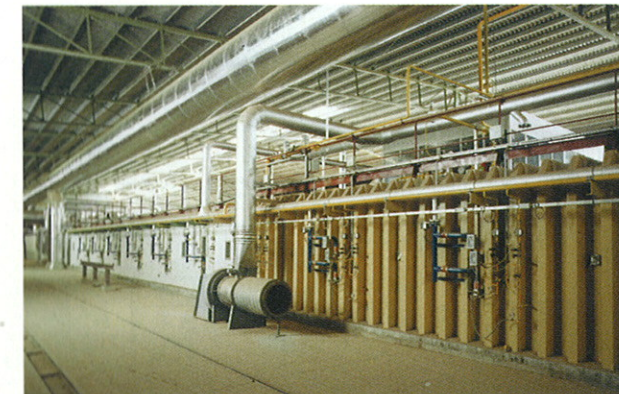
- ▶ Los ladrillos son depositados sobre bandejas con varillas sobre-elevadas lo que permite una ventilación homogénea y simultánea en todas las caras de los ladrillos.
- ▶ Las bandejas son móviles con el fin de poder cambiar el paso entre ellas y permitir así el secado de productos huecos de diferentes tamaños.
- ▶ La separación de los productos entre sí es importante: por consiguiente existe una pequeña densidad de carga. Eso se traduce por una velocidad constante del aire sobre cada producto colocado en una posición ideal para un secado rápido.
- ▶ Adaptación automática de todos los equipos del secado, sincronizado con la fabricación. En caso de parada más o menos prolongada de la galletera, el autómata del secadero



Secadero rápido tipo Anjou N.G.



Descargador automático ladrillos secos



Equipos horno túnel tipo Casing blindado

ajusta o para los quemadores y ventiladores en función del tiempo de dicha parada.

- ▶ Regulación por medio del autómata de todos los parámetros de secado, es decir: humedad relativa, presión y temperatura del aire.

### Cocción

En Cerasa se ha instalado un prehorno de 7 vagones de 5 m (35 m de largo) y un horno Ceric tipo Casing de 28 vagones de 5 m (140 m de largo), de 6,90 m de ancho y de 1,00 m de altura de carga.

La finalidad del prehorno es de terminar el secado de los productos sobre todo en caso de revenido.

Por otra parte, con una temperatura de 90 a 110 °C se favorece la subida de temperatura de los productos a la entrada del horno y una mayor preparación para el precalentamiento.

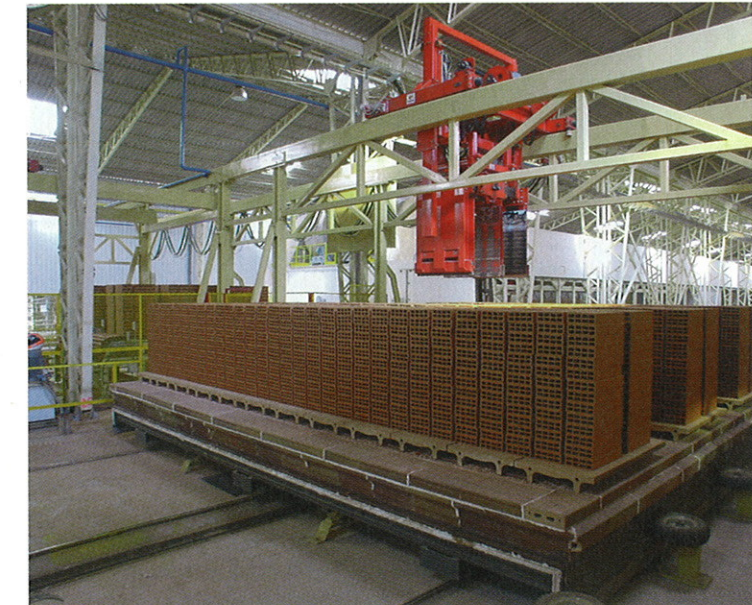
El horno tipo Casing se monta con paneles prefabricados, montados in situ. Dicho sistema permite una excelente estanquidad del horno, facilitando cocer con una mejor presión que se traduce por una mejor homogeneidad de cocción. Por otra parte, se consigue un mejor rendimiento térmico y eléctrico así como una mayor flexibilidad de funcionamiento.

Este horno viene equipado de:

- ▶ Tiro frontal y lateral
- ▶ Recirculación baja temperatura
- ▶ 6 zonas de 4 quemadores laterales tipo Jet de alta velocidad en precalentamiento
- ▶ 7 zonas de 23 toberas de bóveda repartidas en 2 líneas cada una de 12 y 11 toberas de gas



Descarga automática de paquetes de ladrillos



Vagones cargados ladrillos cocidos

- ▶ 2 zonas de enfriamiento rápido repartido en 2 líneas cada una de 12 y 11 toberas de enfriamiento
- ▶ 1 zona de recuperación alta temperatura
- ▶ 1 zona de recuperación baja temperatura
- ▶ 1 ventilador de sobrepresión para enfriamiento final

La regulación automática y la conducción del horno están aseguradas por un autómata con un equipo de supervisión informática tipo Visicer, ajustando automáticamente todos los parámetros de cocción, temperatura, presión, variación de velocidad de los ventiladores, ajuste de los registros motorizados, etc.

### Equipos de supervisión tipo Visicer de la planta

Una computadora está conectada con los autómatas del horno y del secadero, movimentación de los vagones, encañe y desencañe de los vagones del horno, gracias a la tarjeta de comunicación.

