

Publicación profesional para fabricantes de piezas de hormigón, hormigón armado y fabricantes de equipos e instalaciones de producción

Revista técnica para os fabricantes de elementos de betão e betão armado e para a construção de máquinas e instalações

**bau | | verlag**  
We give ideas room to develop

## Nosotros le damos forma al hormigón



CANADA USA FRANCE GERMANY NETHERLANDS MIDDLE EAST RUSSIA CHINA

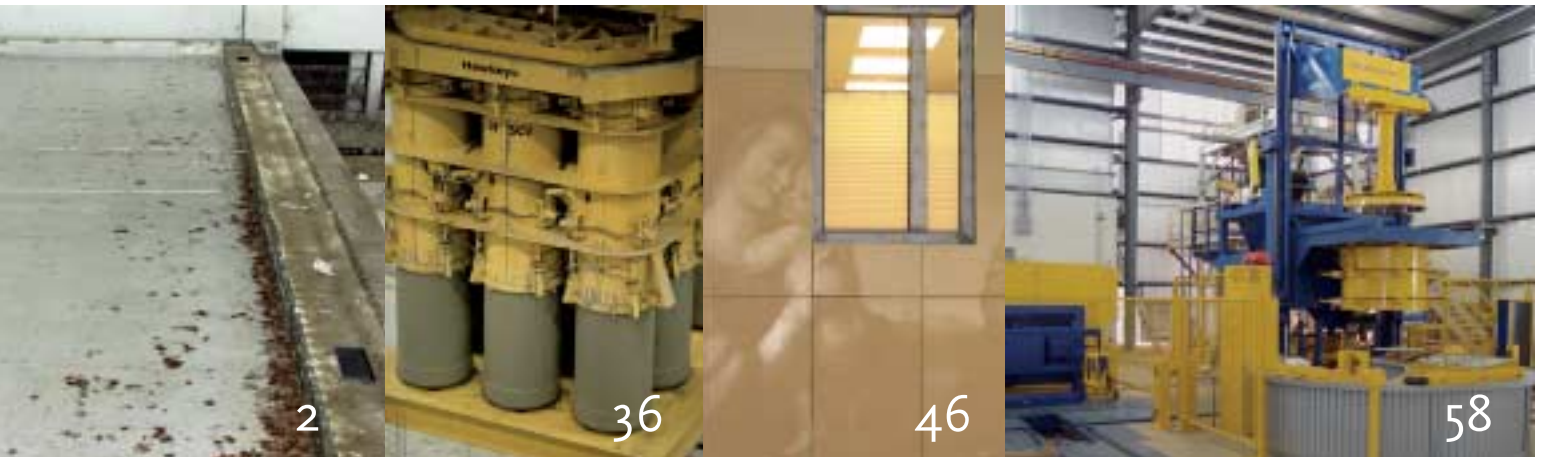
### Éxito por tecnología y servicio



- ▲ Máquinas para la fabricación de bloques de hormigón
- ▲ Tratamiento de productos
- ▲ Máquinas para la fabricación de tubos de hormigón
- ▲ Sistemas para la mezcla de hormigón
- ▲ Industria AAC
- ▲ Sistemas de mantenimiento
- ▲ Fabricación de moldes



**HESS**  
GROUP



● **Producción  
Produção**

Formación de óxido –  
Causas y medidas para  
evitarla  
Formação de ferrugem  
– Causas e medidas  
de prevenção

● **Tuberías de hormigón  
Condutas de betão**

Fabricación de  
tuberías de hormigón  
de superlativos  
Produção de  
condutas de betão  
de superlativos

● **Producción hoy  
A produção  
actualmente**

Producción de  
losas arquitectó-  
nicas  
Produção para  
pranchas de  
construção  
arquitectónica

● **Producción hoy  
A produção  
actualmente**

La magia de Foley Products Company  
A Foley Products Company efectua novas  
habilidades com Magic



**Edición española/Edição portuguesa  
Concrete Plant + Precast Technology**

● **Producción/Produção**

2 Formación de óxido sobre encofrados de acero en  
el área de elementos prefabricados

Formação de ferrugem nas cofragens do aço na  
área dos elementos pré-fabricados de betão

Eckhard Bohlmann, Peter Boos, Reiner Hårdtl

● **Manipulación/Manuseio**

12 Audrey, Susie, Petra, Patricia, Yessica, Anna,  
Sabrina y los trozos de torta

Audrey, Susie, Petra, Patricia, Yessica, Anna,  
Sabrina e as fatias de um bolo

Robert van Baarsel, Franz-Josef Papen

24 El reformateado de bloques de hormigón –

una parte muy especial del proceso de producción  
Reformatar blocos de betão – uma parte muito  
especial do processo de fabrico

Günter Becker

● **Tuberías de hormigón/Condutas de betão**

36 Fabricación de tuberías de hormigón de superlativos  
Produção de condutas de betão de superlativos

Günter Becker

● **BFT Noticias**

44 Eventos

● **Producción hoy/A produção actualmente**

46 Producción de losas betoShell®

Produção das pranchas da betoShell®

52 Producción de adoquines en Ceda Spa de Mareno

Produção de blocos de pavimentação na Ceda Spa  
em Mareno di Piabe

58 La magia de Folex Products Company

A Foley Products Company efectua novas  
habilidades com Magic

60 La producción de hormigón de Largo Cem

para la Exposición Internacional de 2008  
Produção de betão para a Exposição Mundial  
de 2008 pela Largo Cem

● **Servicio/Serviço**

64 Pie de imprenta/Impressão

**Redacción/Redacção**

Fax: +49 5241 8094115  
bft@springer.com

Dipl.-Ing. Martina Borghoff  
Tel.: +49 5241 8089363  
martina.borghoff@  
springer.com

Dipl.-Ing. Andrea Janzen  
Tel.: +49 5241 8089103  
andrea.janzen@  
springer.com

**Publicidad/Publicidade**

Fax: +49 5241 8060660

Jens Maurus  
Tel.: +49 5241 8089278  
jens.maurus@  
springer.com

Andrea Krabbe  
Tel.: +49 5241 8089393  
andrea.krabbe@  
springer.com

## Formación de óxido sobre encofrados de acero en el área de elementos prefabricados

### Causas y medidas para evitarla

## Formação de ferrugem nas cofragens do aço na área dos elementos pré-fabricados de betão

### Causas e medidas de prevenção

#### Autores



Ing. dipl. Eckhard Bohlmann al finalizar sus estudios en la Universidad de Weimar, ocupó diferentes puestos en la industria de materiales de construcción y el ámbito de la investigación sobre materiales de construcción. Desde 1990 trabaja en HeidelbergCement AG. En 1994 fue nombrado director del departamento de Consultoría en construcción y en 1995, director del departamento de Técnicas de aplicación. En 1999 fue nombrado procurador como director del departamento de Hormigón y Aplicaciones del Heidelberg Technology Center. Desde 2004 es responsable del área de Desarrollo y aplicación de HeidelbergCement AG, oeste de Centroeuropa.

La excepcional preservación del material de construcción hormigón armado se basa en la protección por regla general dada del acero incorporado al hormigón. Esta resistencia es atribuible al elevado valor pH de la disolución de poros del hormigón, en el que se forma una capa de pasivado estable sobre el acero. En contrapartida al acero de armadura que forma un enlace directo con el hormigón, en los encofrados de acero en la producción de elementos prefabricados, no existe en función del empleo de desmoldantes un contacto directo entre hormigón y la superficie del encofrado de acero. La ocasional aparición de óxido sobre los encofrados de acero en el área de elementos prefabricados en combinación con hormigón es por ello otra forma de la corrosión.

En plantas de elementos prefabricados por regla general se emplean encofrados de acero, debido a que son más resistentes así como reutilizables y posibilitan durante la producción superficies de hormigón especialmente lisas. Sobre estas mesas de acero se forman ocasionalmente óxido rojo pardusco durante el proceso de fraguado. Cuando el óxido se precipita sobre la superficie de hormigón se muestran al levantar, coloraciones en forma de manchas marrones (Fig. 1). Especialmente

A excelente e comprovada tecnologia do betão reforçado baseia-se na protecção do aço embutido no betão. Este efeito protector resulta do elevado valor de PH da solução dos poros no betão, que qual se forma uma camada de passivação estável sobre o aço. Enquanto que o aço de reforço faz uma ligação directa com o betão, não existe contacto directo durante a produção de elementos pré-fabricados entre a superfície da cofragem de aço e o betão, devido à utilização de agentes desmoldantes. Por isso, a ferrugem ocasional formada nas cofragens de aço na produção de elementos pré-fabricados representa um tipo de corrosão diferente.

As cofragens de aço são usadas vulgarmente nas fábricas de elementos pré-fabricados de betão, porque são robustas e podem ser usadas repetidamente e permitem a produção de unidades de betão com superfícies especialmente lisas. Nestas mesas de aço forma-se, ocasionalmente, uma ferrugem castanha avermelhada durante o endurecimento do betão. Quando esta ferrugem se precipita na superfície do betão, aparecem descolorações castanhas com manchas (Fig. 1). Estas descolorações provocam deteriorações ópticas, especialmente nas superfícies de betão à vista, cuja eliminação (recti-



Fig. 1 Atrás de levantamiento de elemento prefabricado, manchas de enrejado se tornan visible (a lado izquierdo) que se forman, negativamente, al superficie del elemento (a lado derecho).

Fig. 1 Após o levantamento de um elemento pré-fabricado de betão, tornam-se visíveis as manchas de ferrugem na cofragem de aço (lado esquerdo), que se formam, negativamente, na superfície do elemento pré-fabricado (lado direito).

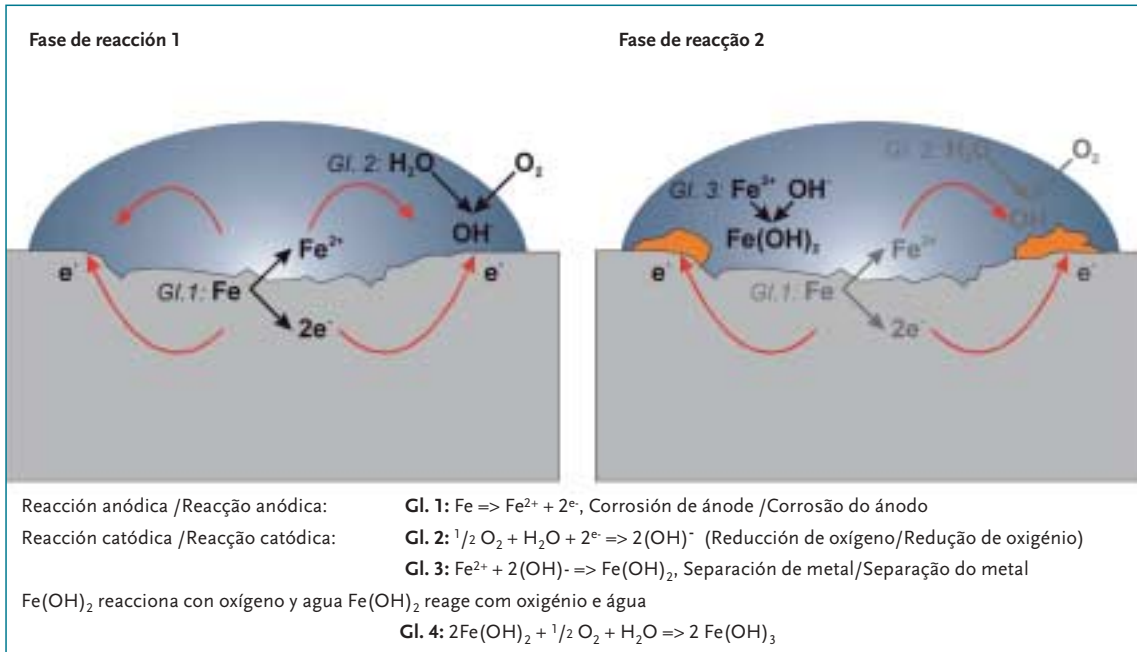


Fig. 2 Fases de Reacción de la formación de enrejado so una gota de agua [3].

Fig. 2 Fases de reacção da formação de ferrugem sob uma gota de água [3].

en superficies de hormigón a la vista estas coloraciones conducen a una merma óptica cuya eliminación (esmerilado/emplastado) significan costes adicionales para las plantas de elementos prefabricados. En este artículo se discuten posibles y conocidas causas para la oxidación de los encofrados de acero y se presenta un procedimiento de comprobación que permite la investigación de causas tecnológicas del hormigón.

### Mecanismos fundamentales de corrosión de hierro

El concepto de corrosión define el ataque sobre un material que conduce a un empeoramiento de las propiedades hasta su destrucción [1]. Las causas para una corrosión de metal así como las apariciones de corrosión resultantes son múltiples. De este modo, por ejemplo se diferencia entre corrosión por contacto, corrosión en fisuras, corrosión por picadura, corrosión selectiva etc. [1, 2, 3, 4, 12].

La corrosión de hierro [o bien acero] es un procedimiento electroquímico. El hierro se oxida ante la presencia de agua y oxígeno. La corrosión del metal (disolución) se produce en el punto con el potencial más electronegativo. Aquí los iones de metal de la superficie penetran en la solución y al coincidir con iones de hidróxido se precipitan como hidróxido de hierro (Fig. 2). Los minerales de hierro oxidados resultantes (hematita, magnetita y limonita) se forman dependiendo de la temperatura y la humedad del aire. Condicionado por una continua recristalización no resulta ninguna capa de protección de óxido permanente que inhiba continuar con la corrosión [3]. Para evitar la corrosión sirven recubrimientos de protección como grasa lubricante, pintura u otros metales que impidan el acceso de aire y humedad del hierro.

ficação e recondicionamento com espátula) significa custos adicionais para as fábricas de elementos pré-fabricados de betão. Neste artigo, discute-se uma série de causas possíveis e conhecidas que provocam a oxidação das cofragens de aço e apresenta-se um método de teste com o qual podem ser investigadas as causas tecnológicas específicas do betão.

### Princípio do mecanismo de corrosão do ferro

O termo corrosão define o ataque a um material que conduz à deterioração de propriedades até ao ponto de destruição [1]. As causas da corrosão do metal e a corrosão resultante podem assumir muitas formas, p. ex., corrosão por contacto, corrosão em fissuras, corrosão localizada, corrosão selectiva, etc. [1, 2, 3, 4, 12].

A corrosão em picaturas (ou aço) é um processo electroquímico. O ferro oxida na presença da água e do oxigénio. A corrosão do metal (dissolução) ocorre no local com o potencial electronegativo mais elevado. Aqui, os iões de metal libertam-se da superfície para a solução e, ao colidirem com os iões de hidróxido, precipitam-se como hidróxido de ferro (Fig. 2). Os minérios de ferro resultantes (hematite, magnetite e limonite) formam-se dependendo da temperatura e da humidade do ar. Devido à constante recristalização, não se pode formar uma camada de ferrugem protectora permanente para evitar a corrosão subsequente [3]. A corrosão é evitada com revestimentos protectores, tais como óleo lubrificante, verniz ou outros metais que impedem que o ar e a humidade entrem em contacto com o ferro.

### Causas de formação da ferrugem na cofragem de aço

O aparecimento de ferrugem na cofragem de aço nas fábricas de elementos pré-fabricados pode assumir formas completamente diferentes. Enquanto que algu-



El Dr. Peter Boos estudió mineralogía en la universidad WWU de Münster (Alemania), donde se doctoró en 2002 con una tesis sobre la utilización de materiales ligados con cemento en el sector del agua potable. Durante cuatro años cumplió tareas como becario de Gerd Wischers en el Instituto de investigación de la industria del cemento en Düsseldorf. Desde 2002 trabaja como Senior Engineer Material Technology en el Heidelberg Technology Center de HeidelbergCement AG en el ámbito de la técnica del hormigón.



El Dr. Ing. Reiner Hårdtl estudió ingeniería civil en la universidad RWTH de Aachen (Alemania). En 1994 se doctoró en el Instituto de investigación sobre la construcción (ibac) con la tesis sobre «El uso de ceniza volátil en el hormigón». En ese instituto fue nombrado más tarde director del departamento «Agentes ligantes y hormigón». En 1996 se trasladó a Heidelberg para trabajar en HeidelbergCement AG. Como R&D Coordinator del Heidelberg Technology Center, una de sus tareas es coordinar los trabajos de investigación y desarrollo de todo el Grupo, así como encargarse de la transferencia de conocimientos interdisciplinarios. Es miembro de numerosos comités de técnica y normalización tanto en Alemania como en otros países.

### Causas para la oxidación de encofrados de acero

Las apariciones de óxido sobre encofrados de acero en la planta de elementos prefabricados pueden resultar de forma totalmente diversa. De este modo las mesas de encofrado en algunos casos se oxidan superficialmente, en otros son los puntos de oxidación están alineados como en una cuerda o se presentan puntos de óxido sólo en la zona periférica de las mesas de encofrado cerca de los apoyos transversales. Frecuentemente se presenta óxido de forma periódica en diferentes épocas del año y luego vuelven a desaparecer. Las apariciones de óxido pueden ser asignadas en la mayoría de los casos a causas determinadas y permiten ser divididas por grado de importancia como sigue:

- » Causas medioambientales
- » Causas técnicas de proceso
- » Causas tecnológicas del hormigón

En los siguientes apartados se discuten primero algunas causas medioambientales y de técnicas de proceso. A continuación se comentan ensayos de laboratorio así como resultados desarrollados con relación a las causas tecnológicas del hormigón.

### Causas medioambientales

#### Formación de agua de condensación

Cuanto más caliente está el aire, más humedad puede absorber. Sin embargo cuando este aire converge sobre superficies más frías, se alcanza y se está por debajo del punto de condensación. El aire se enfría, ya no puede ligar más tanto vapor de agua y alcanza el grado de saturación. Como consecuencia inmediata se forma agua de condensación sobre las superficies «más frías» (Fig. 4).

La oxidación en función de formación de agua de condensación se presenta preferentemente, cuando elementos prefabricados de hormigón fraguan en una cámara calefaccionada o bajo vapor. Típico para esta causa es la formación intensificada de óxido en la zona periférica de los elementos prefabricados, documentada en la (Fig. 3), a una distancia de 40 a 60 cm del apoyo. La formación de agua de condensación debajo del hormigón se hace posible cuando entre la superficie de hormigón y el acero se puede formar una hendidura.



Fig. 3 Formación típica de enrejado a los fines de encofrado y las manchas de enrejado han transferido a la cara de hormigón.

Fig. 3 Formação típica de ferrugem na zona dos grampos transversais e imagem das manchas de ferrugem na superfície de betão.

mas mesas de cofragem oxidam praticamente em toda a superfície, há outras em que as manchas de ferrugem estão alinhadas como pérolas num cordão, ou seja, dispostas em linha. Noutros casos, as manchas de ferrugem ocorrem somente na zona dos bordos das mesas de cofragem, perto dos grampos transversais. Frequentemente, a ferrugem aparece periodicamente em certas estações do ano e desaparece algum tempo depois. O aparecimento de ferrugem pode geralmente ser atribuído a causas específicas, das quais, as mais comuns, podem ser classificadas da seguinte maneira:

- » causas ambientais
- » causas relacionadas com o processo
- » causas relacionadas com a tecnologia do betão.

Nas secções seguintes, descreve-se primeiro uma série de causas relacionadas com o ambiente e o processo. Seguidamente, discutem-se os testes laboratoriais que foram desenvolvidos e explicam-se os resultados referentes às causas tecnológicas relacionadas com o betão.

### Causas ambientais

#### Formação de água de condensação

Quanto mais quente for o ar, maior é a sua capacidade para absorver a humidade. Quando esse ar entra em contacto com superfícies mais frias, o próprio ar arrefece e o ponto de orvalho é finalmente atingido. O ar arrefece e já não pode ligar tanto vapor de água e atinga o ponto de saturação. Como consequência directa disso, a água condensa nas superfícies «mais frias» (Fig. 4).

A ferrugem devido à formação de água de condensação ocorre preferencialmente quando os elementos pré-fabricados são curados numa câmara aquecida ou sob vapor. Típico para esta causa é o padrão documentado na (Fig. 3) que ocorre frequentemente nos bordos dos elementos pré-fabricados, a uma distância aproximada de 40 a 60 cm dos grampos. A água de condensação pode formar-se nos locais em que existe um espaço entre o betão e o aço. Uma causa frequente para o ligeiro levantamento dos elementos pré-fabricados das mesas de cofragem em aço, pode ser atribuída ao levantamento dos bordos do componente de betão que ocorre enquanto o betão está a endurecer, p. ex., devi-



# Le damos forma al hormigón



CANADA USA FRANCE GERMANY NETHERLANDS MIDDLE EAST RUSSIA CHINA

## Éxito por tecnología y servicio



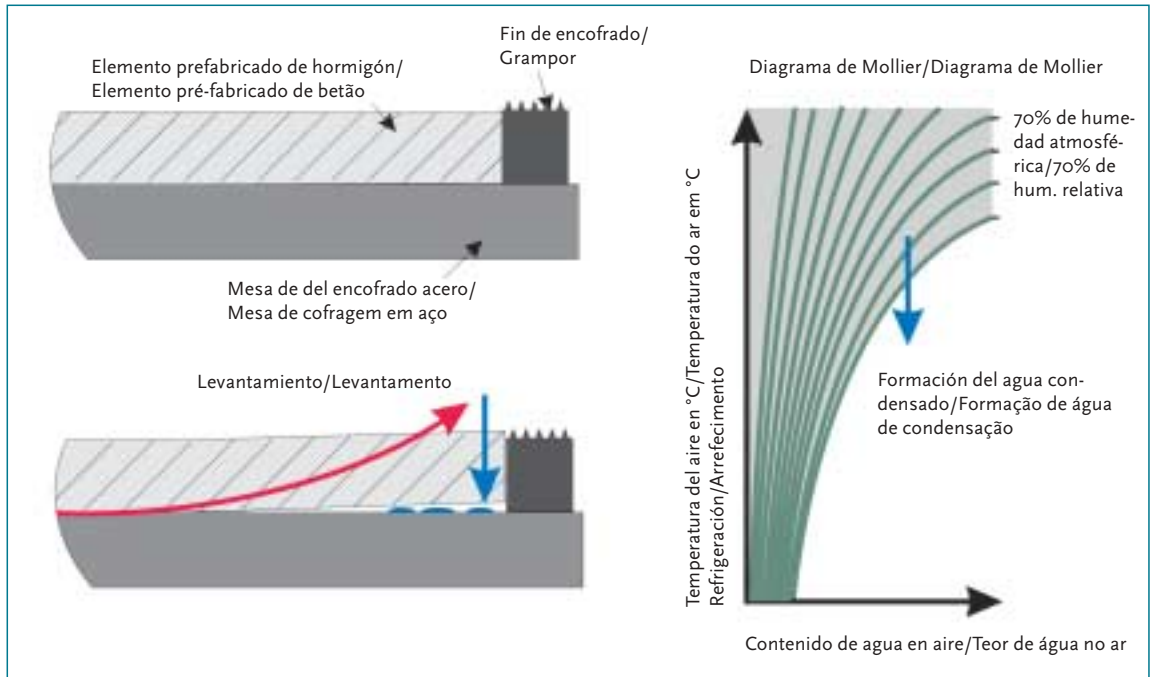
Con un amplio programa de máquinas para la fabricación de elementos y tubos de hormigón, así como hormigoneras y demás maquinaria complementaria que forma parte del mismo, el Grupo Hess es líder global en tecnología en este campo de la fabricación de maquinaria.

La adaptación sin compromiso de técnicas orientadas hacia el futuro, junto con la red de servicio de alto rendimiento en todo el mundo, es la garantía de éxito para nuestros clientes.

- ▲ **Máquinas para la fabricación de bloques de hormigón**
- ▲ **Tratamiento de productos**
- ▲ **Máquinas para la fabricación de tubos de hormigón**
- ▲ **Sistemas para la mescolación de hormigón**
- ▲ **Industria AAC**
- ▲ **Sistemas de manutención**
- ▲ **Fabricación de moldes**



 **HESS**  
G R O U P



**Fig. 4** Presentación esquemática de agua condensada que ha formado abajo de elemento. Los ríncónes del elemento fresco (1) se levantan sobre fin de encofrado (2), creando una grieta. Por la hidratación el hormigón se levanta más que el acero y la grieta va a saturarse con vapor de agua. El superficie mas frío de acero actue al celada del frío, por eso al agua condensa y posiblemente aboqua al enrejadar. Este proceso de formación de agua condensada se puede describir con usar el diagrama de Mollier (3).

**Fig. 4** Representação esquemática da água de condensação por baixo dos elementos pré-fabricados: os componentes de betão acabados de betonar (1) levantam na zona dos grampos (2), criando um espaço. Devido à hidratação do cimento, o betão é aquecido com mais força do que a força com que o aço e o ar são saturados no espaço com vapor de água. A superfície de aço mais fria actua como uma armadilha de frio, fazendo condensar a água na superfície e causar possivelmente ferrugem. O processo de formação da água de condensação pode ser descrito usando o diagrama de Mollier (3).

Como causa frecuente para el reducido levantamiento de los elementos prefabricados de hormigón de las mesas de acero puede valer la presencia de «elevaciones» durante el fraguado por ejemplo por contracciones de secado (Fig. 4). En la formación de hendiduras se rasga la fina capa de desmoldante sobre la superficie del acero de manera que esta zona superficial ya no está protegida por el desmoldante. Debido a que una molécula de agua presenta un diámetro de 0,3 nm alcanzan pocos  $\mu\text{m}$  de formación de hendidura para que se pueda formar una capa de agua sobre el acero.

Debido a la hidratación se incrementa constantemente la temperatura de la pieza. En el momento que se genera una hendidura, la temperatura del hormigón es notablemente mayor que la temperatura del acero. Además la humedad relativa del aire directamente debajo del hormigón es del 100%. En la zona de la superficie de acero se enfría el aire y queda por debajo de la temperatura de condensación de manera que el agua de condensación se precipita. El agua prácticamente pura se condensa sobre el acero que ya no está protegido por el desmoldante y puede disolver iones del polvo superficial de la piedra de hormigón y en caso dado conducir a la oxidación (Fig. 3).

De acuerdo a observaciones, este efecto se intensifica aún más cuando las mesas de acero no apoyan sobre toda su superficie en las cámaras de fraguado, sino las placas quedan en voladizo en las áreas exteriores o al realmacenar en la cámara de fraguado puedan presentar una ligera elasticidad.

do à retracção de secagem (Fig. 4). Quando o espaço se forma, a fina camada do agente desmoldante quebra, de modo que a superfície nesta área já não está protegida pelo agente desmoldante. Como uma molécula de água tem um diâmetro de apenas 0.3 nm aprox., uma fissura com apenas alguns  $\mu\text{m}$  é suficiente para permitir que se forme uma camada de água no aço.

O calor da hidratação faz com que a temperatura nos componentes aumente constantemente. Logo que um espaço se abrir, a temperatura do betão é nitidamente superior à temperatura do aço. Além disso, a humidade relativa directamente por baixo do betão é de 100%. O ar é arrefecido à volta da superfície do aço e cai abaixo da temperatura do ponto de orvalho, o que faz precipitar a água de condensação. A água praticamente pura condensa no aço que já não está protegido pelo agente desmoldante e pode dissolver os iões do fino pó de betão superficial, o que pode resultar em formação de ferrugem (Fig. 3).

Com base nestas observações, este efeito continua a aumentar quando as mesas de aço nas câmaras de secagem não estão apoiadas em toda a superfície, de modo que as placas de betão se vergam para fora das áreas exteriores ou saltam ligeiramente quando são movimentadas à volta da câmara de secagem.

### Causas relacionadas com o processo

#### 1. Correntes de fuga e contacto com metais mais nobres

O contacto com metais, particularmente os metais mais nobres, é uma das causas conhecidas que favorecem a

## Causas técnicas de proceso

### 1. Corrientes de fuga y el contacto con metales más nobles

El contacto ante todo con metales más nobles es conocido como causa promotora de la corrosión en metales. En la planta de elementos prefabricados el empleo de imanes puede promover la oxidación de las mesas de acero. A través de los imanes se vuelcan boca abajo los apoyos y se posicionan sobre las mesas de acero. Los imanes pueden, ante todo con un compuesto acuoso, promover el óxido del acero de construcción menos noble de las mesas.

Esencialmente con referencia a los apoyos magnéticos también podría ser el desarrollo de la producción. Cuando los apoyos magnéticos ya se aplican sobre la mesa de encofrado antes que la superficie haya sido pulverizada con desmoldante, esto es, se colocan sobre el acero pulido no protegido o las superficie de acero debajo de los apoyos no están cubiertos en toda su superficie con desmoldante, se formará preferentemente óxido.

Una típica aparición de óxido que se forma debajo de los apoyos magnéticos es por ejemplo la disposición rectilínea de manchas de óxido sobre la mesa de acero (Fig. 5).

### 2. Desmoldantes

Los desmoldantes deben posibilitar una separación fiable del encofrado y conducir a una superficie lisa de color uniforme. Sin desmoldante una superficie de este tipo no sería alcanzable.

Un desmoldante de efecto fiable no es una protección anticorrosiva para mesas de encofrado, si bien el desmoldante puede contener reducidas cantidades de inhibidores de protección anticorrosiva. Con miras a los reducidos espesores de capa hasta ahora no ha sido posible una protección fiable contra la oxidación. Además, en realidad en la zona alcalina del hormigón no se puede producir la necesaria oxidación metálica del acero. De acuerdo a ello el óxido sólo puede generarse, cuando películas de agua, como en el caso del agua de condensación, o determinados elementos químicos y combinaciones posibiliten una oxidación [8, 11].

La idea ideal que un desmoldante posea una efectividad comparable a la de un aceite de protección anticorrosiva no es realizable. Esto no es producto de la falta de inhibidores, sino ante todo al hecho que estos medios no pueden ser aplicados en las concentraciones necesarias para ello. Una película desmoldante gruesa está en contra de una superficie lisa de color uniforme del hormigón, debido a que promueve precipitaciones y coloraciones. Inhibidores cationactivos, que pueden ser empleados en aceites de protección anticorrosiva, incrementarían la adherencia entre el hormigón y la mesa de encofrado y actuar en contra de la tarea original del desmoldante [8, 11].

En el mercado se disponen de desmoldante muy efectivos. Su efectividad de inhibición de la oxidación depende sin embargo de las condiciones de marco específicas de la planta. Es conocido que por ejemplo un desmoldante que en una planta actúa como inhibidor

corrosão dos metais. Os ímanes usados nas fábricas de elementos pré-fabricados podem favorecer a oxidação das mesas de aço. Os grampos são virados pelos ímanes e são posicionados nas mesas de aço. Os imanes podem favorecer a oxidação da construção de aço menos nobre com que as mesas de cofragem são fabricadas, especialmente em contacto com a água.

O fluxo da produção também deverá ser essencial em relação aos grampos magnéticos. Quando os ímanes são colocados nas mesas de cofragem, antes da superfície ser pulverizada com agente desmoldante, p. ex., colocados na superfície de aço desprotegida ou quando as superfícies de aço por baixo dos grampos não estão totalmente cobertas pelo agentes desmoldante, é mais provável que a ferrugem se forme.

Um padrão típico de ferrugem é o que se encontra por baixo dos grampos magnéticos, p. ex., a disposição linear de manchas de ferrugem na mesa de aço (Fig. 5).

### 2. Agentes desmoldantes

Os agentes de desmoldagem têm de assegurar uma separação fiável entre a cofragem e provocar uma superfície lisa e uniformemente colorida. Essa superfície seria impossível de atingir sem os agentes desmoldantes.

Um agente desmoldante fiável não é um agente protector da ferrugem para as mesas de cofragem, embora um agente desmoldante possa conter pequenas quantidades de inibidores de ferrugem. Devido à finura das camadas dos agentes desmoldantes, até agora não pôde ser fornecida qualquer protecção fiável contra a ferrugem. Além disso, no estado alcalino do betão, a oxidação metálica do aço necessária para este efeito não pode efectuar-se. Por isso, a ferrugem só pode desenvolver-se onde as películas de água ou os elementos químicos específicos e componentes permitam a oxidação, p. ex., no caso da água de condensação [8, 11].

A concepção ideal de que um agente desmoldante possui a mesma eficácia que um óleo protector contra a ferrugem não pode realizar-se. A razão disso não está na falta de inibidores, mas basicamente no facto de que estes agentes não podem ser aplicados na concentração que é necessária para ser eficaz. Com uma película espessa de agente desmoldante, a superfície do betão lisa e colorida não se consegue obter, já que favorece o polimento e a descoloração. Os inibidores activadores cati-



Fig. 5 Alejamiento de los magnetos (izquierda) y ordenación linear de enrejado sobre superficie de encofrado acero.



Fig. 5 Remoção dos grampos magnéticos (lado esquerdo) e disposição linear das manchas de ferrugem na superfície de uma mesa.





**Fig. 6** Superfície de acero procesado mecánico (áreas desbastados muestran reflejos fuertes) que oxidan otra vez preferencialmente en estos areas despues carga.

**Fig. 6** Superfície de aço processada mecanicamente (áreas rectificadas mostram uma reflexão forte) que oxida outra vez preferencialmente nos pontos processados depois da carga.

de la corrosión pueda fallar en otra planta. Por esta razón es siempre recomendable consultar los fabricantes de desmoldante en caso de problemas con oxidación de mesas de encofrado.

### 3. Remoción mecánica/química del óxido

Una remoción mecánica de óxido por ejemplo por esmerilado puede conducir debido a las diferencias de potencial resultantes a una «activación» de las superficies de acero que preferentemente se oxidan (Fig. 6).