Las funciones de la computadora son:

- ▶ el cambio automático de las consignas en función de la cadencia o del tipo de producto fabricado



Descarga automática de los vagones cocidos (vista general)





Formación de capas para el paletizado de ladrillos

- ▶ el seguimiento de los defectos del horno y del secadero
- ▶ el cálculo del consumo del horno y del secadero
- ▶ la edición de los datos en forma numérica
- ▶ la edición de las curvas del horno
- ▶ la edición de las curvas del secadero

Programa Visicer

La computadora asegura:

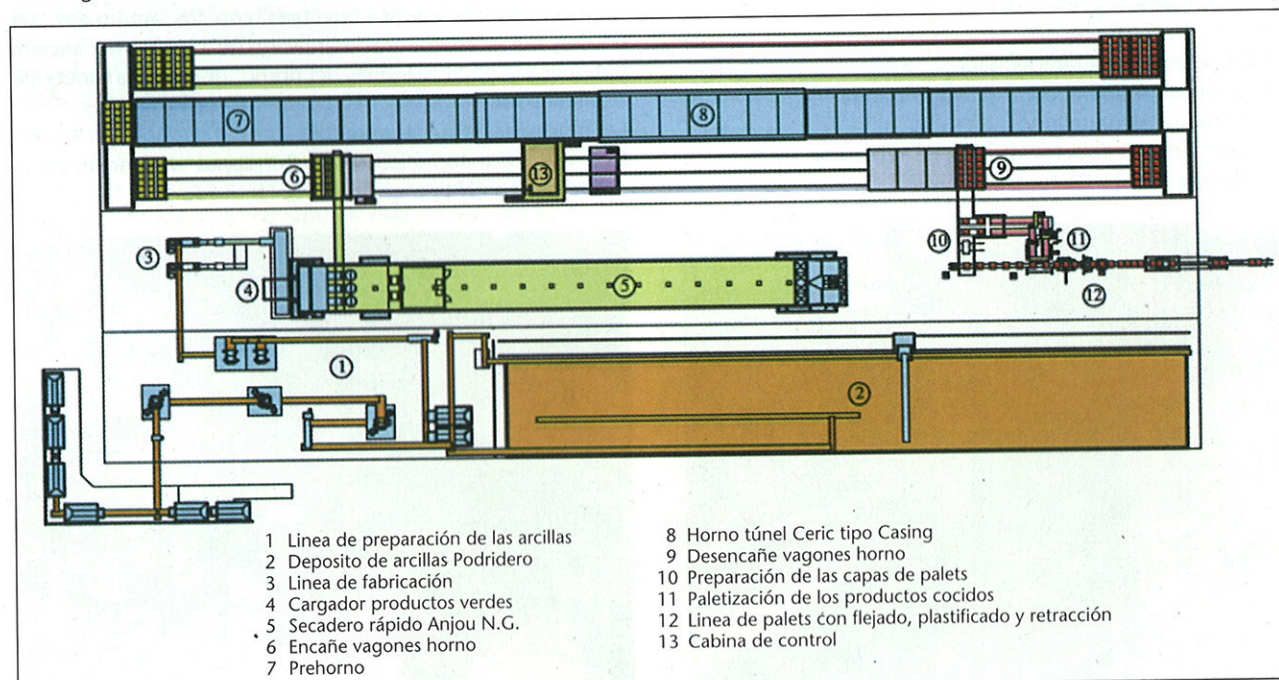
- ▶ el seguimiento del movimiento de los vagones en la planta con visualización gráfica
- ▶ el contado de los tiempos de funcionamiento de cada máquina: cargador, descargador, circuito de bandejas, encañe
- ▶ movimentación de los vagones horno, desencañe, paletización
- ▶ el contado de las producciones (número de piezas, tipo, color)
- ▶ el contado de la energía
- ▶ la edición de los informes por turno, por día y por semana
- ▶ el almacenamiento de los datos de producción
- ▶ el seguimiento de los defectos y almacenamiento



Flejado de las capas de rasillones y paletizado

Generalidades

Tanto la carga de los productos verdes como la descarga del secadero de los productos y el correspondiente encañe sobre vagonetes se hace de forma completamente automática. Del mismo modo, el despilado de los productos cocidos y la paletización de los mismos se efectúan de manera automática. Los palets cargados se evacuan mediante un transpalet de doble carga hacia el patio. Los bajos costos de producción debidos al bajo consumo calorífico (310 termias por tonelada), el personal de producción mínimo, una merma reducida hacen de la nueva fábrica Cerasa un ejemplo para conseguir una máxima rentabilidad de este tipo de instalaciones. La calidad conseguida en los productos de grandes dimensiones facilita la introducción de los mismos en el mercado español.



- |  |   |
|--|---|
| 1 Línea de preparación de las arcillas | 8 Horno túnel Ceric tipo Casing                           |
| 2 Deposito de arcillas Podridero       | 9 Desencañe vagones horno                                 |
| 3 Línea de fabricación                 | 10 Preparación de las capas de palets                     |
| 4 Cargador productos verdes            | 11 Paletización de los productos cocidos                  |
| 5 Secadero rápido Anjou N.G.           | 12 Línea de palets con flejado, plastificado y retracción |
| 6 Encañe vagones horno                 | 13 Cabina de control                                      |
| 7 Prehorno                             |   |

Plano de implantación de la nueva planta

## Rumbo al futuro con una nueva estructura empresarial

El fabricante de máquinas ha adaptado su empresa a las condiciones modificadas imperantes en la industria ladrillera. La reestructuración incluye un nuevo sistema de ventas. Entrevistamos a Wolfgang Schübl, director general de la empresa, a Rolf Königer, jefe del departamento de máquinas y equipos, y a Dietmar Heintel, jefe del departamento de servicios, y les preguntamos por el nuevo sistema y su aplicación.

**ZI:** Sr. Schübl, usted es el gerente general de Händle GmbH desde el 1 de enero de 2002. El Sr. Frank Händle dejó su cargo de director después de haberlo ocupado aproximadamente 30 años. Esta noticia sorprendió en el sector ladrillero. ¿Por qué se produjo ese cambio?

**Schübl:** Sin duda alguna, esa noticia sorprendió a muchos. Pero ya por esas fechas llevábamos más de un año pensando en reestructurar la empresa. A principios de 2001 llevamos a cabo diálogos con el personal y con los clientes, especialmente en relación con los factores que constituyen el núcleo de las competencias profesionales de la empresa:

- ▶ ¿Qué representa la empresa Händle?
- ▶ ¿Qué podemos hacer? Y, especialmente: ¿Qué podemos hacer mejor que otros?
- ▶ ¿Qué es importante para nosotros?