El esmerilado se ofrece en parte como prestación de servicio por los fabricantes de mesas de encofrado. Tras el esmerilado, la superficie está tratada con determinadas ceras y productos químicos que penetran profundamente en los poros del acero y garantizan una protección anticorrosiva durante un determinado tiempo. Sin embargo, estas prestaciones son de costes muy intensivos y no conducen a una solución durable del problema si la causa original no ha sido eliminada. A largo plazo se debe volver a contar con oxidación, debido a que la capa de protección se vuelve a desgastar debido a las sollicitaciones mecánicas normales durante la producción.

Cuando la causa de la oxidación puede ser analizada y controlada por ejemplo a través de medidas técnicas de protección los puntos de óxido se encapsulan por regla general de forma autónoma (óxido negro afirmado). Con la siguiente ocupación, el óxido negro se desgasta mecánicamente sin afectar la superficie del hormigón, de manera que las superficies del acero vuelven a quedar pulidas.

Cuando los puntos de óxido son esmerilados por el personal de la planta se recomienda pulir las superficies que se acaban de esmerilar con desmoldantes especiales o dejar actuar estos alrededor de 24 horas sobre la superficie. Por regla general, los fabricantes de productos químicos para la construcción ofrecen para ello productos especiales con elevada adición de inhibidores.

El empleo de productos químicos para la eliminación de óxido o el intento de pasivar las superficies de la mesa de encofrado, p.ej. por fosfatizado, no conduce por regla general a la solución del problema. La capa negra que se genera en este caso no es resistente a las sollicitaciones mecánicas durante la producción y se descascara de manera que las superficies de acero pueden volver a oxidarse. De este modo este tratamiento químico no impide la oxidación y a veces hasta conduce

ónicos adecuados para ser usados no óleo protector contra a ferrugem, aumentariam a aderência entre o betão e a mesa de cofragem no agente desmoldante e contrariariam assim o objectivo do agente desmoldante [8, 11].

No mercado estão disponíveis agentes desmoldantes muito eficazes. Contudo, a sua eficácia em termos de supressão da ferrugem depende das condições marginais específicas da fábrica. Sabe-se que um agente desmoldante que, p. ex., tem um efeito supressor numa fábrica, pode falhar noutra fábrica. Por esta razão, é sempre aconselhável consultar o fornecedor do agente desmoldante quando surgem os problemas com a oxidação das mesas de cofragem.

### 3. Remoção da ferrugem mecânica/química

A remoção mecânica da ferrugem, p. ex., com a rectificação pode – devido às diferenças de potencial resultantes – provocar superficies de aço «activadas» que são especialmente propensas à ferrugem (Fig. 6).

Alguns fabricantes de mesas de cofragem oferecem a rectificação das superficies de aço como um serviço. Depois da rectificação, a superfície é tratada com determinadas ceras e produtos químicos que penetram profundamente nos poros do aço e que, durante um certo período de tempo, protegem o aço contra a ferrugem. Contudo, estes serviços são muito dispendiosos e não fornecem uma solução para o problema no longo prazo, a menos que a causa da verdadeira oxidação seja eliminada. No longo prazo, é expectável nova ferrugem uma vez que a camada protectora desgasta-se outra vez através do esforço mecânico normal durante a produção.

Quando a causa da oxidação é analisada e eliminada, p. ex., através de medidas relacionadas com a tecnologia do processo, as manchas de ferrugem encapsulam-se geralmente por si próprias (ferrugem preta profundamente fixa). Com a ocupação subsequente, a ferrugem é removida mecanicamente sem afectar a superfície do betão, pelo que, as superficies de aço vão ficar uma vez mais polidas.

Quando as manchas de ferrugem são rectificadas pelo próprio pessoal da fábrica de elementos pré-fabricados, é recomendável polir as faces acabadas de polir com um agente desmoldante especial para esse efeito ou, alternativamente, deixar o agente actuar na superfície durante 24 horas. Geralmente, os fabricantes de produtos químicos para a construção oferecem produtos que contêm quantidades elevadas de suplementos inibidores para o efeito.

O uso de produtos químicos para a remoção da ferrugem ou as tentativas para passivar as mesas de cofragem, p. ex., por fosforização, geralmente não levam à solução do problema. A camada preta produzida no processo não é resistente ao esforço mecânico durante a produção e estala, pelo que, as superficies de aço podem oxidar uma vez mais. Este tratamento químico não impede a oxidação, provocando mesmo, algumas vezes, descolorações pretas fortes nas superficies de betão.

a intensas coloraciones negras de la superficie de hormigón.

#### 4. Gérmenes de óxido y óxido debido a la fricción

La formación de óxido debido a la fricción puede presentarse por ejemplo por fricción de la armadura sobre las superficies de acero. El óxido debido a la fricción probablemente no juega aquí un papel decisivo o bien es improbable como causa única, debido a que en cada producción se puede en mayor o menor medida tratar furiosamente las superficies, siendo que raras veces en razón de ello se presenta óxido.

### Causas tecnológicas del hormigón

Entre las causas tecnológicas del hormigón que pueden promover la oxidación, pertenece ante todo el sangrado del hormigón fresco. En mezclas de hormigón de sangrado intenso el agua de sangrado durante la compactación sobre la mesa vibratoria puede fluir debajo del apoyo (Fig. 7). En esta zona se presenta la oxidación de forma más intensa, cuando el acero debajo de los apoyos no está protegido en toda su superficie con desmoldante. Una ayuda pueden aportar las mezclas de hormigón que presenten menor sangrado. Adaptación de la curva granulométrica en la gama de granulado fino ( $< 25 \mu\text{m}$ ) puede asimismo ser de gran ayuda, así como la reducción de la relación agua y cemento con empleo de aditivo de fluencia o bien variación de aditivos.

El hormigón está constituido hoy por regla general de cinco materias primas de partida: cemento, granos de piedra, áridos, aditivos y agua. Todos estos materiales de partida pueden ser causantes de la formación de óxido en la zona del elemento prefabricado. A continuación se debe estudiar especialmente la pregunta bajo que circunstancias y con que alcance el hormigón actúa como promotor o bien inhibidor de la oxidación. Para ello se debe desarrollar primero un procedimiento de comprobación que posibilite esta diferenciación.

### Desarrollo de un procedimiento de comprobación

Para una evaluación sistemática y de valor informativo del «potencial de formación de óxido» del hormigón en el área de elementos prefabricados se han desarrollado diferentes procedimientos en el Centro de tecnología Heidelberg de la empresa HeidelbergCement AG que tienen en cuenta las esenciales posibilidades de influencia tecnológica del hormigón. Especialmente el ensayo de agua de sangrado posibilita investigar parámetros de forma rápida y reproducible que promueven o también inhiben la oxidación.

El ensayo de gotas de agua de sangrado sirve para la rápida determinación del potencial de cemento, mortero u otras combinaciones de material de partida de hormigón que influye en la oxidación. Para ello se elabora p.ej. un mortero bajo condiciones definidas con

#### 4. Germes de ferrugem e ferrugem de fricção

A formação de ferrugem de fricção pode ocorrer p. ex., através da fricção do reforço nas superfícies do aço. A ferrugem de fricção não é provavelmente um factor importante ou provavelmente não é a única causa de oxidação, uma vez que as superfícies de aço são tratadas com aspereza na maior parte das fábricas de betão, contudo, raramente ocorre ferrugem nelas logo a seguir.

### Causas relacionadas com a tecnologia do betão

Entre as causas relacionadas com a tecnologia do betão que podem favorecer a formação da ferrugem e que são específicas para o betão, a sangria do betão é um factor importante. Nas misturas de betão que sangram abundantemente, durante a compactação na mesa vibradora, a água de sangria pode correr por baixo dos grampos (Fig. 7). A ferrugem aparece com mais força nesta zona se o aço por baixo dos grampos não estiver protegido em toda a superfície pelo agente desmoldante. Aqui, as misturas de betão menos inclinadas a sangrar, poderiam ser o remédio. Os ajustes da curva granulométrica na faixa das partículas finas ( $< 25 \mu\text{m}$ ) também podem ajudar; bem como a redução

do ratio água/betão utilizando plastificantes ou variando os aditivos.

Actualmente, o betão é geralmente constituído por cinco constituintes iniciais: cimento, agregado, misturas, aditivos e água. Todos estes componentes podem ser a causa da formação de ferrugem na área dos elementos pré-fabricados de betão. Seguidamente será examinada, em particular, a questão de se saber em que

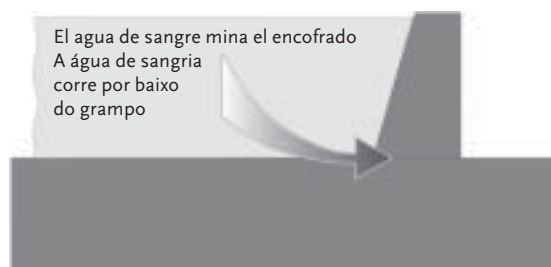


Fig. 7 Diseño esquemático que ilustra la forma como agua de sangre mina y documentación de este proceso durante producción.

Fig. 7 Desenho esquemático que ilustra a forma como a água de sangria corre por baixo do grampo e documenta este processo durante a produção.



una composición determinada y se recupera el agua de sangrado que se genera. Una parte del agua de sangrado se analiza químicamente, el resto se emplea para el ensayo de gotas.

Para el procedimiento se preparan como mínimo tres placas (acero St 37). Durante el ensayo no puede haber grasa sobre la superficie metálica. Se distribuyen ampliamente sobre la superficie de la placa, de 50 a 70 gotas del agua de sangrado, a continuación estas placas de almacenan en clima normalizado (20°C/65% h.r.).

El «potencial de formación de óxido» (RBP) corresponde a la proporción de gotas que llevan al acero a la oxidación. Una nota es que bajo las condiciones dadas (no protegido por desmoldante) el acero siempre oxidará un poco, de manera que para la evaluación segura de los resultados se necesita algo de experiencia. Los siguientes criterios de evaluación fueron definidos tras amplios estudios:

RBP < 30% → tendencia a la oxidación reducida

RBP 30 – 80% → tendencia a la oxidación media

RBP > 80% → tendencia a la oxidación elevada

El desarrollo temporal de la oxidación del acero en contacto con agua de sangrado de hormigón (BW) está representado en la (Fig. 8). Mientras que ya tras 7 horas alrededor del 70% de los puntos goteados con BW 1 y BW 2 sólo se oxidaron alrededor de 20% de los puntos que entraron en contacto con BW 3. BW 4 no condujo a ninguna corrosión del acero. Esto es una prueba de corto tiempo suministra resultados diferenciables. Del gráfico también puede extraerse que la corrosión se inicia inmediatamente tras la aplicación del goteo.

Debido a que en esta prueba el agua de sangrado actúa sobre acero limpio sin protección, la prueba en principio no refleja las condiciones prácticas. Por esta razón, con este procedimiento sólo se puede estimar el efecto de agua de sangrado sobre acero pulido. Un hormigón cuya agua de sangrado presenta un RBP de < 30% probablemente no sea la causa para apariciones de óxido en el área de elementos prefabricados. Agua

circunstâncias e em que medida o betão favorece e/ou suprime a formação da ferrugem. Para tal, contudo, foi necessário desenvolver primeiro um método de teste que torna essa diferenciação possível.

### Desenvolvimento de um método de teste

Para se poder fazer uma avaliação sistemática e significativa do «potencial de formação de ferrugem» do betão na área dos elementos pré-fabricados, foi desenvolvida uma série de procedimentos no Centro Tecnológico de Heidelberg da Heidelberg Cement AG, que tomam em consideração as mais significativas possibilidades tecnológicas de influência do betão. Neste caso particular, o teste de gotas da água de sangria permite examinar os parâmetros que favorecem ou suprimem a oxidação, de forma rápida e reproduzível.

O teste de gotas da água de sangria é usado para a determinação rápida do potencial de influência da ferrugem do cimento, argamassa ou combinações de constituintes do betão. Para esse efeito, p. ex., é manufaturada uma argamassa de composição específica em condições definidas e é recolhida a água de sangria resultante. Uma porção da água de sangria é então analisada quimicamente; o resto é usado para o teste de gotas.

São preparadas, no mínimo, três placas de aço (aço St37) para o procedimento. Para este teste, não pode haver gordura na superfície metálica. 50 a 70 gotas da água de sangria são distribuídas sobre toda a superfície da placa de aço, e as placas são armazenadas subsequentemente com um clima padrão (20° C/65% RH).

O «potencial de formação de ferrugem» (PFF) corresponde à percentagem de gotas que causam uma forte oxidação do aço. Deve notar-se, neste ponto, que o aço nestas circunstâncias (não protegido por um agente desmoldante), oxidará sempre ligeiramente, pelo que é necessária uma certa experiência para uma avaliação correcta dos resultados. Os critérios de avaliação seguintes foram definidos com base em amplas investigações:

PFF < 30% → tendência a oxidação reduzida

PFF 30 – 80% → tendência a oxidação medida

PFF > 80% → tendência a oxidação forte

O desenvolvimento temporal da formação da ferrugem no aço em contacto com diferentes águas de sangria, (AS) é apresentado na (Fig. 8). Enquanto aprox. 70% dos pontos em que foram aplicadas gotas de AS 1 e AS 2 tinham oxidado logo após 7 horas, somente 20% dos pontos que entraram em contacto com a AS 3 oxidaram. AS 4 não causou corrosão do aço. O que quer dizer que o teste forneceu resultados diferenciados num curto período de tempo. O gráfico mostra que a corrosão começou imediatamente após o gotejamento.

Como neste teste a água de sangria actua sobre o aço nu e desprotegido, os resultados do teste inicial não reflectem a situação na prática real do dia a dia. Este método, por isso, este método só é apropriado para estimar o efeito da água de sangria no aço nu. Um betão cuja água de sangria tenha um PFF < 30% não será, com elevada probabilidade, a causa da aparição da ferrugem

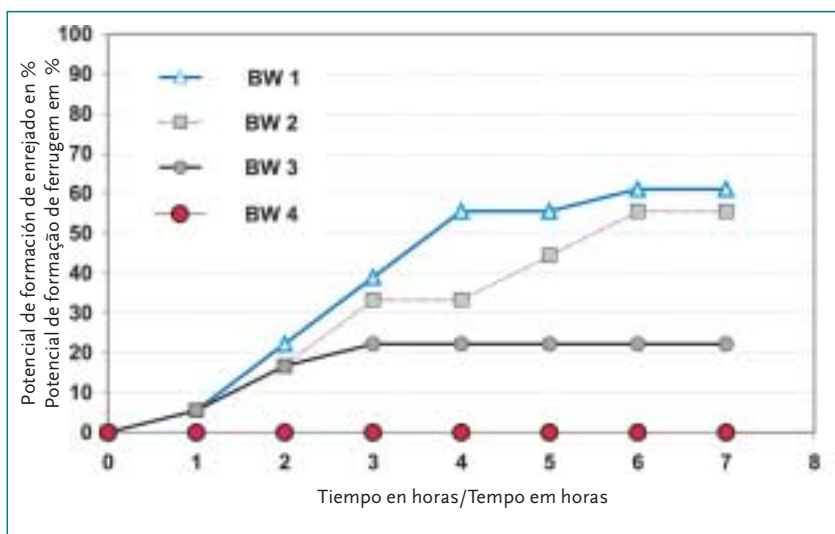


Fig. 8 Desarrollo temporal de enrejado en contacto con el agua de sangre en el test laboratorio.

Fig. 8 Desenvolvimento temporal da oxidação em contacto com a água de sangria no teste laboratorial.

de sangrado con un RBP de 0% por el contrario inhibirá cualquier tendencia a la oxidación.

En ensayo de gotas de agua de sangrado puede asimismo ser empleado para la determinación de la capacidad de prestaciones de desmoldantes con referencia a la inhibición de la oxidación.

El ensayo de gotas de agua de sangrado de hormigón es especialmente apropiado en función de la rapidez con la que se obtienen sus resultados para estudiar y evaluar el RBP de diferentes componentes de hormigón. En principio se ha verificado el valor informativo del procedimiento con soluciones sintéticas.

En este caso se consulta la relación conocida desde hace mucho tiempo entre el valor pH y el contenido de cloruros desencadenantes de corrosión [5, 6, 7, 9, 10]: Cuanto mayor el valor pH de una solución, tanto mayor es el contenido de cloruro, necesario para que se presente la corrosión.

En el laboratorio se produjeron soluciones saturadas de hidróxido de calcio con diferentes contenidos de cloruros. El valor pH de la solución fue variado mediante la adición de hidróxido de potasio. A continuación se realizaron con estas soluciones los ensayos de goteo. En (Fig. 9) están representados los RBP de dos soluciones sintéticas dependiendo del contenido de  $\text{Cl}^-$  y el contenido de KOH. La solución que presenta una menor concentración de KOH (valor pH  $\sim 12,9$ ) posee con un contenido de  $\text{Cl}^-$  de alrededor de 0,003 mol/l una tendencia media a la oxidación con un RBP de 50%. Con el incremento del contenido de  $\text{Cl}^-$  el RBP se incrementa de forma continua. Por el otro lado, la segunda solución (pH  $\sim 13,2$ , KOH = 0,009 mol/l), recién a partir de un contenido de  $\text{Cl}^-$  de alrededor de 0,023 mol/l posee un RBP de 40% digno de mención.