Al término de las ruedas de diálogo llegamos a la conclusión que también nuestros propios empleados consideraban que sería esencial mejorar los servicios que prestamos a nuestros clientes. Además, se opinó que no deberíamos dedicarnos a temas que nos apartan de nuestra actividad más importante, es decir, «crear formas con arcilla». Los resultados obtenidos a través de estos diálogos nos sirvieron de base para desarrollar y someter a debate nuevos méto-

dos. Desechamos algunos de ellos, otros seguimos desarrollándolos. Después de otras ruedas de diálogo con nuestros empleados logramos redactar un documento básico en el que definimos la nueva estructura de nuestra empresa. Este documento fue explicado a los diversos sectores de la empresa y, finalmente, contó con el respaldo de todos. A finales de 2001 hicimos pública la nueva estructura. Frank Händle contribuyó decisivamente a ese proceso de desarrollo. Actualmente se ocupa del desarrollo de productos y servicios que no están relacionados con lo que constituye el núcleo profesional de nuestra empresa.

Tenemos la intención de respetar la tradición de lo que fue una empresa familiar y cuidar de la excelente reputación que tenemos en el mercado. Sin embargo, al mismo tiempo queremos generar nuevos impulsos. Para alcanzar esas metas fue necesario crear un nuevo sistemas de ventas y redefinir la responsabilidad de la dirección de la empresa.

**ZI:** ¿Cómo es el nuevo sistema de ventas y quién asume la responsabilidad?

**Schübl:** Antes, el departamento de servicios estaba incluido en el departamento de ventas. Ahora, con la nueva estructura, el departamento de ventas se reparte en dos secciones. Uno es el de máquinas y el otro es el de los servicios. Rolf Königer está a cargo de la sección de máquinas y equipos, mientras que Dietmar Heintel se ocupa de la sección de servicios. Ambos son personas muy experimentadas que trabajan desde hace muchos años en la empresa.

**ZI:** ¿Qué influencia tuvo la empresa Steele en esta reestructuración?

**Schübl:** J. C. Steele and Sons (Deutschland) GmbH es accionista mayoritario de la empresa y por lo tanto se sobreentiende que desea que Händle genere beneficios. En el transcurso de los últimos años, el mercado ha experimentado profundos cambios que han afectado a la industria



Rolf Königer, Wolfgang Schübl y Dietmar Heintel (de izq. a der.)



ladrillera y a sus proveedores de máquinas y equipos, lo que significa que dichos cambios también nos afectan a nosotros. Hace algunos años vendíamos varios equipos nuevos al año; sin embargo, ahora se invierte menos en equipos nuevos. En consecuencia, tuvimos que adaptarnos a estas nuevas circunstancias. Concretamente, tuvimos que averiguar qué posibilidades tenemos para hacer buenos negocios sin apartarnos de las operaciones que constituyen el núcleo de nuestra empresa.

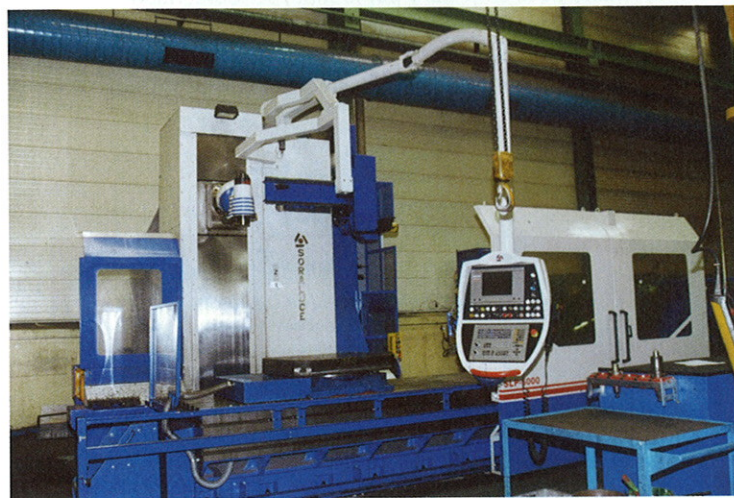
En los EE.UU., los servicios están mucho más desarrollados que, por ejemplo, en Alemania. En aquel país, lo más importante es que un proveedor sea capaz de reaccionar rápidamente si es necesario. Hemos entendido que tenemos que ampliar nuestro sector de servicios. Para ello hemos creado estructuras y modelos nuevos.

**ZI:** En el logotipo de su empresa consta el lema de «nosotros le damos forma a la arcilla». El concepto de «dar forma», ¿también incluye sus actividades tradicionales como explotar, preparar, almacenar y transportar? Por favor, explíquenos el nuevo sistema de su empresa.

**Königer:** Es evidente que, según nuestro entender, el lema de «nosotros le damos forma a la arcilla» también incluye los procesos que son previos al trabajo concreto de darle forma a la arcilla, lo que efectivamente significa que cubre las operaciones que usted mencionó. La meta de nuestra labor es el producto formado sobre la base de arcilla. Muy conscientemente no nos queremos dedicar a otras actividades y a otros campos operativos, como por ejemplo la técnica de extrusión para otro tipo de masas.

**Schübl:** La empresa Händle quiere concentrarse en la materia prima arcilla y dedicarse a los clientes del sector ladrillero. Ello significa que, en relación con las máquinas y equipos, tenemos que concentrarnos en un trabajo de desarrollo destinado a reducir los tiempos de los procesos, utilizar otros materiales, simplificar las operaciones de mantenimiento e incluir nuevos sistemas de control con el fin de mejorar el nivel de productividad.

Queremos que nuestros clientes puedan reducir sus costos en la producción diaria. El criterio de la disminución de los costos



Fresadora Soraluce de tablas rígidas para mecanizado de ejes y cuerpos de máquina; piezas de hasta 4.500 mm de largo y 1.000 de ancho

es, entretanto, un factor de gran importancia en la industria ladrillera. Nuestros clientes se ven obligados cada vez más a ofrecer productos más económicos y de mejor calidad. Nosotros queremos aportar lo necesario para que ellos puedan cumplir estas exigencias.

**ZI:** Explíquenos, por favor, lo que la sección de servicios podrá ofrecer a los ladrilleros.

**Heintel:** Queremos ofrecer un servicio completo y, además, hecho a medida para cada cliente específico. El cliente será atendido directamente y en su propia planta. Ello significa que no solamente ofreceremos piezas de recambio cuando el cliente las necesita, sino que le ofreceremos un servicio completo en derredor de sus máquinas. Para ello será necesario que visitemos a nuestros clientes con mayor frecuencia. Primero tenemos que hacer un inventario de las máquinas que el cliente tiene instaladas en la fábrica. Conociendo los equipos que tiene el cliente, podremos ofrecerle mejores soluciones para que su producción logre alcanzar un nivel óptimo. Le ofreceremos informaciones concretas sobre mejores materiales y piezas de mejor calidad, así como también sobre sistemas nuevos. Además, le concederemos más importancia al tema del ahorro de energía. El usuario de nuestras máquinas debe conseguir que su nivel de producción sea óptimo, tanto en términos técnicos como económicos. Le ofreceré un ejemplo para explicar lo dicho. En Francia y Portugal empezamos en 2002 a ofrecer por primera vez un «servicio completo». Esta estrategia tuvo una excelente acogida. Visitamos varias fábricas en esos países y repasamos cada máquina, empezando por los procesos de preparación y llegando hasta el molde. Anotamos cuidadosamente todos los datos relacionados con el rendimiento de las instalaciones existentes y se los entregamos a nuestros expertos. A continuación, ellos ofrecieron soluciones hechas a medida con el fin de reducir el desgaste y la necesidad de utilizar piezas de recambio, etc.

**Schübl:** Nuestra meta consiste en realizar un trabajo de desarrollo con el fin de mejorar el rendimiento de las máquinas que ya se encuentran en las plantas de nuestros clientes. Ello significa que nuestra empresa tiene que disponer de una sección de servicios más eficiente, agilizar los procesos y reducir los tiempos de fabricación. Los empleados de nuestra sección de servicios tienen que poder informar sobre máquinas nuevas y, también, sobre la optimización de las máquinas ya instaladas en las fábricas.

**ZI:** Sus empleados tendrán que implementar este nuevo sistema. ¿Cuentan con el apoyo necesario de parte de la dirección?


**Schübl:** Nuestros empleados deberán establecer prioridades nuevas. Queremos que nuestros agentes de ventas se transformen en técnicos de ventas. Es necesario intensificar el diálogo con los clientes delante de las máquinas. Para ello es indispensable que nuestro personal esté mejor preparado. Cada empleado que establece contacto con los clientes tiene que disponer de un mejor nivel de conocimientos técnicos. Considerando que exportamos más del 80% de nuestras máquinas, esta es una meta que atañe a nuestro personal en todo el mundo.

**ZI:** Sr. Schübl, Sr. Königer y Sr. Heintel: ¿qué funciones tendrán que asumir en el futuro?

**Schübl:** Personalmente creo que tengo que ser una especie de bisagra entre la empresa alemana tradicional y el accionista mayoritario estadounidense. Quiero alcanzar junto con nuestros empleados las metas que hemos definido y tengo la intención de realizar los cambios necesarios en la empresa y no sólo hablar sobre ellos. Para nosotros, el cliente y sus exigencias son lo decisivo, nosotros nos «ocupamos» de sus instalaciones.

**Königer:** Nuestra meta consiste en conseguir que las instalaciones de nuestros clientes correspondan al más alto nivel tecnológico. Ello significa que tendremos en cuenta criterios como, por ejemplo, la economía, la sencillez del uso y la facilidad del trabajo de mantenimiento, además de una mejor resistencia al desgaste. Manteniendo el mismo nivel de inversiones deberán disminuir los costos operativos y aumentar la duración de las máquinas. Nos encargaremos de que las máquinas ya instaladas resulten más resistentes.

**Heintel:** También los servicios dentro de la empresa mejorarán. El objetivo consiste en reducir el tiempo que transcurre entre el pedido y la entrega de piezas de recambio y de consumibles.

En la actualidad, los servicios aportan aproximadamente un 35% a la facturación total de la empresa. Pretendemos que el año entrante ese porcentaje aumente a un 50%. 

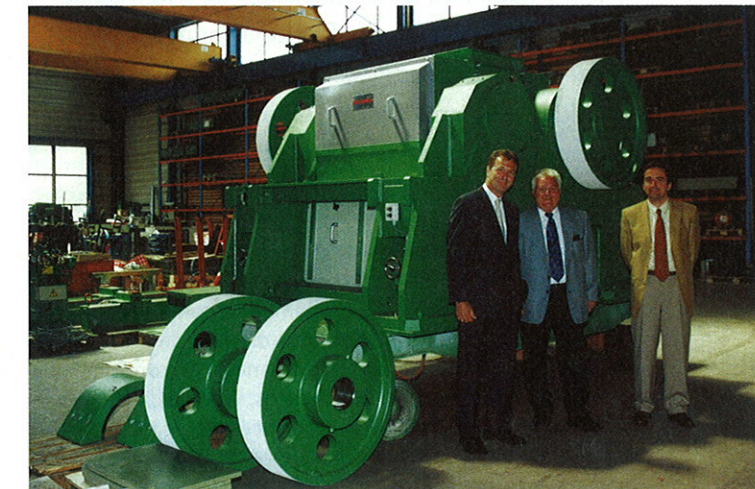
Wolfgang Schübl  
52 años de edad  
Formación profesional: mecánico  
Estudio universitario en Essen en la facultad de construcción de maquinaria. Licenciatura (1975)  
Estudio de Business Administration y obtención del MBA en el College of William and Mary de Williamsburg/Virginia (1990)  
Último cargo: presidente de la junta directiva de Weidmüller AG/Detmold  
Desde el 1 de noviembre de 2000: miembro de la junta directiva de Händle GmbH  
Desde 1 de enero de 2002: gerente general de Händle GmbH

**ZI:** Ustedes disponen de un laboratorio técnico muy bien equipado y que en el pasado se dedicó intensamente al desarrollo de nuevos productos. ¿Cómo utilizarán ahora esos equipos técnicos?