De este modo los resultados certifican las conocidas relaciones entre el contenido alcalino y la concentración de  $\text{Cl}^-$ . Además, los ensayos confirman que la transición a la oxidación no es un valor límite exacto como ya ha sido descrito por [5] con estudios electroquímicos.

El ensayo gotas de agua de sangrado refleja por esta razón las relaciones conocidas de soluciones y es fundamentalmente apropiado para el estudio del RBP del agua de sangrado de hormigón.

### Estudios de aguas de sangrado reales

Tras la verificación del procedimiento de ensayo fueron estudiados en principio individualmente los materiales de partida del hormigón relevantes y en combinación con el ensayo de gotas de agua de sangrado. En este caso quedó demostrado que la complejidad del agua de sangrado dificulta extremadamente la investigación de las causas de la oxidación; esto quiere decir que el procedimiento de ensayo verdaderamente sólo documenta tendencias de diferentes hormigones. En el ejemplo siguiente fue estudiado de forma orientativa la influencia del contenido de cromato sobre el RBP.

Un hormigón producido de acuerdo a las nuevas normas legales con un cemento reducido en cromato fue en principio, mediante la adición de cromato de po-

na área dos elementos pré-fabricados. Por outro lado, a água de sangria com um PFF de 0% inibe fortemente qualquer tendência de oxidação.

O teste das gotas de água de sangria também pode ser usado para determinar a eficácia dos agentes desmoldantes com respeito à supressão de ferrugem.

Os resultados rápidos que o teste de gotas de água de sangria fornece tornam-no apropriado para examinar e avaliar a influência dos vários componentes do cimento no PFF. Primeiro, o significado do método foi verificado com soluções sintéticas.

Para esse efeito, servimo-nos da relação há muito conhecida entre o valor de pH e o teor do cloreto ativador da corrosão [5, 6, 7, 9, 10]: quanto maior for o valor de pH de uma solução, maior é o teor de cloreto necessário para que corrosão comece.

No laboratório, foram preparadas soluções saturadas de hidróxido de cálcio com diferentes teores de cloreto. O valor de pH da solução foi variado com a adição de hidróxido de potássio. Seguidamente, efectuou-se o teste de gotas com estas soluções. A (Fig. 9) mostra o PFF de duas soluções sintéticas, em função do teor de  $\text{Cl}^-$  e de KOH. A solução com uma concentração inferior de KOH (valor de pH  $\sim 12,9$ ) já possui, com um teor de  $\text{Cl}^-$  de aprox. 0,003 mol/l, uma tendência média para a ferrugem com um PFF de 50%. À medida que o teor de  $\text{Cl}^-$  aumenta, o PFF aumenta continuamente. Por outro lado, a segunda solução (pH  $\sim 13,2$ , KOH = 0,009 mol/l) só começa a exibir um significativo PFF de 40% a partir de um teor de  $\text{Cl}^-$  de aprox. 0,023 mol/l.

Estes resultados comprovam a relação bem conhecida entre o teor de alcali e a concentração de  $\text{Cl}^-$ . Além disso, os testes confirmam que a transição para a oxidação não é um valor limite exacto para a iniciação da oxidação, como já foi verificado em [5] com base nas investigações electroquímicas.

O teste de gotas da água de sangria reflecte, por conseguinte, a relação bem conhecida entre as soluções e é apropriado especialmente para a análise do PFF das águas de sangria do betão.

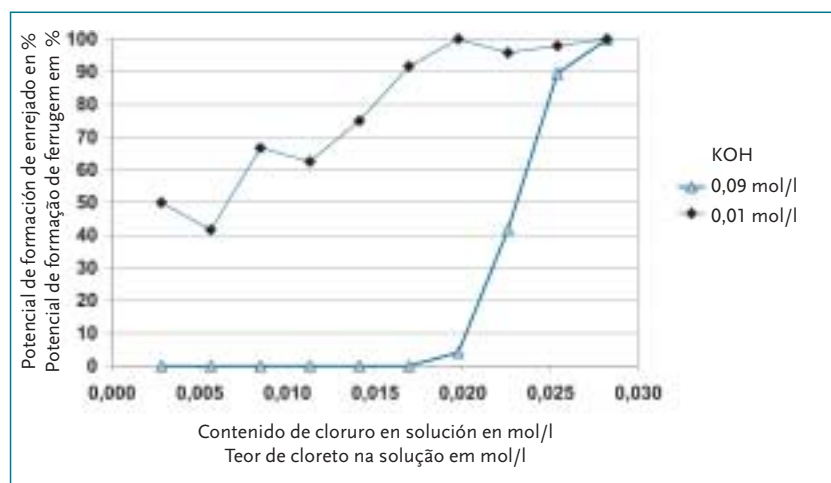


Fig. 9 Potencial de oxidação de soluções des hidróxido de cálcio saturado, a que admite conteúdos diferentes de hidróxido de potássio adicional, em função de conteúdo de cloruro.

Fig. 9 Potencial de oxidação das soluções de hidróxido de cálcio saturadas às quais foram adicionados diferentes teores de hidróxido de potássio em função do teor de cloreto.



**Fig. 10** El test de gotas de agua de sangre – agua de sangre de un hormigón con potencial de encofrado alto (izquierda) ha dotado con cromato: 10 ppm (centro) y 20 ppm (derecho). Adicionado 20 ppm de cromato se ocurre una oxidación insignificante al superficie de acero.

**Fig. 10** Teste de gotas da água de sangria – a água de sangria num betão com um elevado potencial de formação de ferrugem (lado esquerdo) foi dotada com cromato: 10 ppm (centro) e 20 ppm (lado direito). Adicionando 20 ppm de cromato, só ocorreu uma oxidação insignificante na superfície do aço.

tasio, ajustado nuevamente a un contenido de cromato de 10 ppm o bien 20 ppm. Con estos 3 hormigones fue entonces ejecutado el ensayo de gotas de agua de sangrado (**Fig. 10**).

Con el incremento de la dosificación de cromato, por lo demás con condiciones de marco constantes, descienden las apariciones de óxido. Otros ensayos confirman este efecto como mínimo en la tendencia. Este resultado indica que el cromato representa un parámetro que influencia también el RBP de un hormigón. Junto a ello, como ya se ha discutido arriba, también juegan un papel importante otros criterios en la composición. Existe aún una necesidad de realizar otros estudios.

### Consideraciones finales

La presentación de óxido sobre las mesas de encofrado en el área de elementos prefabricados representa un gran motivo de disgusto para el fabricante de elementos prefabricados de hormigón a la vista. Los perjuicios ópticos que el óxido causa sobre las superficies de los elementos de hormigón deben ser eliminados con elevado esfuerzo y costes intensivos. En este artículo fueron indicadas las causas esenciales para la generación de puntos de oxidación, divididos en tres áreas grados de importancia:

- » Causas medioambientales
- » Causas técnicas de proceso
- » Causas tecnológicas del hormigón

Cada causa debe ser detectada y eliminada en la planta de elementos prefabricados. Sólo la observación integral y la optimización de todos los parámetros puede conducir a una solución duradera del problema. El hormigón empleado es por ello sólo uno de los numerosos parámetros.

Para la evaluación del potencial de formación de óxido de un hormigón se ha desarrollado un proceso de ensayo cuyo valor informativo ha sido documentado con soluciones sintéticas. A continuación fue estudiada la relación entre el contenido de cromato en el hormigón y el potencial de formación de óxido. Con el procedimiento se ha podido determinar de forma inequívoca, que con un incremento del contenido de cro-

### Análises das águas de sangria reais

Depois de o método de teste ter sido verificado, primeiro foram analisados individualmente os materiais relevantes dos constituintes do betão e depois em combinação com o teste de gotas de água de sangria. Neste caso, tornou-se evidente que a complexidade química das águas de sangria dificulta extremamente a investigação das causas da ferrugem, o que quer dizer que, o método de teste pode, de facto, documentar apenas as tendências dos diferentes betões. No exemplo seguinte, examinou-se a influência do teor de cromato sobre o PFF, com uma finalidade de orientação.

Um betão que, segundo os novos regulamentos legais, foi fabricado com cimento com um reduzido teor de cromato, foi outra vez ajustado a teores de cromato de 10 ppm e/ou 20 ppm, adicionando dicromato de potássio. O teste de gotas de água de sangria foi então efectuado com estes três betões (**Fig. 10**).

À medida que a dosagem de cromato aumenta, diminui o aparecimento da ferrugem, com as restantes condições marginais constantes. Os testes posteriores confirmaram este efeito, pelo menos tendencialmente. Este resultado mostra que o cromato é um parâmetro que co-influencia o PFF do betão. Outros critérios, p. ex., a composição de mistura, também têm um papel importante, como já se referiu acima. Neste caso, é necessária, definitivamente, mais investigação.

### Observações finais

A ocorrência de ferrugem nas mesas de cofragem na área dos elementos pré-fabricados é altamente perturbadora para os fabricantes de componentes pré-fabricados de betão à vista. As deteriorações ópticas que a ferrugem causa nas superfícies dos componentes de betão têm de ser removidas com custos consideráveis em termos de tempo e dinheiro. Neste artigo, foram discutidas as razões essenciais da ocorrência da ferrugem, estruturadas em áreas fulcrais:

- » causas ambientais
- » causas relacionadas com o processo
- » causas relacionadas com a tecnologia do betão.

mato del cemento el potencial de formación de óxido se reduce.

HeidelbergCement ha utilizado estos resultados de investigaciones para el desarrollo de producto. De esta manera se ha logrado a través de una selección dirigida de materias primas y un procedimiento de producción más complejo, producir productos especiales que pueden ofrecer una solución a los usuarios en casos especialmente críticos.

### Literatura/Bibliografía

- [1] DIN 50900-2: Korrosion von Metalle – Begriffe – Teil 2 Elektrochemische Begriffe, 2002-06
- [2] Mortimer: Chemie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1986
- [3] Ulmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie, 2001
- [4] Evans, U. R.: Einführung in die Korrosion der Metalle. Übersetzt von Heitz, E.: Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstraße, 1965
- [5] Breit, W.: Untersuchungen zum kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt für Stahl in Beton. Institut für Bauforschung der RWTH Aachen, 1997
- [6] Streblov, H.-H.: Breakdown of passivity and localized corrosion. – Theoretical concepts and fundamental experimental results. In: Werkstoffe und Korrosion 35 (1984), S. 437–448
- [7] Schikorr, G.: Über den Angriff wässriger Zementauszüge auf Stahl. In: Werkstoffe und Korrosion, 1 (1964), S. 51
- [8] Betontrennmittel und Umwelt – Sachstandsbericht. Deutsche Bauchemie e. V., 2001
- [9] Matoušek, F.: Korrosion an Metallen durch Zement-Wasser-Aufschlämmungen. In: Zement-Kalk-Gips, 4 (1957), S. 124–127
- [10] Verdú, P.; Garcés, P.; Climent, M.A.: Metallic corrosion in contact with synthetic gypsum pore solutions and gypsum. In: ZKG-International, 6 (1997), S. 340–345
- [11] Schumann, A. et al: Schal- und Trennmittel für den Betonbau. In: Kontakt & Studium Band 174 (1988)
- [12] Schatt, W.; Worch, H.: Werkstoffwissenschaften. 2003 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KG, Weinheim

Cada causa tem de ser identificada individualmente e eliminada na fábrica de elementos pré-fabricados. Somente a observação integral e a otimização de todos os parâmetros podem levar a uma solução durável do problema. O betão usado é apenas um dos numerosos parâmetros.

Para a avaliação do potencial de formação de ferrugem de um betão, foi desenvolvido um método de teste, cuja importância foi comprovada com soluções sintéticas. Seguidamente, foi examinada a relação entre o teor de cromato e o potencial de formação de ferrugem. Os resultados obtidos com o teste mostraram claramente que o potencial de formação de ferrugem diminui com o aumento do teor de cromato no cimento.

A HeidelbergCement utilizou estes resultados do teste para desenvolver o produto. Assim, usando uma selecção específica de matérias-primas e um processo de produção mais complexo, foi possível produzir produtos especiais que podem oferecer soluções aos fabricantes de elementos pré-fabricados nas situações especialmente críticas.

*Eckhard Bohlmann, Peter Boos, Reiner Härdtl*

## Audrey, Susie, Petra, Patricia, Yessica, Anna, Sabrina y los trozos de torta

## Audrey, Susie, Petra, Patricia, Yessica, Anna, Sabrina e as fatias de um bolo

### Direcciones/Morada

Rekers GmbH  
Maschinen- und Anlagenbau  
Gerhard-Rekers-Straße 1  
48480 Spelle/Germany  
Tel.: +49 5977 936-0  
Fax: +49 5977 936-250  
info@rekers.de  
www.rekers.de

Tarmac Topblock Ltd.  
Stanford le Hope  
Linford  
Essex SS17 0PY  
www.topblock.co.uk

El título sugiere una historia de misterio ocurrida mientras elegantes señoritas toman el té una tranquila tarde. Sin embargo, se trata de la línea de embalaje probablemente más flexible y de mayor rendimiento del mundo para productos de hormigón aireado. La empresa Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau, con sus instalaciones centrales de fabricación ubicadas en Spelle (Alemania), instaló y puso en funcionamiento recientemente esta línea en la fábrica que Tarmac Topblock Ltd. posee en Linford (Inglaterra), una cadena totalmente automática compuesta por tres manipuladores – torta/capa/paquete –, siete robots industriales, cinco flejadoras verticales/horizontales, un sistema de envoltura contraible, una unidad de etiquetado y codificación por colores, varios sistemas de transporte y un sistema de carrusel de última tecnología.

Aunque el uso de robots en la industria del automóvil es hoy en día algo común, su utilización en la separación de la torta vertida/cortada/autoclavada en bloques y, a continuación, reensamblaje de los bloques de diferente tamaño en alrededor de 320 paquetes diferentes de producto listos para su almacenamiento, etc., puede

O título sugere uma misteriosa história baseada em volta de uma relaxada festa de chá da tarde para senhoras elegantes, contudo, trata do que é provavelmente a linha de empacotamento mais flexível e de elevado desempenho para produtos de betão aerado. A Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau com sede fabril em Spelle, na Alemanha, instalou e deu início ao comissionamento recentemente desta linha de empacotamento para a Tarmac Topblock Ltd., na sua instalação de produção em Linford, na Inglaterra. A linha de empacotamento totalmente automática consiste de três manipuladores de bolos/camadas/pacotes, sete robots industriais, cinco cabeças de cintagem vertical/horizontal, um sistema de embrulho encolhido, uma unidade de codificação a cor e de etiquetagem bem como vários transportadores e um moderno sistema de carrossel.

Apesar da utilização dos robots industriais na indústria automóvel se ter tornado algo comum, a sua utilização para desmontar o bolo poroso/cortado/autoclavado em blocos e depois remontar os blocos de vários tamanhos em cerca de 320 pacotes de produtos diferentes adequados para colocar em estaleiro, etc., pode ser considerada como uma inovação real na indústria de AAC. Nem ninguém pode considerar manusear até 300 bolos por dia e uma taxa de empacotamento de até 180 pacotes de produto por hora «relaxada». Foram atribuídos nomes aos sete robots industriais que funcionam em conjunto como uma «equipa», para que o gestor de projecto da Rekers, os engenheiros e os programadores bem como todos os operadores da Tarmac e outro pessoal, podem facilmente identificar que robot está a ser debatido, sem confusão (ver Fig. 1).

### Desenvolvimento Conceptual

Quando a Tarmac começou as suas conversações iniciais em meados de 2005, ninguém teria previsto o que está agora Edificado. A linha de empacotamento Linford «1» foi substituída dois anos antes, mas ainda se baseava na tecnologia «antiga», original. A linha de empacotamento Linford «2» tem aproximadamente 15 anos, trabalhava constantemente e tinha custos de manutenção elevados bem como uma taxa e âmbito de empacotamento limitada. A procura por um produto maior/gama de Pacote foi o factor chave para a Tarmac se decidir a investir numa nova linha de empacotamento.



Fig. 1 Panorámica de la línea durante la instalación de prueba en la planta de Rekers en Spelle.

Fig. 1 Vista da linha durante a instalação de testes na instalação da Rekers em Spelle.

considerarse una auténtica innovación en la industria del hormigón aireado en autoclave (AAC). Nadie puede considerar que la manipulación de hasta 300 tortas diarias y una velocidad de empaquetamiento cercana a 180 paquetes de producto por hora es una actividad «relajada». Los siete robots industriales que funcionan en «equipo» tienen su propio nombre para que el personal de Rekers – jefes de proyectos, ingenieros y programadores – y los operarios de Tarmac puedan identificar fácilmente y sin confusión de qué robot se está tratando (ver Fig. 1).