**Schübl:** El laboratorio técnico seguirá jugando un papel esencial. A partir de ahora, nuestra labor de desarrollo se concentrará más en el logro de la meta principal de nuestra empresa, es decir, en «crear formas con arcilla». Además de realizar un trabajo de desarrollo interno, seguiremos estando al servicio de nuestros clientes, por ejemplo, para asesorarlos en materia de optimización de la masa.

**ZI:** Sr. Schübl, Sr. Königer y Sr. Heintel, gracias por habernos concedido esta interesante entrevista. Les deseamos mucho éxito al implementar el nuevo sistema de ventas.

La conversación fue sostenida por la redactora de Zi, Anett Fischer.



Wolfgang Schübl, Rolf Königer y Dietmar Heintel (de la izquierda a la derecha) delante de una laminadora fina tipo WFZH 8120d en la sala de montaje



## Desarrollo de nuevos modelos de tejas mediante sistemas 3-D

Hoy en día se utilizan tecnologías tridimensionales para diseñar nuevos modelos de tejas. En el artículo se describe paso a paso la configuración de un nuevo modelo, empezando por el trabajo de desarrollo, pasando por el diseño y la fabricación y llegando hasta su utilización. La fase de desarrollo se describe recurriendo al ejemplo de la creación de un modelo nuevo para la fábrica de tejas Meyer-Holsen. Entretanto ha quedado demostrada la eficiencia y fiabilidad de la aplicación de sistemas de tres dimensiones para confeccionar primero modelos de resina artificial y luego tejas de muestra obtenidas mediante herramientas experimentales para pensar tejas en las fábricas de ladrillos.

Al desarrollar nuevos modelos de tejas se combinan las tecnologías más modernas con conocimientos bien fundamentados en la materia. Mediante sistemas de construcción tridimensional se preparan los primeros diseños de la teja y sus posibles modificaciones. De esta manera se consigue una solución óptima en términos técnicos. Además, así se pueden comprobar de antemano las características de la teja en lo que se refiere a su encaje, apilamiento, holgura, posición en el soporte de tejas secas y propiedades de guiado del agua. Con este método, los fabricantes de tejas tienen la posibilidad de crear tejas de diseño diferente e individual. La representación en tres dimensiones de una teja, de un conjunto de cuatro tejas y de una superficie completa permite el desarrollo de un modelo estableciendo una cooperación con el fabricante.

El trabajo de desarrollo tiene por objetivo ofrecer al fabricante todos los medios necesarios para producir económicamente

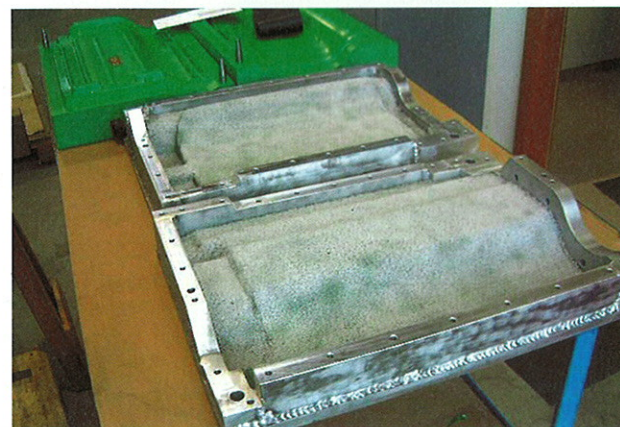


Fig. 1: Un modelo de teja para ensayos de prensado

\* Tegulas GmbH, CH-8575 Bürglen

Daniel Imhof\*

tejas de alta calidad. La teja es lo principal y las herramientas para su fabricación son un medio auxiliar para obtener los resultados deseados. Mediante el trabajo de investigación, desarrollo y diseño se elabora un producto hecho a medida para cada fabricante. El proceso incluye la colaboración con diversas partes, entre ellas institutos de investigación y diseñadores de productos industriales.

### La fase de desarrollo

El cliente es asesorado ya durante la fase de desarrollo para ir disipando dudas y solucionando problemas. Por ejemplo, se llevan a cabo estudios de viabilidad, se ofrecen informaciones sobre los modelos, se tratan posibles problemas y dificultades que pueden surgir durante la fabricación y se hacen propuestas para optimar el proceso de producción. Una parte del trabajo de desarrollo consiste en diseñar sistemas de soporte de las tejas durante el proceso de secado, ya sea recurriendo a sistemas existentes o diseñando sistemas nuevos.

Antes de iniciar un proyecto es importante analizar las experiencias acumuladas con modelos y sistemas de fabricación ya existentes. Otro aspecto importante está determinado por las limitaciones que posiblemente dicta la materia prima disponible. Por ello es indispensable conocer las características del material.

El cliente recibe constantemente informaciones por e-mail sobre las posibles soluciones y sus variantes, incluyendo datos sobre el proceso de fabricación y la comercialización del producto. Las propuestas se valoran, se debate sobre posibles modificaciones y, a continuación, sigue el trabajo de desarrollo. En la siguiente fase se preparan tejas modelo de resina artificial o herramientas experimentales sencillas, según proceda. Con estas herramientas se puede simular la producción utilizando las instalaciones existentes en la fábrica. En la fig. 1 se muestra el prensado de un modelo de teja. En la fig. 2 se aprecia el mismo modelo, aunque de yeso moldeado.

Este método de una producción de prueba ha demostrado tener éxito, especialmente tratándose de una teja de diseño nuevo, ya que ofrece las siguientes ventajas:

- Posibilidad de analizar todos los detalles del proceso de fabricación



Fig. 2: La teja de la fig. 1, moldeada en yeso

- Posibilidad de verificar si la nueva teja tiene zonas problemáticas o si pueden surgir dificultades en la operación de prensado
- Posibilidad de evaluar la estructura geométrica de la teja y el cumplimiento de las condiciones técnicas (por ejemplo, la curvatura), tal como se muestra en la fig. 3. (Diversos modelos tienen una curvatura cóncava o convexa en las partes laterales, por lo que su forma es ligeramente abombada. De esta manera se consigue que las tejas obtengan una forma rectangular cuando se someten al proceso de cocción)

Es importante conocer estos datos básicos, ya que redundan en correcciones de las estructuras de las herramientas. Cualquier modificación posterior cuesta más tiempo y resulta costosa.

Otra ventaja de las tejas modelo consiste en que con ellas se puede tejar un techo modelo para evaluar el resultado, comparando las características estéticas y técnicas del tejado con las metas definidas anteriormente. Los expertos en marketing, fabricación y desarrollo analizan críticamente el nuevo modelo para solucionar temas pendientes y, a continuación, se realizan las pruebas necesarias con las tejas. En esta fase se toman las últimas decisiones detalladas que incidirán en la fabricación definitiva. Compartiendo los ensayos y las evaluaciones con el cliente, se crean condiciones óptimas para el inicio del diseño y construcción de las herramientas necesarias. Con este procedimiento se evitan sorpresas desagradables al poner en funcionamiento las herramientas. De este modo, tanto el fabricante de tejas como los encargados de desarrollar los modelos se benefician del elevado grado de seguridad que ofrece todo el proceso.

### Desarrollo de modelos para la fábrica de tejas Meyer-Holsen

En el artículo se explica el trabajo de desarrollo recurriendo al ejemplo de un proyecto en curso en la fábrica de tejas Meyer-Holsen de Hüllhorst.

En una primera reunión se habló sobre las ideas, las condiciones que debe cumplir el producto y las condiciones generales existentes. Condiciones definidas en dicha reunión:

- La estética del producto debe corresponder a las tejas de encaje longitudinal
- Ancho: 330 mm hasta 355 mm, margen de desplazamiento: 25 mm
- Cantidad: inferior a 13 tejas por m<sup>2</sup>
- El nuevo modelo debe pensarse utilizando los moldes de un modelo de teja ya existente



Fig. 4: Fases de desarrollo: ejemplo del conjunto de cuatro tejas

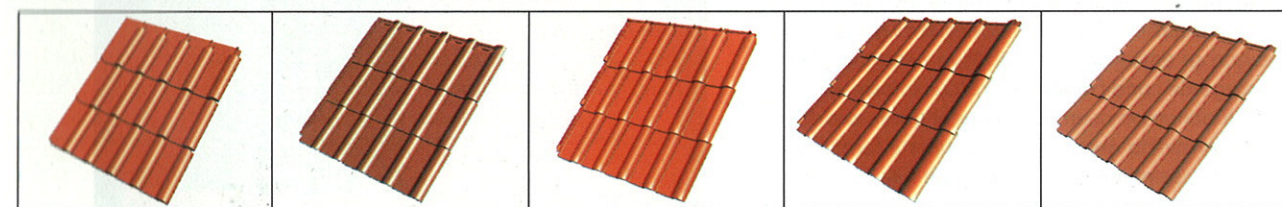


Fig. 5: Fases de desarrollo: superficie tejada

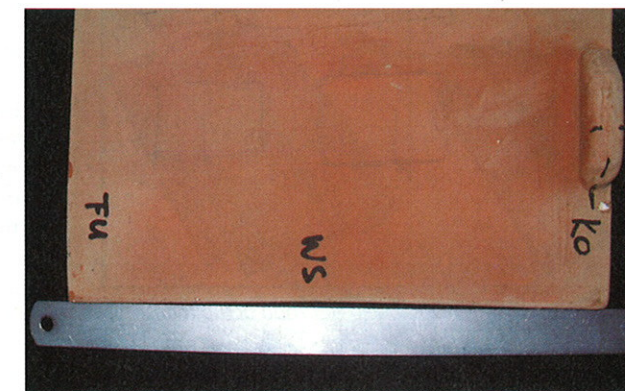


Fig. 3: Teja seca con arqueado

- El nuevo modelo debe caber en los cartuchos H existentes y, de ser posible, debe permitir el uso de los soportes existentes para las tejas secas

El nuevo modelo, diseñado como teja de encaje longitudinal, se obtuvo sobre la base de una teja ya existente y tiene las mismas separaciones y los mismos puntos de apoyo para los elementos de soporte para las tejas secas y sometidas a cocción. La primera fase de desarrollo se centró en las condiciones antedichas. En esta fase de desarrollo se dio especial importancia a los criterios estéticos.

La primera solución propuesta no fue satisfactoria. Por ello, Meyer-Holsen decidió aplicar criterios menos rígidos. En primer lugar se renunció a la utilización de los medios empleados para la fabricación de la teja ya existente. En segundo término se optó por prescindir de los soportes existentes para las tejas secas. Ello fue necesario porque el nuevo modelo previsto exigía soluciones más sofisticadas. Utilizando métodos de diseño en tres dimensiones fue posible obtener la solución óptima para conjugar un escalonamiento mínimo entre las tejas, el desplazamiento necesario, el encaje y la diferencia de altura visible entre el punto más bajo y el más alto del pliegue. Estos criterios se tuvieron en cuenta al seguir desarrollando nuevas variantes. Este procedimiento concluyó solo cuando se cumplieron las exigencias planteadas por los expertos en marketing y fabricación.

Transcurrieron cinco fases de desarrollo hasta que se obtuvo el modelo definitivo de la teja. El resultado fue un documento que incluyó la descripción del cumplimiento de las metas antes definidas y en el que se reflejó el profundo y detallado conocimiento que todos los involucrados aportaron. El nuevo modelo consideró debidamente los posibles problemas y difi-





Fig. 6: Ambos lados del modelo de teja utilizado actualmente

cultades que podrían surgir durante el proceso de fabricación. Para ello se analizaron empíricamente los datos acumulados por los encargados del desarrollo del modelo. En las figs. 4 y 5 se muestra el transcurso de los trabajos de desarrollo mediante sistemas de tres dimensiones (conjunto de cuatro tejas y la superficie del techo).