### Desarrollo conceptual

Cuando Tarmac empezó a plantearse la renovación a mediados de 2005, nadie podía prever cómo iban a acabar las cosas. La línea de embalaje «1» de Lindford se había sustituido dos años atrás, pero todavía se basaba en la tecnología original «antigua», mientras que la línea de embalaje «2» tenía casi 15 años, se había usado con intensidad, los costes de mantenimiento asociados eran elevados y tenía ciertas limitaciones en cuanto a la velocidad de embalado y la gama de productos que podía admitir. De hecho, la nueva demanda de mayor gama de productos/paquetes fue el factor clave que hizo que Tarmac decidiera invertir en una nueva línea de embalaje con tecnología «actual». Para ello, Tarmac invitó a varios proveedores potenciales para que discutieran sus ideas y sugirieran conceptos alternativos.

Rekers GmbH ha sido el proveedor principal de planta y equipos del Grupo Tarmac durante muchos años, tanto para productos de AAC como para bloques de hormigón denso y otros productos de hormigón masivo. Rekers también fue invitada a que evaluara las especificaciones tan particulares de Tarmac y a presentar un diseño «llave en mano» y una propuesta de construcción de una línea de embalaje totalmente automática e integrada, de alta velocidad y fiabilidad excepcional, para ser ubicada en una superficie de 40 x 17 m y extraer las tortas con un sistema de transporte existente. La nueva línea tenía que ser capaz de formar/empaquetar paquetes «normales macizos» y paquetes «huecos», un requisito inglés muy concreto. Estos paquetes «huecos» tienen «pequeños orificios» que permiten que sean manipulados por carretillas elevadoras de horquilla sin la necesidad de usar palets de transporte o asideros especiales (Fig. 2). Un requisito adicional fue que el cambio en la configuración del paquete/tamaño del producto tenía que ser automático y lo más rápido posible con una intervención limitada del operario.

Pronto quedó claro para todos que el requisito de Tarmac llevaría a una solución basada básicamente en robots industriales debido a su flexibilidad, velocidad y fiabilidad. Rekers se convertía entonces en el proveedor ideal, ya que contaba con probada experiencia en aplicaciones de robótica en el sector del hormigón. Así pues, Tarmac eligió a Rekers como principal contratista para el proyecto, a quien encargó el diseño detallado, la construcción o el suministro de subcontratistas especializados, la instalación y la puesta en marcha. Rekers también se encargó de proporcionar formación sobre

con tecnología «nueva». A Tarmac convidou vários eventuais fornecedores para discutir as suas ideias e para sugerir conceitos alternativos. A Rekers GmbH tem sido um grande fornecedor de instalações e equipamento ao Tarmac Group há já muitos anos, quer para os produtos AAC como para os blocos de betão denso e outros produtos de betão produzidos em larga escala. A Rekers foi convidada pela Tarmac a avaliar a sua especificação detalhada e a apresentar um design «chave-na-mão» e uma proposta de construção para uma linha de empacotamento totalmente automática, totalmente integrada e de alta velocidade com uma fiabilidade excepcional, sendo todas localizadas numa área de 40 x 17 m e para remover os bolos do sistema de transporte existente. A nova linha teria sido capaz de formar/empacotar pacotes «sólidos normais» bem como pacotes «vazios», uma exigência particular inglesa. Estes pacotes «vazios» têm «buracos pequenos» e podem por conseguinte ser manuseados por empilhadoras de arco sem a utilização de paletes de expedição ou guindastes especiais (Fig. 2). Um requisito era que a configuração do pacote/tamanho do produto.

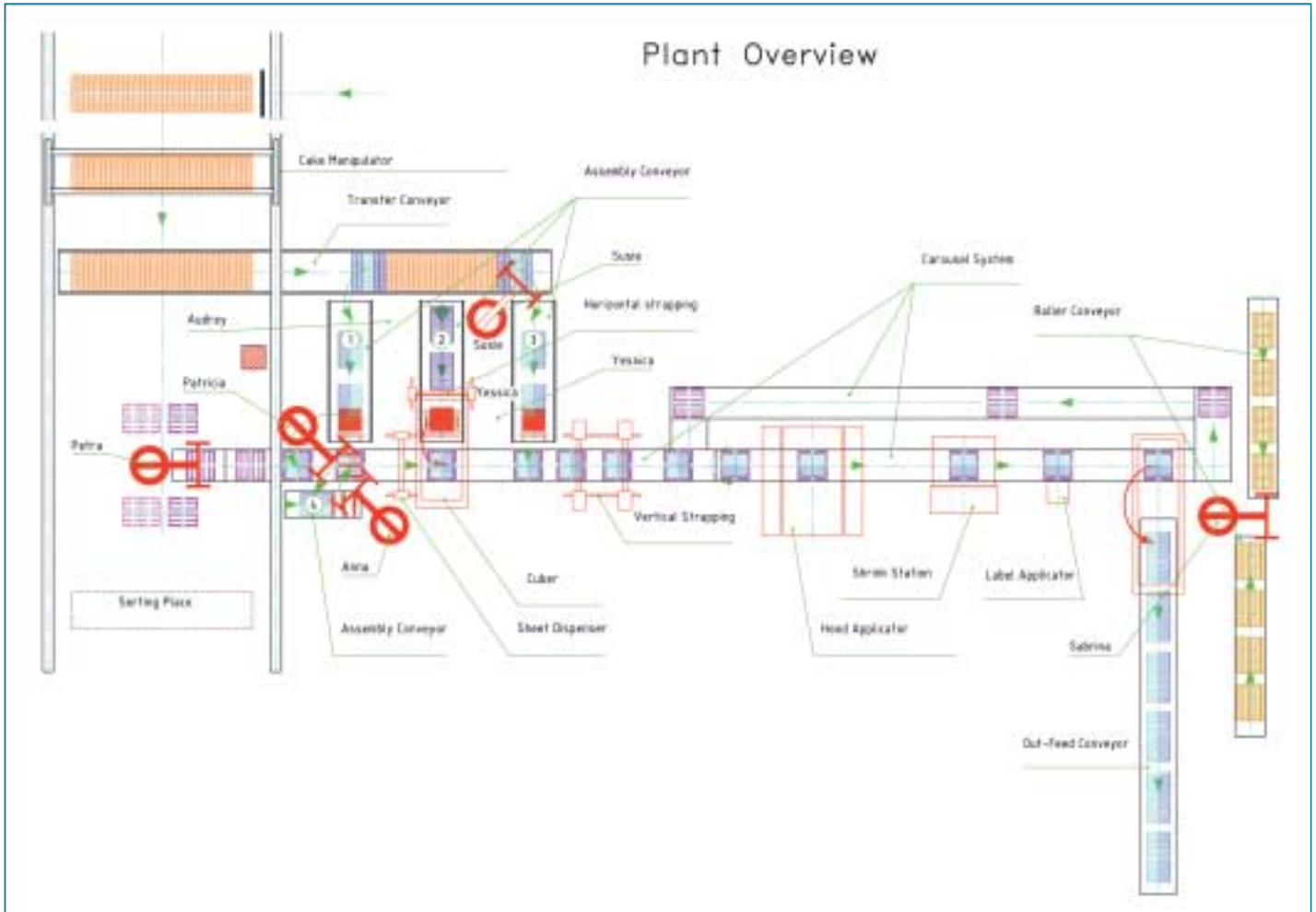
A ser trocado fosse automatizada e tão rápida quanto possível com intervenção limitada do operador. Cedo se tornou claro para todos os envolvidos que a exigência da Tarmac iria conduzir a uma solução primeiramente baseada nos robots industriais, conhecidos pela sua flexibilidade, velocidade e fiabilidade. A Rekers era o parceiro ideal visto que têm experiência comprovada nas aplicações robóticas na indústria do betão. A Tarmac seleccionou a Rekers como principal contraente para o projecto, sendo responsável pelo design detalhado, construir/especializar subcontratantes no fornecimento, instalação e comissionamento. A Rekers foi também



Fig. 2 Paquete hueco.

Fig. 2 Embalagem vazia.





funcionamiento/mantenimiento, así como apoyo inicial. Un aspecto clave para Tarmac fue la experiencia que Rekers poseía en la gestión de proyectos de acuerdo con la estricta normativa de seguridad sobre construcción, diseño y gestión (CDM) del Reino Unido. La seguridad era y sigue siendo una prioridad absoluta para Tarmac.

responsável pelo fornecimento de formação de operação e manutenção bem como de apoio inicial. Uma consideração chave da Tarmac foi que a experiência da Rekers na gestão do projecto ao abrigo das restritas normas de segurança CDM do Reino Unido. A segurança é/foi a primeira prioridade para a Tarmac.

### A linha de Empacotamento

O bolo cortado/« fatiado » é transportado do seu actual transportador para o transportador de transferência para a linha de empacotamento através do manipulador de bolo. O manipulador também pode colocar o bolo no transportador da linha de empacotamento existente (« segundos » para escolha manual) ou no chão para selecção posterior.

Mesmo se a nova linha de empacotamento seja desligada. O manipulador de pacotes consiste de um guindaste operado hidraulicamente com 7 segmentos de abertura paralela que pode manusear um bolo com um tamanho máximo de 6,9 x 1,4 x 0,62 m e um peso máximo de 5,67 toneladas. As drives de viagem e elevação têm velocidade variável para uma operação suave e para garantir que o tempo de ciclo exigido pode ser cumprido (Fig. 3).

Antes do bolo ser transportado para a linha de empacotamento é primeiramente marcado para identificar o tipo de produto. Cada tipo de densidade do produto tem uma cor atribuída para que possa ser identificado



Fig. 3 Manipulador de torta con siete ganchos.

Fig. 3 Manipulador de bolo con sete grampos.

### La línea de embalaje

La torta cortada/« troceada » se transporta desde la cinta existente hasta la de transferencia de la línea de embalaje mediante el manipulador de torta, que también la puede colocar en el transportador de la línea de embalaje existente (durante « segundos » para arreglarla a mano) o en el suelo para un arreglo posterior, incluso si la nueva línea de embalaje no está en funcionamiento. El manipulador de paquetes está compuesto por un sistema de siete ganchos hidráulicos paralelos que puede manipular una torta de dimensiones y peso máximos 6,90 x 1,40 x 0,62 m y 5,67 toneladas respectivamente. El transporte y la elevación son de velocidad variable para que el funcionamiento sea fluido y garantizar que se cumple el tiempo de ciclo requerido (Fig. 3).

Antes de que la torta se transporte a la línea de embalaje, primero se marca para identificar el tipo de producto. Cada densidad de producto tiene un color asignado, de manera que los albañiles pueden identificarlos en obra. Para garantizar un cambio rápido de producto se eligió un sistema automático de cuatro depósitos de color y ocho boquillas ajustables que marca la parte superior de la torta a medida que se desplaza hacia la posición de extracción mediante el mencionado manipulador de torta.

La siguiente descripción de la línea de embalaje y su funcionamiento es para paquetes « huecos », ya que implica el funcionamiento de todos los equipos. En el caso de otros paquetes, parte del equipo permanece en modo espera.

Un transportador de producto plano y de goma con caja de cambios para uso industrial y velocidad variable recibe la torta del manipulador de transferencia y lo acerca a Audrey y Susie. Estos robots industriales, funcionando desde ambos extremos de la torta simultáneamente, extraen las filas de producto. La siguiente torta se coloca en el transportador de producto y se traslada



Fig. 4 Unión de los bloques mediante robots.

Fig. 4 Ordenação dos blocos com robots.

no local pelos pedreiros de blocos. Para garantir uma troca de produto rápida foi escolhido um sistema automático com quatro tanques de cor e com bocais de peso ajustável.

Este marca o topo do bolo consoante este se move para a posição de remoção pelo manipulador de bolo acima mencionado.

A descrição que se segue da linha de empacotamento e a sua operação é para embalagens « vazias » visto que isto envolve todo o equipamento da linha de empacotamento. Para outros pacotes parte do equipamento permanece em modo de stand-by.

O transportador de produto de borracha lisa com caixa de velocidades reforçada e uma drive de velocidade variável recebe o bolo do manipulador de transferência e avança-o para Audrey e Susie. Estes robots industriais, que trabalham em ambas as extremidades do bolo, em simultâneo, removem as linhas de produto do bolo. O próximo bolo é colocado no transportador de produto e rapidamente indexado em frente logo que as últimas linhas do bolo precedente tenham sido removidas (Fig. 4).

Audrey e Susie colocam as camadas de produto, giradas « no limiar », em todos os três transportadores de montagem para simultaneamente formarem camadas de pacote de fila única ou dupla. O produto no transportador de montagem N.º 1 torna-se. A base e a camada « vazia » do pacote, enquanto o produto no transportador de montagem N.º 2 torna-se a Terceira e quarta camada e o produto no transportador de montagem N.º 3 torna-se a quinta ou camada superior do pacote. Se o Pacote tiver apenas quatro camadas de altura então, o transportador de montagem N.º 3 permanece em estado de stand-by.

Os robots industriais usados na linha de empacotamento são robots de classe 160/300/500 kg, com 4 eixos reforçados. A contribuição específica da aplicação da Rekera são dois guindastes de produto laterais bem como o software de funcionamento. Os guindastes de produto rígido têm estruturas de alumínio para poupar peso e elementos de fixação de abertura paralela operados por eixos especiais e motores de condução servo. Estes elementos de fixação permitem uma pressão de fixação precisa a ser aplicada consoante o tipo de produto. Os guindastes também podem ser girados de forma a que o produto possa ser colocado nos transportadores de montagem na orientação pretendida. Os guindastes são equipados com sensores ópticos especiais para determinar a localização exacta da linha de produto líder no transportador de montagem e assim remover o número exacto de blocos desejado.

Os três transportadores de montagem consistem de 4 correias lisas de fio de poliuretano para suportar os blocos e concebidas para garantir que os blocos são transportados sem danos. Os blocos não são empurrados para os transportadores mas uma mesa elevatória a operar entre as correias lisas move os blocos para a frente para fechar as aberturas entre as camadas consoante estas são transportadas para a cabeça do transportador para remoção do pacote por um dos robots indus-

en cuanto las filas de la torta precedente se han extraído (Fig. 4).

Audrey y Susie rotan las capas de producto y las colocan en los tres transportadores de ensamblaje para, de forma simultánea, formar capas de paquetes de una o dos filas. El producto del transportador de ensamblaje 1 pasa a ser la parte inferior y la capa « hueca » del paquete, mientras que el producto del transportador de ensamblaje 2 se convierte en las capas tercera y cuarta, y el del transportador de ensamblaje 3 en la quinta capa o capa superior del paquete. Si éste tuviera sólo cuatro capas de altura, entonces el transportador de ensamblaje 3 permanecería en modo de espera.

Los robots industriales utilizados en la línea de embalaje son robots resistentes de 4 ejes y 160/300/500 kg. La contribución específica a la aplicación de Rekers son los ganchos de producto de dos caras y el software de funcionamiento. Los ganchos rígidos de producto poseen estructuras de aluminio ligeras y elementos de anclaje de abertura paralela accionados por ejes especiales y servomotores. Estos elementos de anclaje permiten aplicar una presión precisa según el tipo de producto. Los ganchos también pueden rotar, de manera que el producto puede colocarse en los transportadores de ensamblaje con la orientación deseada. Los ganchos están provistos de sensores ópticos especiales para determinar la ubicación exacta de la primera fila de producto del transportador de ensamblaje y así extraer el número exacto de bloques necesarios.

Los tres transportadores de ensamblaje están formados por cintas planas de poliuretano de cuatro ramales de tamaño suficiente para aguantar los bloques y diseñados para garantizar un transporte sin daños. Los bloques no se empujan sobre los transportadores, sino que una mesa elevadora situada entre las cintas los traslada hacia delante para ocupar los espacios entre capas a medida que se trasladan a la cabeza del transportador para que uno de los robots industriales extraiga los paquetes. El transportador de ensamblaje central 2 posee una segunda mesa de elevación (en la parte delantera) que separa los bloques de longitud de capa requerida y los posiciona para llevar a cabo el flejado horizontal. De esta forma, cada tres capas de un paquete se fleja con tiras de polipropileno para añadir estabilidad al paquete.

Las capas de producto individuales se apilan en un cajón a medida que avanza por el sistema de carrusel de embalaje, y a continuación los paquetes al completo pasan a través de varias máquinas de embalaje. Los transportadores superiores del sistema de carrusel se componen de una serie de secciones de rodillos/cadenas de superficie de poliuretano protegidas y con velocidad variable, mientras que las secciones de retorno inferiores están formadas por un conjunto de cintas en V también con velocidad variable. Se utilizan dos tipos/tamaños de cajones dependiendo de qué clase de paquete de producto deba embalarse. La gestión de los diferentes tipos de cajón la realiza Petra, que puede transferir directamente los cajones desde la línea de retorno inferior a la línea de embalaje superior o, de lo contrario, poner los

triais. O transportador de montagem central N.º 2 tem uma segunda mesa elevatória (frente) que separa o comprimento necessário da camada de blocos e os posiciona para a cintagem horizontal de forma a que cada terceira camada de um pacote seja cintada com polipropileno para uma estabilidade adicional do pacote.