En la siguiente fase se fabricó una herramienta auxiliar para la producción en la prensa rotativa, obteniéndose la primera teja en presencia de los encargados del desarrollo del modelo. Se registraron todos los datos relacionados con los procesos de secado y cocción para evaluarlos a continuación. Al mismo tiempo se dejó secar una teja a temperatura ambiente, recopilando los datos de mayor relevancia. Esta teja ofrecía un buen aspecto en términos estéticos, a diferencia de las tejas de prueba que habían pasado por el proceso de fabricación normal. Los mayores problemas surgieron durante el proceso de secado, ya que una parte del pliegue para escurrimiento del agua se arqueó 20 mm hacia arriba. Por teléfono se habló sobre las posibles soluciones. A continuación se realizaron los cambios correspondientes mediante dibujos técnicos. Meyer-Holsen se encargó de efectuar los cambios en los modelos de yeso.

A continuación se llevaron a cabo más ensayos. Los resultados fueron mejorando, aunque todavía no resultaron satisfactorios del todo. En consecuencia, fue necesario organizar una reunión en la que se habló sobre todos los cambios que afectarían a la teja y al soporte de los productos secos. En dicha reunión se analizaron los resultados obtenidos en todos sus detalles. Recurriendo a una teja aún no del todo seca fue posible estudiar las posibles causas de la deformación no deseada durante el proceso de secado. A continuación se aplicaron las medidas correctivas necesarias y se realizaron más ensayos. La modificación consistió en cambiar radicalmente el dorso de la teja, consiguiéndose un resultado positivo. Durante una última reunión se corrigieron detalles del modelo y se aprobó la construcción de las herramientas necesarias para fabricar las tejas. En la fig. 6 se aprecian los dos lados del modelo de teja y en la fig. 7 se muestra una superficie cubierta con las tejas.

#### La construcción

En esta fase se utilizaron únicamente el sistema de diseño en tres dimensiones. El sistema informático compuesto del hardware y del software más moderno constituye una red que incluye hasta la parte de fabricación. En esta red informática, los clientes se benefician de las informaciones que reciben mediante los modelos en tres dimensiones, incluyendo dibujos técnicos que se envían por e-mail. Para cada encargo se prepara un pliego de condiciones que incluye informaciones y criterios que se tienen en cuenta durante el proceso de construcción. En el proyecto que se describe, tales informaciones ofrecidas al cliente se refirieron al modelo de teja, a las prensas, a los sistemas de transporte, al soporte para los productos secos y a las herramientas.

El modelo de la teja constituye la base para la labor de la configuración de las herramientas. Este trabajo se empieza una

#### El pliego de condiciones

**Informaciones sobre la máquina:** Fabricante de las máquinas, tipo de máquina, posición de la teja en el tambor

**Informaciones sobre las herramientas:** Forma de los moldes y de los marcos, molde superior e inferior, cabezal de aspiración

**Informaciones sobre la teja:** Masa (húmeda), densidad de la pasta, curvaturas, pliegue de separación, grado de contracción, holguras, ancho, cantidad de tejas por m<sup>2</sup>, encaje, posibilidades de colocación, taladro para clavos, radios, apilamiento, denominación de la teja

**Informaciones generales:** Este procedimiento garantiza un cumplimiento eficiente y correcto del pedido. Utilizando una cámara digital es posible adjuntar al proyecto imágenes de las herramientas y máquinas y, también, de la infraestructura disponible. De este modo, el departamento de diseño y construcción dispone de una gran cantidad de informaciones complementarias importantes.

vez que se solucionan los siguientes puntos:

- ▶ Características de la teja individual: estructura básica de acuerdo con las últimas informaciones sobre el modelo de la teja y sus propiedades técnicas

- ▶ Análisis de las secciones a una distancia de pocos milímetros (fig. 8)

- ▶ Evaluación de las tejas apiladas y colocadas en el tejado (fig. 9)

- ▶ Encaje óptimo en las zonas de guiado de agua, cobertura, cabeza, pie y esquinas (esquina de cuatro tejas)

Una vez aprobado el diseño, se procedió a fabricar todos los componentes de las herramientas. Utilizando un sistema desarrollado especialmente para este propósito, todas las partes se rigieron por la forma de la teja de referencia. Recurriendo a estos datos, fue posible, por ejemplo, modificar el arqueo en la zona del pliegue vierteaguas de 1,5 mm a 2,0 mm. Al término del proceso se realizaron todas las modificaciones necesarias de las piezas correspondientes, como por ejemplo el molde con bastidor, el listón del borde, el cabezal de aspiración incluyendo la placa de aspiración y las cuchillas y, también, los dibujos técnicos.

Durante esta fase el cliente recibió por e-mail los detalles de cada uno de los grupos de piezas para efectuar las adaptaciones necesarias. El diseño de las herramientas depende de los datos que ofrece el sistema de tres dimensiones y de las posibilidades que ofrece la técnica de fabricación más avanzada. De este modo se obtuvieron nuevas formas constructivas para los diversos componentes. El cabezal de aspiración, por ejem-