As camadas individuais do produto são empilhadas numa sapata de empacotamento conforme avança ao longo do sistema de carrossel de empacotamento e os pacotes completos passam então através das várias máquinas de empacotamento. O sistema de carrossel dos transportadores superiores é composto por uma série de secções rolantes/em cadeia com superfície em poliuretano com rebordo individual com drives de velocidade variável e as secções de retorno inferior consistem de uma série de secções de correia V individual com drives de velocidade variável. São usados dois tipos/tamanhos de sapatas dependendo de que tipo de pacote produto está a ser empacotado. A gestão dos diferentes tipos de sapata é feita pela Petra que pode tanto transferir directamente as sapatas da linha de retorno inferior para a linha de empacotamento superior ou colocar as sapatas de retorno num pacote tampão e remover uma sapata diferente de outro pacote tampão e colocá-lo no transportador superior. A Petra é um robot industrial de 160 kg e 4 eixos standard, com um guindaste de sapata dedicado operado pneumaticamente. Todas as sapatas de empacotamento são enchidas com bandeiras RDIF que permitem informação relativamente ao número de sapata, tipo de pacote, etc., a ser lido em cada local de empacotamento.

O próximo robot industrial a entrar em acção é a Patrícia. A Patrícia remove o número exacto de blocos necessários para uma camada de pacote da frente do transportador de montagem N.º 1 e coloca-os na sapata do carrossel. A cada Segundo ou terceiro ciclo, conforme solicitado, a Patrícia também retira e coloca blocos no transportador de montagem N.º 4 directamente por trás das filas de blocos restantes. Estes blocos são primeiro ordenados em camadas de pacotes vazios pelo robot industrial Anna, que funciona num modo de « pegar e colocar » para criar aberturas as aberturas de forquilha e a camada vazia completa e então colocada como uma segunda camada numa sapata. A Patrícia e a Anna têm os mesmos guindastes específicos de aplicação da Rekers, etc., mas a sua capacidade é de 300 kg porque apenas alguns blocos podem ser manuseados ao mesmo tempo.

De forma a estabilizar a embalagem, em especial os blocos por cima da camada vazia, pode ser colocado um filme de plástico no pacote parcialmente construído consoante a sapata se move dos transportadores de montagem N.º 2 e N.º 3. O dispensador rolante Ridder tem uma drive de velocidade variável para que possa ser dispensado um filme à taxa correcta consoante o pacote passa por ali. O filme é cortado por uma faca em movimento e deixado pronto para a próxima pacote (Fig. 5).

As camadas de pacote cintado horizontalmente no transportador de montagem N.º 2 são retiradas e colocadas na sapata como a terceira camada do pacote pelo



Fig. 5 Distribuidor de la película que confiere estabilidad a la capa hueca.

Fig. 5 Dispensador de filme para estabilizar a camada Vazia.

cajones de retorno en una pila de almacenamiento intermedio y extraer un cajón distinto de otra pila de almacenamiento intermedio y colocarlo en el transportador superior. Petra es un robot industrial estándar de 4 ejes y 160 kg que posee una abrazadera neumática específica para estos cajones. Todos los cajones de embalaje están provistos de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) que permiten la lectura de información importante (número de cajón, tipo de paquete, etc.) en cualquier zona de embalaje.

El siguiente robot que entra en acción es Patricia. Patricia extrae del frente del transportador de ensamblaje 1 el número exacto de bloques requerido para una capa de paquetes y los coloca en un carrusel. Cada segundo o tercer ciclo, según lo requerido, Patricia también extrae y coloca bloques en el transportador de ensamblaje 4 directamente detrás de las filas restantes de bloques. A continuación, el robot industrial Anna une estos bloques en una capa de paquetes huecos, en modo « coger y dejar » para crear los espacios para las horquillas de la carretilla. Seguidamente, la capa de paquetes huecos completada se coloca como segunda capa en el cajón. Patricia y Anna tienen los mismos ganchos específicos de aplicación de Rekers, pero su capacidad es de 300 kg porque se manipulan menos bloques al mismo tiempo.

Con el fin de estabilizar el paquete, especialmente los bloques situados sobre la capa hueca, puede colocarse una película plástica a medida que el cajón se desplaza desde el transportador de ensamblaje 2 al 3. La velocidad del rodillo distribuidor Ridder es variable, de modo que la película puede colocarse a la velocidad correcta a medida que el paquete pasa por debajo de ella. Para cortarla se utiliza una cuchilla móvil, y se deja lista para el próximo paquete (Fig. 5).

Un manipulador de capas de paquetes Rekers coloca las capas de flejadas horizontalmente del transporta-

manipulador de capas de paquete da Rekers que también actúa como un pré-espumador para el Parallelper de cintagem horizontal. La razón para utilizar un manipulador Rekers en vez de un robot industrial en esta aplicación es porque el peso de determinadas capas de paquetes podría exceder la capacidad mínima del robot. El manipulador es una empaquetadora Rekers standar de dos lados con una capacidad de 800 kg.

El manipulador tiene un elevador servo operado y drives de viaje y un guindaste de apertura paralela operado hidráulicamente. El transportador de montaje N.º 4 es un transportador de correa lisa de diseño similar al transportador de producto, pero más pequeño. La Yessica opera de la misma forma que la Patricia, excepto de que una capa de paquete es removida del transportador de montaje N.º 3 y es la capa superior del paquete.

La sapata con el paquete de producto completo se mueve para la próxima(s) estación(es) donde el paquete es cintado verticalmente a través de las cintas verticales tandem N.º 2 colocadas directamente una después de la otra. Las cuatro cabezas son necesarias para las consideraciones de tiempo de ciclo visto que son necesarias hasta cuatro cintas para estabilizar paquetes vacíos para un manejo continuo (exterior).

Los paquetes estabilizados son entonces avanzados para las estaciones de embrulho encolhido donde reciben una cobertura protectora de polietileno que también es impresa como el logotipo de Tarmac, etc. para fines de identificación del producto/marketing. El aplicador de Madeira tiene dispensadores de película encolhido N.º 3 para diferentes tamaños de película de forma que los muchos diferentes tipos de paquetes pueden ser acomodados y así mismo alcanza-se una rápida mudanza. La estación de encolhimento es del tipo anel de aire enriquecido que pueden usar un filme más fino del que un tipo de gravador directo. El paquete es levantado de su sapata para la estación de encolhimento y el aire es extraído de entre el paquete y el capote (no encolhido) a través de una ventoinha y las extremidades soltas del capote son entonces apanhadas entre el paquete y la sapata para alcanzar el « encolhimento » deseado.

El paquete del producto es entonces avanzado a través de un aplicador de etiquetas automático antes de abandonar la fábrica. El aplicador de etiquetas aplica una etiqueta de tamaño A5 en el paquete y tiene el logotipo de Tarmac e información importante sobre el producto bien como los datos de producción para fines de control de calidad.

Conforme el paquete sale de la fábrica es separado de su sapata y colocado en el transportador de alimentación exterior tipo ripas por el manipulador de paquete. El manipulador de paquete es similar en diseño al manipulador de capa del paquete, excepto por el hecho de tener una mayor capacidad de elevación, un mayor alcance y un guindaste ajustable para diferentes tamaños de paquetes de forma que puedan ser montados en el transportador exterior en configuración cerrada. Entretanto, la sapata vacía es limpia con escovas y devuelta a Petra en los transportadores de correas en V del sistema carrousel.

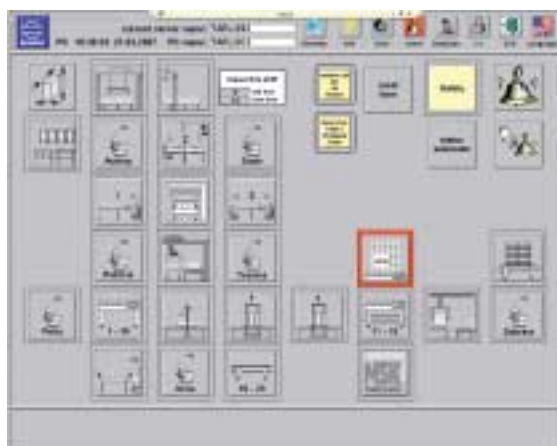


Fig. 6 Vista general en la pantalla táctil.

Fig. 6 Vista geral do Ecrã de Toque.

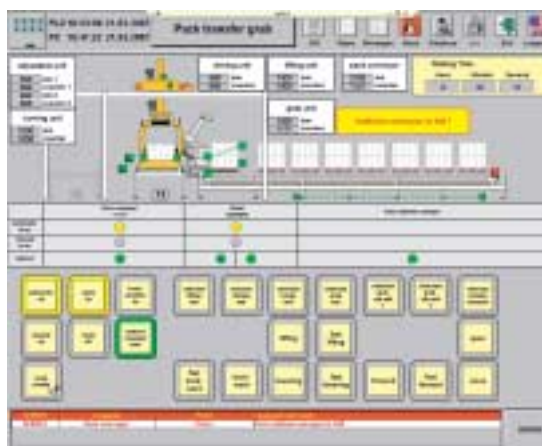


Fig. 7 Pantalla muestra de una estación individual.

Fig. 7 Amostra de um screen-shot de uma estação de trabalho.

dor de ensamblaje 2 en el cajón como tercera capa de paquetes. Dicho manipulador actúa también de compactador previo a la flejadora horizontal. El motivo de usar un manipulador Rekers en lugar de un robot industrial en esta aplicación se debe a que el peso de ciertas capas de paquetes excedería la capacidad máxima de los robots. El manipulador es un cubadora estándar de dos caras de Rekers, con una capacidad de 800 kg, con transporte y elevación servo operados y un gancho hidráulico de apertura paralela.

El transportador de ensamblaje 4 es una cinta transportadora plana de diseño similar al transportador de producto, pero más corto. Jessica funciona de la misma forma que Patricia, excepto que la capa de paquetes se extrae del transportador de ensamblaje 3 y forma la capa superior del paquete.

El cajón con el paquete de producto al completo se desplaza hasta la siguiente estación en la que el paquete se fleja verticalmente por medio de 2 flejadoras verticales en tándem situadas una detrás de la otra. Por cuestiones del tiempo de ciclo se requieren los cuatro cabezales, ya que para estabilizar los paquetes huecos y poderlos manipular (fuera de la instalación) son necesarios cuatro flejes.

A continuación, los paquetes estabilizados se llevan a las estaciones de envoltura contraíble, en las que se cubren con una capa protectora de polietileno que lleva impresa el logo de Tarmac con fines de marketing/identificación de producto. El aplicador tiene tres distribuidores de película retráctil con diferentes tamaños de bobinas de película de forma que pueden acomodarse tipos de paquetes muy distintos y realizar cambios rápidos. La estación de envoltura contraíble es del tipo de contracción por aire caliente, que puede usar una película más fina que una del tipo quemador directo. El paquete, sin su cajón, se eleva en esta estación y el aire entre el paquete y la cubierta se extrae por medio de un aspirador de forma que los extremos sueltos de la cubierta quedan atrapados entre el paquete y el cajón para lograr la deseada contracción inferior.

El paquete de producto avanza a través de un aplicador de etiquetas automático antes de salir de la fábrica.

O empacotamento de pacotes vazios tem sido descrito em pormenor anteriormente, mas os outros tipos de pacotes « sólidos » de vários tamanhos também são empacotados/manuseados pelo sistema. Estes outros pacotes podem ter sido colocados em paletes de expedição de madeira. A Sabrina é responsável pela gestão de dois tamanhos diferentes de paletes de expedição que são colocadas em pacotes em cada um dos transportadores de zona tampão tipo rolante com uma Capacidade total de 60 paletes. A Sabrina pode colocar exactamente as paletes directamente no transportador exterior ou mesmo no topo no primeiro pacote de forma que os pacotes de peso duplo possa ser retirados pelos camiões guindaste.

Uma linha de empacotamento de alta velocidade, de até 180 pacotes por hora, significa que os pacotes de produto têm também de ser retirados a esta mesma taxa. Mesmo apesar dos carros manipuladores podem remover até seis pacotes de cada vez, três pacotes duplos, é sempre essencial maximizar a segurança nesta área de alto risco com vários carros manipuladores em funcionamento simultâneo. Por isso, a operação do transportador externo é controlada por um sistema de circuitos de indução, vigas leves e sinais de trânsito para os carros manipuladores. Isto evita que o transportador exterior indexe se um carro manipulador estiver a retirar pacote(s) e assinala o carro manipulador para não entrar enquanto estiver prestes a indexar. Isto garante a melhor segurança/eficiência para o carro manipulador bem como assegura que os pacotes de produto não são danificados.

### Sistema de Controlo e Operação

A linha de empacotamento completa é controlada por vários PLC's Siemens S 400 PLC's. Contudo, os robots industriais (cada um) tem os seus próprios sistemas de controlo PLC dedicados que estão totalmente interligados com o sistema Rekers que é também responsável pela interface do operador. A Audrey/Susie e a Patricia/Yessica são controladas por um denominado sistema « gémeo » que tem a vantagem de evitar a colisão e um painel de operador único.

Dicho aplicador coloca una etiqueta de tamaño A5 al paquete, que consta del logo de Tarmac, información importante del producto y datos de los controles de calidad.

Cuando el paquete sale de la fábrica, éste se separa del cajón y el manipulador correspondiente lo coloca en el transportador de salida. El diseño del manipulador de paquetes es similar al del manipulador de capas, excepto que tiene mayor capacidad y gama de elevación y un gancho ajustable para diferentes tamaños de paquete de manera que pueden ensamblarse en el transportador de salida. Al mismo tiempo, el cajón vacío se cepilla y se devuelve a Petra sobre los transportadores de cinta en V del sistema de carrusel.

Con anterioridad se ha descrito detalladamente el embalaje de paquetes huecos, pero el sistema también manipula/embala otros tipos de paquetes « macizos » de varios tamaños, que deben colocarse en palets de transporte de madera. Sabrina es la responsable de gestionar los dos tamaños de palets existentes que se apilan en cada uno de los transportadores de rodillos de almacenamiento intermedio con una capacidad total de 60 unidades. Sabrina puede colocar los palets con mucha precisión directamente en el transportador de salida o incluso en la parte superior del primer paquete de modo que las grúas pueden extraer los paquetes de altura doble.

Una línea de embalaje de alta velocidad, de hasta 180 paquetes por hora, significa que los paquetes de producto tienen que extraerse también a este ritmo. Aunque las grúas puedan extraer hasta seis paquetes a la vez – tres paquetes de altura doble –, fue primordial potenciar al máximo la seguridad en esta zona de alto riesgo con varias grúas funcionando al mismo tiempo. Por lo tanto, el funcionamiento del transportador de salida está controlado por un sistema de bucles de inducción, haces luminosos y señales de tráfico para las grúas que previene que el transportador choque con la grúa que está extrayendo paquetes y le avisa de que no debe entrar. Todo ello garantiza una mayor eficiencia/seguridad de la grúa y que los paquetes de productos no se dañen.

### Sistema de control y funcionamiento

Toda la línea de embalaje está controlada por varios PLC Siemens S 400. Sin embargo, cada robot industrial posee sus propios PLC específicos que están totalmente interconectados con el sistema Rekers, que también está a cargo de la interfaz de operación. Audrey/Susie y Patricia/Yessica están controladas por el denominado sistema « gemelo », que posee la ventaja de evitar más fácilmente las colisiones y que cuenta con un único panel de operación.

Todos los ordenadores y PLC individuales están conectados mediante una red Ethernet. La línea de embalaje se controla desde las estaciones de operación con pantallas táctiles TFT situadas en lugares estratégicos y que ofrecen al operario una panorámica global de los que se está controlando. Las pantallas táctiles ofrecen la visualización completa de la planta a partir de gráficos

Todos los PLC's e computadores individuales están conectados através de una red Ethernet. A linha de empacotamento é controlada a partir das estações de operador com ecrãs TFT de toque que são colocados em sítios estratégicos proporcionando ao operador uma vista completa do que está a ser controlado. Os ecrãs de toque oferecem uma visualização total da instalação com base no WinCC com gráficos em tempo real bem como um sistema de recolha de dados SCADA compreensivo. Todo o controlo da linha de empacotamento está disponível a partir de cada estação de operação, mas o controlo em modo manual/automático apenas está disponível para aquelas estações de operação que tem uma visão completa do equipamento relevante. Um sistema com base de PIN fornece um acesso seguro aos vários níveis de programação a partir da alteração do produto até à alteração do programa (ver Fig. 6 e Fig. 7).

Durante o design conceptual do sistema de controlo foi colocado ênfase especial na segurança. Não só foi fornecido uma barreira de padrão tipicamente inglês de 2 m de altura com acesso de troca de chave como também um « tag-in/tag-out », mas também foi dada especial atenção aos padrões de segurança Tarmac. A Rekers também instalou um PLC com processador duplo para supervisão de segurança que monitoriza a operação de toda a instalação e que a desliga mesmo que seja detectado um erro. A instalação está concebida como uma instalação CAT 4, excepto em determinadas áreas como os robots industriais que onde só eram possíveis CAT 3 em determinadas circunstâncias. A instalação está dividida em zonas de segurança de forma que cada uma pode continuar a trabalhar em modo automático enquanto uma outra zona é desactivada devido a problemas do produto ou falhas.

### O futuro

O uso de robots únicos e múltiplos em muitos sectores industriais (produção em massa) tem/tornou-se um local comum. Até agora, isto não tem sido assim na indústria do betão, principalmente devido ao peso dos produtos que têm de ser manuseados.

Contudo no caso da linha de empacotamento Tarmac acima descrita, não teria sido possível no espaço disponível sem a flexibilidade, velocidade e fiabilidade dos robots industriais. É também verdade que uma solução desta natureza não teria sido possível sem a aplicação do know-how específico da indústria e a experiência de uma empresa como a Rekers. Nem ninguém deve subestimar a importância do equipamento de manuseio da Rekers e em especial o sistema de controlo da Rekers na solução global.

Os sistemas complexos como este também exigem uma entrada de formação significativa de todos os fornecedores que se inicia antes do equipamento chegar ao local. O apoio continuo depois do comissionamento/optimização é tão essencial. Como o pessoal de manutenção/operadores necessitam de tempo para se familiarizarem com todos os aspectos do sistema. A Tarmac reconhece-o desde o início e isto tem sido uma razão chave para o sucesso deste projecto inovador.

WinCC en tiempo real y un sistema integral SCADA de recopilación de datos. El control de toda la línea de embalaje está disponible desde cada estación de operación, pero al control en modo manual/automático sólo tienen acceso las estaciones que tienen visión total del correspondiente equipo. Un sistema con PIN de acceso proporciona seguridad a varios niveles del programa, desde el cambio de producto hasta el cambio de programa (ver Fig. 6 y Fig. 7).

Durante el diseño conceptual del sistema de control se hizo especial hincapié en la seguridad. Además de cumplir la norma inglesa típica que exige la instalación de una valla de 2 m de alto y el sistema « tag-in/tag-out », se puso especial atención a las normas de seguridad de Tarmac. Rekers también instaló un PLC de supervisión de la seguridad con procesador dual que sigue el funcionamiento de toda la planta y la desconecta si detecta un error. La planta es de la categoría CAT 4 excepto en ciertas áreas, como los robots industriales, en las que sólo se alcanza la CAT 3 en circunstancias específicas. La planta está dividida en zonas de seguridad que pueden seguir funcionando en modo automático en el caso de que una de ellas se desconecte de la alimentación de corriente por problemas de producto o avería.

## El futuro

El uso de robots industriales en muchos sectores de producción masiva se ha convertido o se está convirtiendo en un hecho común. Sin embargo, hasta ahora, esto no había ocurrido en la industria del hormigón, principalmente debido al peso de los productos que deben manipularse.

En el caso de la línea de embalaje de Tarmac descrita anteriormente, no habría sido posible llegar a una solución en el espacio del que se disponía sin la flexibilidad, velocidad y fiabilidad de los robots industriales. También es cierto que la experiencia y el know-how de una empresa como Rekers ha sido un factor clave. Y tampoco habría que subestimar la importancia de Rekers a la hora de gestionar el equipo y, especialmente, el sistema de control de la solución global.

Sistemas tan complejos como el que nos ocupa requieren la formación de todos los proveedores, formación que se inicia antes de que el equipo llegue a la planta. Otro aspecto esencial es el apoyo continuado tras la puesta en marcha y optimización del sistema, ya que los operarios o el personal de mantenimiento necesitan tiempo para familiarizarse con todas las características del sistema. Tarmac admitió este hecho desde el principio, por lo que ha sido uno de las razones fundamentales del éxito de un proyecto tan pionero como éste.

*Robert van Baarsel, Franz-Josef Papen*

## El reformateado de bloques de hormigón – una parte muy especial del proceso de producción

## Reformatar blocos de betão – uma parte muito especial do processo de fabrico

Autor



Günter Becker (1944), licenciado en ciencias físicas, con más de treinta años trabajando en Schlosser-Pfeiffer ocupando puestos fundamentalmente de gerencia. En el año 2000 se convierte en asesor autónomo de la empresa GB Consult GmbH y escribe en varias publicaciones especializadas. Desde el 1 de enero de 2004 hasta el 30 de junio de 2006 volvió a trabajar en Schlosser-Pfeiffer como gerente.

Aunque hoy en día casi todos los componentes de un sistema moderno de producción de bloques están estandarizados, las soluciones a medida del cliente siguen siendo muy comunes en los procesos con operaciones de reformateado. Esta situación es el resultado de la amplia diversidad de requisitos necesarios, ya que el proceso de reformateado puede incluir un gran número y variedad de definiciones y, por lo tanto, de especificaciones.

En general, el reformateado se requiere cuando **la forma de la unidad de transporte difiere de la disposición de los bloques en el palet de producción**, lo que supone grandes unidades de producción fabricadas en plantas y con equipos trabajando a toda su capacidad en comparación con las menores cantidades que se forman en cubos más pequeños para facilitar su manipulación. Éste no es el único requisito que debe cumplirse, sino que existen muchos otros que se ilustran en los siguientes ejemplos.

El método clásico de reformateado, y probablemente el más antiguo, se usaba ampliamente para manipular los bloques huecos franceses, de medidas 200 x 200 x 500 mm. En la mayoría de los casos se fabricaban seis bloques en un tablero pequeño (más adelante se colocarían ocho cara a cara), o en dos líneas de seis bloques cada una en un tablero grande. El paquete completo tenía que consistir en una disposición de dos filas de cinco bloques cada una, es decir, de exactamente 1,0 x 1,0 m con el fin de formar un cubo de capas de bloques cruzadas. En Gran Bretaña también era necesario llevar a cabo un proceso similar, ya que los bloques, de dimensiones 110 x 440 mm, eran específicos para una área de producción habitual de 2 x 12 bloques y un cubo que comprendía 2 x 8 bloques por capa. La solución parece sencilla, pues sólo es necesario realizar una etapa de reformateado «unidimensional»: pasar de seis a cinco o de doce a ocho.

Para conseguirlo, un apilador de bloques – formado normalmente por un apilador automático simplificado con altura preajustada de recogida y descarga, y un empujador de bloques – forma una sección de dos bloques de anchura. Cuando la producción se realiza sobre bandejas, esta operación puede llevarse a cabo sin el apilador, de manera que los bloques se empujan directamente sobre la bandeja.

Embora quase todos os componentes de um sistema de produção moderno de fabrico de blocos estejam actualmente padronizados, soluções feitas sob encomenda são agora como antes, a regra para o processo de fabrico. Esta situação é o resultado da alargada diversidade das exigências que são colocadas, uma vez que o processo de reformatar pode envolver um grande número e variedade de definições e, por sua vez, especificações.

É geralmente solicitada a reformatação quando **o formato da unidade de remessa difere da disposição dos blocos na paleta de fabrico**. Geralmente, isto envolve unidades de produção de grande dimensão com fábrica e equipamento a funcionar em pleno, por oposição às quantidades menores que são formadas cubos de menor dimensão para maior facilidade de manipulação. Além disso, no entanto, há outras exigências a cumprir, que serão ilustradas através dos exemplos seguintes.

O método mais clássico e provavelmente mais antigo de reformatar era amplamente utilizado para manipulação do bloco oco Francês. Este bloco mede 200 x 200 x 500 mm. Na maioria dos casos, seis destes blocos (mais tarde, oito colocados lado a lado) eram fabricados numa pequena tábua, ou em duas filas de seis blocos cada numa tábua maior. O cubo completo tinha de suportar uma disposição de duas filas de cinco blocos cada, i.e. 1.0 x 1.0 m exactos, de forma a obter um cubo com um padrão cruzado. Era muitas vezes necessário proceder a uma tarefa semelhante na Grã-Bretanha onde os blocos com as medidas de 110 x 440 mm eram especificados para utilizar a área de produção habitual de 2 x 12 blocos e um cubo que incluía 2 x 8 blocos por camada. Ambas as tarefas parecem simples, já que apenas é necessário uma etapa de reformatação «unidimensional»: transformar seis em cinco e/ou doce em oito.

Para conseguir isso, – um empilhador de blocos – consistindo numa regra de um empilhador automático simplificado com um recolha prefixa e altura de declive acentuada, bem como também um bloco – forma uma secção infinita da largura de dois blocos. Quando a produção é efectuada em camadas, esta operação pode por vezes ser realizada sem a vantagem de um empilhador e os blocos são empurrados directamente para fora da camada.

Na extremidade frontal da fila, um separador extrai o número desejado de blocos. Frequentemente, os blo-



En el extremo inicial de la fila, un separador extrae el número deseado de bloques. Con frecuencia, los bloques se encuentran anclados para lograr un corte limpio. A continuación, un apilador automático forma los cubos.

Sin embargo, existe un problema típico relacionado con este método de reformateado: la formación de cubos tiene lugar a una velocidad mucho mayor que la de bloques. El motivo se ilustra mediante el ejemplo de Gran Bretaña. Como se fabrican bloques macizos que requieren poca compactación, los tiempos de ciclo de la máquina son, habitualmente, de 10 segundos. En consecuencia, el apilador automático tendría que operar con un tiempo de ciclo inferior a 7 segundos, velocidad que no puede alcanzarse con el apilador más rápido que usa esta tecnología. La alternativa y solución más obvia de simplemente duplicar el número de capas de bloques no siempre puede ponerse en práctica, ya que el cubo estándar comprende cinco capas.

Por este motivo, el apilador automático se usaba a menudo como acumulador automatizado, tomando dos o tres capas superpuestas en el punto de recogida antes de que la abrazadera continuara hacia el punto de descarga. Sin embargo, este procedimiento causaba problemas cuando era necesaria una disposición de 2 x 5 en lugar de 2 x 8 bloques en capas alternadas. Este tipo de formato, típico en Gran Bretaña, permite el transporte sin palets utilizando elevadores provistos de horquillas estándar (creación de espacios vacíos). En estas situaciones, una solución muy utilizada fue el formato de dos secciones paralelas con recogida mediante un apilador automático de sujeciones dobles.

### Solución usada en la empresa Dr. Carl Riffer Baustoffwerke GmbH & Co. KG/Alemania

En la **Fig. 1** se muestra una forma muy especial de reformateado de bloques murales. Se trata de elementos de gran tamaño, de dimensiones 1.000 x 625 mm, hechos de hormigón de piedra pómez, un producto especial de Dr. Carl Riffer Baustoffwerke GmbH & Co. KG, en Mülheim-Kärlich, Alemania. La altura de producción de la máquina de bloques – que posteriormente corresponderá con el grosor de la pared de los bloques instalados – es 240, 300 o 360 mm. Como los elementos se instalarán con la ayuda de un mecanismo elevador, deben entregarse con el tipo de agrupación o patrón requerido, lo que significa que los bloques deben colocarse verticalmente en la propia planta de producción. Este proceso se lleva a cabo con un reformateador SFH, que coge las unidades de producción una tras otra, las gira 90° y las añade a la anterior unidad hasta formar un cubo completo. Una característica especial de la planta es que, aunque la altura del elemento siguiente durante la fabricación corresponde a la anchura – definida por el tamaño del molde y, por tanto, muy precisa –, no debe descartarse la aparición de leves deformaciones debido al comportamiento de la piedra pómez. Sin embargo, como los elementos se encuentran en un lecho fino de mortero, las posibles diferencias en altura no son aceptables. Por este motivo, se ha añadido una fresadora al

cos encuentran-se ancorados para conseguir un corte limpio. Seguidamente, un empilador automático forma los cubos.

Um empilhador automático standard forma então estes blocos em cubos. Um problema típico que acontece com este método de reformatação, torna-se bastante evidente: O processo de cubing deve efectuar-se uma taxa muito mais rápida do que a máquina de blocos. A razão para isso é ilustrada pelo exemplo da Grã-Bretanha. Uma vez que na produção em apreciação, são fabricados blocos sólidos que requerem pouca compressão, tempos de ciclo de 10 segundos da máquina são habituais. De acordo com isso, o empilhador automático, teria que operar com um tempo de ciclo de menos de 7 segundos. Tempos de ciclo a essa taxa, no entanto, não podem ser realizados, mesmo com o empilhador mais rápido utilizando esta tecnologia. A alternativa e solução mais óbvia de duplicar simplesmente as camadas de blocos, não era muitas vezes possível de por em prática, uma vez que o cubo padrão compreende cinco camadas.

Por essa razão, o empilhador automático era frequentemente utilizado como um acumulador automatizado que leva duas e/ou três camadas sobrepostas no ponto de recolha antes da braçadeira continuar no ponto de drop-off. No entanto, este procedimento causou problemas quando a exigência adicional era efectuada de que todas as outras camadas do cubo eram de 2 x 5 em vez de 2 x 8 blocos. Este tipo de formato, típico na Grã Bretanha, permite o transporte sem paletes utilizando elevadores equipados com garfos standard (criação de espaços vazios).

Uma solução bastante mais prática nestas situações seria então a formatação de duas secções paralelas e contínuas e recolha por um empilhador automático com garfos duplos.

### Solução usada em Dr. Carl Riffer Baustoffwerke GmbH & Co. KG/Alemanha

Uma maneira muito especial de reformatar blocos de



**Fig. 1** Los elementos de superficie grande se colocan en posición vertical.

**Fig. 1** Os elementos de superfície grande colocam-se em posição vertical.



Fig. 2 Panorámica general del proceso de reformateado utilizado por Brett Landscaping, Kent, UK.

Fig. 2 Panorâmica geral do processo de reformatação utilizado por Brett Landscaping, Kent, Reino Unido.

proceso de formación de cubos con la que los elementos pueden calibrarse si fuera necesario, garantizando una elevada calidad.

#### **Brett Landscaping Ltd., Kent/Reino Unido**

En el caso de producción de bloques de pavimentación el proceso es a menudo más complicado, ya que el flejado y los espacios vacíos necesarios en las capas individuales de bloques son requisitos adicionales que deben cumplirse. El sistema que suministró la empresa Rekers GmbH Maschinen und Anlagenbau, ubicada en la ciudad alemana de Spelle, a la inglesa Brett Landscaping Ltd. de Kent sería el ejemplo típico. En las instalaciones de Brett Landscaping Ltd. en Cliffe, en las proximidades de Rochester, operan tres sistemas de producción de bloques de pavimentación que, incluyendo la máquina de bloques, fueron suministrados por Rekers. La

parede é ilustrada através da Fig. 1. Estes são elementos de tamanho grande que medem 1.000 x 625 mm. em de betão leve (pedra-pomes) – um produto especial da empresa Dr. Carl Riffer Baustoffwerke GmbH & Co. KG em Mülheim-Kärlich/Alemanha. A altura de produção na máquina de blocos – que corresponderá depois à espessura de parede dos blocos instalados – é de 240, 300 ou 360 mm. Porque os elementos serão instalados com a ajuda de um mecanismo de levantamento, devem ser colocados verticalmente na própria unidade de fabrico. Isto exige que os blocos sejam colocados na vertical nos agrupamentos já existentes na fábrica. Este processo é levado a cabo por um reformatador SFH que agarra uma unidade produzida uma após outra, a inclina a 90° e então acrescenta-a à unidade precedente até que um cubo esteja completo. Uma funcionalidade extra da fábrica: embora a altura do elemento subsequente durante o fabrico corresponde à largura, sendo definido pelo tamanho do molde e assim muito preciso, ocorrência de deformações leves devido ao comportamento de betão leve, não pode ser impedido. No entanto, como os elementos são colocados numa base de betão, as diferenças em altura daí resultantes não serão, neste caso, aceitáveis. Por essa razão, uma fresadora foi acrescentada ao processo de cubing, com a ajuda da qual os elementos podem ser calibrados, se for necessário, assegurando deste modo a mais alta qualidade.

#### **Brett Landscaping em Kent/Reino Unido**

Esta tarefa é frequentemente ainda mais complicada na produção de blocos de pavimento, já que a cintagem e/ou vácuo necessária nas camadas individuais de bloco são exigências adicionais que devem ser satisfeitas. O sistema fornecido pela Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau na cidade alemã de Spelle/Alemanha para Brett Landscaping Ltd. em Kent/UK pode servir aqui como um exemplo típico. A Brett Landscaping Ltd. nas suas instalações de Cliffe perto de Rochester, opera três sistemas de produção de blocos de pavimentação

planta más antigua de las tres lleva trabajando más de diez años; la segunda, que se describe posteriormente con más detenimiento, se entregó en 2003; y las máquinas más nuevas se entregaron en diciembre de 2005 y empezaron a funcionar en 2006. En la **Fig. 2** se muestra una panorámica general del proceso de reformateado.