Fig. 7: Superficie modelo tejada

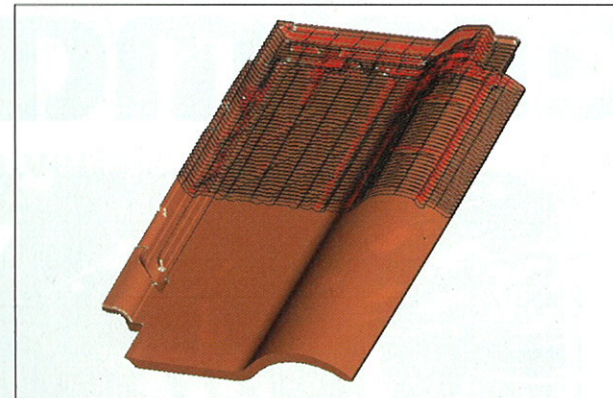


Fig. 8: Modelo de un control de sección

plo, fue modificado completamente en el transcurso de un año. Características del primer sistema considerado en el proyecto: para evitar que la arcilla se adhiriera a las cuchillas, fluye una corriente desde la placa de aspiración hacia las cuchillas pasando por la teja. De esta manera, las cuchillas están completamente aisladas del cuerpo de base mediante una capa entre el cuerpo y las cuchillas. Los tornillos de fijación de las cuchillas también están aislados. Se trató de un proceso complicado y costoso en el que el cuerpo de base suele ser de fundición de aluminio. Ello significó que la definición del proceso de fabricación implicó la participación primero de diseñadores de modelos, a continuación de expertos en fundición, luego nuevamente intervinieron los diseñadores de modelos y finalmente trabajaron los expertos en los sistemas mecánicos de fabricación. Con este procedimiento, los costos de fabricación resultaron relativamente altos, previéndose que el proceso de fabricación duraría demasiado tiempo y que, por lo tanto, los plazos de entrega resultarían demasiado largos. Por ello se optó por el nuevo sistema tipo «sandwich»: las cuchillas se montan directamente en una placa de aluminio. Encima y debajo de ella hay una capa de material que asume la función de aislamiento frente a la placa de soporte de aluminio. Las piezas se obtienen mediante corte por chorro de agua y en la sección mecánica se procede a su montaje. Este sistema modular permite el equipamiento opcional de una placa de aspiración, de la unidad de soporte de cuchillas, de las cuchillas propiamente dichas y de un sistema de lubricación de las cuchillas.

La meta del trabajo de desarrollo consistió en reducir los costos de fabricación manteniendo la calidad del producto o, incluso, mejorándola. Además, también se procuró que las herramientas sean más fáciles de usar. El nuevo sistema de cabezal de aspiración es más liviano y, por ello, su manipulación es más sencilla y aplica una carga menor en las prensas. Los equipos opcionales antes mencionados pueden montarse posteriormente. El encargado de desarrollar los modelos se ocupa de establecer el contacto con los proveedores incluidos en el proyecto.

El sistema obtenido de esta manera se adapta a los requisitos específicos planteados por los expertos en materia de fabricación, quienes reciben imágenes en dos y tres dimensiones, dibujos técnicos, gráficos de despiece y listas de piezas para el montaje. Estas listas se van confeccionando automáticamente durante el proceso de diseño y construcción.

#### La fabricación

Una de las partes más importantes del proceso consistió en la fabricación «virtual». En esta fase se produjo una cooperación

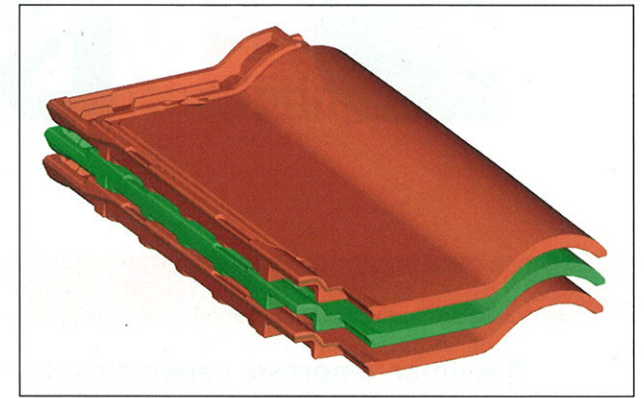


Fig. 9: Evaluación de tejas apiladas y en el tejado

entre varias empresas suizas y alemanas, especializadas en los siguientes sectores:

- ▶ Construcción de modelos

- ▶ Fundición

- ▶ Procesos de fabricación mediante rayos láser

- ▶ Procesos de fabricación mediante chorro de agua

- ▶ Procesos de fabricación mecánica

Todas las empresas involucradas en el proyecto dispusieron de los medios técnicos más avanzados. Así se garantizó un procesamiento efectivo y eficiente de los datos obtenidos durante la fase de diseño y construcción. Además, todas las informaciones se enviaron de tal modo que se facilitó una rápida producción. Los productos semiacabados pasaron a la sección mecánica, donde se procedió al montaje final de todos los componentes. Las piezas de recambio, los consumibles y el servicio de actualización del sistema se ofrecieron de una sola mano. El moderno método de la fabricación «virtual» permitió conjugar competencia profesional, conocimientos en materia de tecnologías avanzadas, alto rendimiento y la confianza entre todos los involucrados en el proyecto.

#### Puesta en funcionamiento

Durante la puesta en funcionamiento de las herramientas se obtuvieron importantes informaciones y datos. El servicio también incluyó la definición de la sección óptima de las barras, ya que disponiendo de una sección óptima de la barra, el material se distribuye de modo óptimo; de esta manera es posible reducir el peso de la barra y se reduce el material excedente.

Los operarios que atienden las máquinas y que trabajan día a día con arcilla y herramientas, son una importante fuente de información para los encargados de desarrollar modelos y herramientas. La pregunta que se plantea en todas las secciones, desde la sección de modelos de yeso hasta la sección de mantenimiento de las instalaciones, es la siguiente: ¿está satisfecho con la ejecución y la manipulación del producto?

Cada conjunto de herramientas constituye un prototipo, lo que significa que no se trata de un producto de serie. Ningún proyecto es capaz de ofrecer una seguridad al cien por cien. Sin embargo, la meta consiste en acercarse lo más posible a ese estado óptimo. Al prensar el primer producto, es importante evaluar el resultado obtenido y que todos los involucrados decidan sobre las posibles medidas de corrección necesarias. Además, también es recomendable entregar un producto acabado de prensar a su lugar de origen, es decir, a la oficina que inició el diseño del proyecto, ya que si todos participan en cada una de las fases, aumenta la motivación, lo que redundará en el éxito de los proyectos futuros. ■