En esta planta, la mayoría de los bloques de pavimentación se fabrican en formato rectangular de 100 x 200 mm y altura de 60 mm. Las capas de producción se disponen en cinco filas con 13 bloques cada una. Las capas de los cubos están formadas por 4 x 8 bloques. Por lo tanto, el objetivo es apilar los cuadrados resultantes de forma cruzada. La tercera y cuarta capas deben comprender dos filas con cavidades de 150 mm de ancho de manera que las horquillas de los apiladores estándar puedan entrar en estos espacios vacíos. Así, los cubos pueden transportarse sin palets. Las dos capas por debajo de las filas con cavidades deben, en este instante, hallarse una encima de la otra de forma cruzada para que la pila de bloques tenga la estabilidad requerida.

En la zona seca, a la que sigue una estación de curado totalmente integrada (sistemas de elevación incluidos), existen dos abrazaderas de bloques estacionarias e hidráulicas. La primera junta las capas de bloques individuales en dirección transversal y longitudinal (extractor de palets), es decir, cierra los espacios formados por las paredes del molde y garantiza la estabilidad de la capa de bloques. La segunda abrazadera funciona a modo de duplicador de bloques, es decir, eleva la capa de bloques a medida que ésta llega, permanece en esta posición hasta que la siguiente capa se ha situado debajo de la primera, y entonces deposita la primera sobre la segunda. Mediante este proceso, la disposición es de una capa encima de la otra, pero no con formato cruzado.

La idea – juntar las capas de bloques una a una – está clara: la primera capa ya se ha empujado cuando se recoge. Si se tuviera que empujar hacia abajo la se-

os quais, incluindo a máquina de blocos, foram todos obtidos da Rekers. A mais velha das três fábricas já estava a funcionar há mais de dez anos; a segunda, que aqui é descrita com maiores detalhes, foi entregue em 2003. As últimas máquinas foram entregues em Dezembro de 2005 e postos em funcionamento em 2006.

**Fig. 2:** mostra o processo completo do procedimento de reformatação.

Neste local, a maioria dos blocos de pavimentação é fabricada no formato rectangular de 100 x 200 mm. e uma altura de 60 mm; as camadas de produção são organizadas em cinco filas que incluem 13 blocos cada. Uma camada no cubo consiste em 4 x 8 blocos. O objetivo é de empilhar os quadrados resultantes em cruz. A terceira e quarta camadas devem aqui consistir em duas filas de cavidade de largura de 150 mm cada, de modo a que os garfos padrão do empilhador possam entrar nestes espaços vazios. Deste modo, os cubos podem ser transportados sem paletes. As duas camadas por baixo das cavidades das filas devem nesta altura estar já colocadas por cima de cada uma numa junção cruzada, de modo a dar à pilha de blocos estabilidade suficiente.

No lado seco, que é seguido pelo alojamento completo na estação de cura (inclusive o mecanismo de elevação e de abaixamento), actuam dois grampos de blocagem estacionários e hidráulicos. A primeira braçadeira empurra as camadas de blocos nas direcções transversal e longitudinal em conjunto (dispositivo de desengate de paletes), i.e. fecha o espaço formado pelas paredes do molde assegurando desta forma uma camada estável de blocos. A segunda braçadeira opera como bloco duplicador, i.e. eleva uma camada de blocos quando esta chega, permanece nessa posição até uma camada posterior ser colocada por baixo dessa e depois rebaixa a primeira camada sobre a camada de fundo. Através deste processo, são ordenadas duas camadas uma por cima da outra, mas no entanto não na junção cruzada final.



**Fig. 3** Formación de espacios vacíos para el transporte posterior con el apilador.

**Fig. 3** Formação de espaços vazios para o transporte posterior com o empilhador.

gunda capa, con los espacios entre bloques, tales vacíos tendrían que eliminarse en procesos posteriores. Esto ocurriría en la capa superior, provocando que las superficies de los bloques se rayaran.

El siguiente apilador (apilador automático N° 1) coge toda la capa de bloques duplicada, es decir, 2 x 5 x 13 bloques, y la deposita en una mesa deslizante de 800 mm de ancho. Un empujador de bloques, accionado eléctricamente, forma una sección de bloques en cuyo extremo delantero se encuentra una mesa deslizante divisible. Después de que el empujador haya manipulado las primeras 8 filas de bloques, dicha mesa avanza para dejar espacio a la abrazadera del apilador automático N° 2.

A continuación, el apilador automático N° 2 coge la capa superior de la capa doble y la eleva unos centímetros. La abrazadera realiza un giro de 90° y deposita la capa nuevamente. De esta forma se consigue el formato cruzado en la capa doble inferior, y el apilador automático recoge las dos capas y las coloca en el transportador de cubos de bloques.

La segunda capa doble, que llega procedente de la mesa separadora que está situada en el extremo frontal de la mesa deslizante, se empuja únicamente una distancia equivalente a cinco filas de bloques. Durante el proceso de separación, los dos extremos de la mesa se deslizan 150 mm de modo que se forma nuevamente la anchura total inicial de la capa, esta vez, sin embargo, con dos espacios vacíos de 150 mm de ancho entre medio. Estos huecos forman posteriormente los vacíos en el cubo completo de bloques para dejar espacio para las horquillas del elevador (Fig. 3).

En este instante, la mesa separa las siguientes capas dobles, siempre con una anchura de ocho bloques, y el apilador automático las recoge. La primera capa por encima de los espacios vacíos debe girarse 90° para crear el formato cruzado. Cada bloque asoma 75 mm de su longitud total (200 mm) sobre los espacios vacíos, lo que confiere la estabilidad suficiente para las capas siguientes.

Sin embargo, en los países anglosajones también son comunes cubos de la misma configuración con un

Eis o raciocínio por trás do conceito – empurrando as camadas de blocos camada a camada – fica claro: A primeira camada já é empurrada em conjunto quando recolhida. Se a segunda camada com o intervalo entre os blocos fosse empurrada para baixo, os intervalos nesta camada teriam que ser empurrados em conjunto no processo de subsequente. Isto aconteceria então na camada superior, causando riscos às superfícies do bloco.

Em seguida o empilhador (empilhador automático N° 1) segura a camada completa de blocos dobrados, i.e. 2 x 5 x 13 blocos e deposita-os numa mesa deslizante – quatro blocos em cruz, com 800 mm de largura. Um empurrador de blocos, accionado por uma engrenagem motorizada eléctrica, forma uma secção de blocos infinita, em cuja extremidade frontal está colocada uma mesa deslizante divisível. Depois do empurrador ter manipulado as primeiras filas de 8 blocos, a mesa corrediça avança para abrir espaço para o grampo do empilhador automático N° 2.

O empilhador automático N° 2 aproxima apenas a camada superior da camada dupla, agarra-a e eleva-a em alguns centímetros. O grampo faz agora uma volta de 90° e dispõe novamente a camada de blocos. Desta maneira, o necessário assentamento cruzado na camada dupla do fundo é formada e o empilhador automático apanha ambas as camadas e coloca-as no bloco transportador de cubos.

A segunda camada dobrada, que chega da mesa de separação colocada na extremidade frontal da mesa corrediça, apenas é empurrada a uma distância de cinco filas de blocos. Durante o processo de separação, a mesa aproxima duas posições adicionais, espaçadas 150 mm, para que a largura total inicial da camada seja formada de novo, desta vez no entanto com dois intervalos de 150 mm de largura intermédia. Estes espaços ociosos formam posteriormente os intervalos no cubo de blocos para criar espaço para os garfos do empilhador (Fig. 3).

As seguintes camadas dobradas agora separadas pela mesa de separação da secção infinita da maneira normal, sempre com oito blocos de largura e recolhidas pelo empilhador automático. A primeira camada acima dos intervalos deve agora ser rodada em 90° de forma a criar uma junção cruzada final. Todos os blocos se projectam por 75 mm do seu comprimento total (200 mm) pelos intervalos. Isto proporciona um apoio suficientemente estável para as camadas seguintes.

No mundo Anglo-americano, no entanto, cubos com a mesma configuração com uma área de superfície de 600 x 800 mm são habituais. Devido à forma rectangular, não pode ser formada nenhuma junção em cruz. Nesses casos, é colocado um cartão sobre os intervalos para proporcionar uma «ponte» para apoiar as camadas seguintes. O exemplo a seguir apresenta uma forma de evitar este procedimento.

Cada segunda camada dupla das camadas de blocos de pavimento é igualmente rodada a 90° para criar uma junção cruzada sobre duas alturas. Após um total de oito ciclos de empilhamento, o cubo de blocos completado, com 16 camadas de bloco em altura, apoiam-se no



**Fig. 4** El cubo se gira para adecuarlo al segundo proceso de flejado.  
**Fig. 4** O cubo roda para de adaptar ao segundo processo de cintagem.



**Fig. 5** Los cubos se empaquetan mediante un montador de cubiertas.  
**Fig. 5** Os cubos embalam-se através de um montador de coberturas.

área superficial de 600 x 800 mm. Debido a su forma rectangular, no puede crearse el formato cruzado. En tales casos, se coloca una lámina de cartón sobre las capas con espacios vacíos que sirva de «puente» para aguantar a las capas siguientes. En el siguiente ejemplo se presenta una solución alternativa al respecto.

Cada doble capa alterna se gira 90° para crear un formato cruzado sobre dos alturas. Después de un total de ocho ciclos de apilado, el cubo de bloques completo, con una altura de 16 capas de bloques, se coloca en el transportador de rodillos accionados individualmente en el que los palets de acero circulan sujetos a él. La gran ventaja en comparación con una cinta transportadora es que puede trabajarse con cinco estaciones de procesamiento de cubos de forma independiente – un compactador, un apilador, dos flejadoras y un montador de cubiertas –, de manera que no aparecen problemas de sincronización ni retrasos innecesarios.

El paquete completo se lleva en primer lugar a una estación de compactación en la que las capas se alinean una vez más presionando sobre todas las caras laterales del paquete, mejorando la estabilidad del cubo. La siguiente estación es una flejadora vertical en la que se colocan cuatro flejes a los cubos – es decir, un fleje para cada fila de bloques – en dirección perpendicular a la de transporte. En plantas más antiguas se solían usar con frecuencia dos flejes horizontales. Sin embargo, en esta planta moderna se optó por la instalación de una segunda flejadora vertical con el fin de obtener la estabilidad

transportador de cubo de bloques. A vantagem decisiva deste transportador em cima de um transportador de placas articuladas é que o transportador é seguido por um total de cinco estações diferentes de processamento de cubos, i.e. um compactador de cubos, um empilhador de cubos, duas estações de cintagem e um montador de coberturas. Uma vez que a sincronização de todas estas estações iria resultar em atrasos desnecessários, esta linha de transporte é montada por secções transportadoras de rolos accionadas individualmente. Isto assegura um processamento sem defeitos contrariamente a um sistema altamente complexo.

A embalagem completa é levada em primeiro lugar a uma estação compactadora onde todas as camadas são uma vez mais alinhadas dando à embalagem um enérgico empurrão sobre a sua altura total de forma a dar ao cubo estabilidade adicional. A estação seguinte é uma máquina de cintar vertical na qual se colocam quatro fitas de cintagem nos cubos – quer dizer, uma fita para cada fila de blocos – na direcção perpendicular à do transporte. Nas fábricas mais antigas costumava-se utilizar frequentemente duas cintagens horizontais. No entanto, nesta unidade moderna optou-se pela instalação de uma segunda máquina de cintagem vertical a fim de obter uma estabilidade óptima. Como a máquina de cintagem vertical apenas se pode instalar perpendicularmente à direcção do transporte, a embalagem deve ser rodado a 90° antes da cintagem. Este processo tem lugar numa estação configurada de forma similar à es-



Fig. 6 El apilador de cubos de bloques en dirección a la cinta transportadora.

Fig. 6 O empilhador de cubos de blocos em direcção ao tapete transportador.



Fig. 7 Transporte del apilador: recogida de un «paquete doble».

Fig. 7 Transporte do empilhador: recolha de uma «embalagem dupla».



Fig. 8 Zona de almacenamiento.

Fig. 8 Zona de armazenamento.

óptima. Como la flejadora vertical sólo puede instalarse perpendicular a la dirección de transporte, el paquete debe girarse 90° antes del flejado. Este proceso tiene lugar en una estación configurada de forma similar a la estación de compactación, con la adición de un dispositivo de girado (Fig. 4).

Cuando se han colocado los segundos flejes verticales, el cubo se envuelve con una película de poliuretano (PU). La envoltura retráctil se descartó por motivos de energía, y la opción alternativa de envoltura conformada por estiramiento tampoco habría sido adecuada ya que no ofrecía la posibilidad de aplicar la sobreimpresión publicitaria deseada. Por lo tanto, la empresa MSK Verpackungssysteme GmbH, ubicada en la ciudad alemana de Kleve, implementó la solución final: se coloca una manga plana de película de PU encima del cubo, donde se estira mediante dos planchas de vacío situadas a los lados; a continuación se corta una sección de la manga con el tamaño adecuado para el paquete y se extiende mediante cuatro mandriles accionados por motor hasta cubrir el cubo entero (Fig. 5).

La cubierta elástica e impermeable garantiza la máxima estabilidad del paquete de bloques, el cual se coloca en la cinta transportadora dispuesta en ángulo recto y sobre la que los paquetes se desplazan fuera del área de producción (Fig. 6). En este transportador siempre se colocan dos paquetes bien juntos para permitir que el elevador de horquilla pueda recogerlos de una sola vez (Fig. 7). Este complejo concepto de formato y empaquetado garantiza que el transporte sea óptimo y que la zona de almacenamiento esté ordenada (Fig. 8).

La política de calidad de Brett Landscape Ltd. también se hace patente en el control al que están sujetos los bloques recién fabricados. La nueva planta dispone de una estación de control adicional situada sobre la parte de hormigón fresco. Al activarse, un palet de la zona húmeda se eleva hasta la estación de control para llevar a cabo el control cuidadoso de la producción (medición de la altura del bloque, determinación del tamaño, etc.) (Fig. 9).

Otra mejora respecto a plantas anteriores es la tecnología de creación de espacios vacíos, un concepto concebido con inteligencia. Para bloques de pavimentación más grandes (a partir de una altura de 80 mm), la capa que contiene los espacios vacíos podría estar for-

tação de compactação, com a adição de um dispositivo de rotação (Fig. 4).

Quando se tiverem colocado as segundas cintagens verticais, o cubo é envolvido com uma película de poliuretano (PU). A cobertura retráctil descartou-se por motivos de energia, e a opção alternativa de película conformada por estiramento também não teria sido adequada já que não oferecia a possibilidade de se aplicar a sobre-impresão publicitaria desejada. Portanto, a empresa MSK Verpackungssysteme GmbH, localizada na cidade alemã de Kleve, implementou a solução final: coloca-se uma manga plana de película de PU por cima do cubo, de onde se estica mediante duas placas de vácuo situadas aos lados; seguidamente corta-se uma secção da manga com o tamanho adequado para a embalagem e estende-se através de quatro prensas accionadas por um motor até cobrir o cubo inteiro (Fig. 5).

A cobertura elástica e impermeável garante a máxima estabilidade da embalagem de blocos, que se coloca no tapete transportador disposta em ângulo recto e sobre a qual os pacotes se deslocam fora da área de produção (Fig. 6). Neste transportador colocam-se sempre duas embalagens bem juntas para permitir que o dispositivo de elevação de garfos as possa recolher de uma só vez (Fig. 7). Este complexo conceito de formato e empacotamento garante que o transporte seja óptimo e que a zona de armazenamento esteja ordenada (Fig. 8).

A política de qualidade da Brett Landscape Ltd. Também é patente no controlo ao qual estão sujeitos os blocos recém-produzidos. A nova fábrica dispõe de uma estação de controlo adicional situada sobre a parte de betão fresco. Ao activar-se, uma paleta da zona húmida eleva-se até a estação de controlo para efectuar o controlo cuidadoso da produção (medição da altura do bloco, determinação do tamanho, etc.) (Fig. 9).

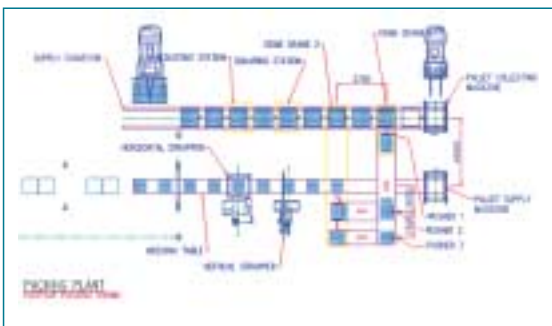
Outra melhoria respeitante a fábricas anteriores é a tecnologia de criação de espaços vazios, um conceito concebido com inteligência. Para blocos de pavimentação maiores (a partir de uma altura de 80 mm), a camada que contém os espaços vazios poderia ser formada unicamente por uma camada individual (Fig. 10). Trata-se de algo difícil de conseguir quando todas as camadas se duplicaram antes da reformatação. Para consegui-lo, a camada superior com partes ocas separa-se e «estaciona» numa mesa móvel. Não se formam espaços vazios



**Fig. 9** Control de calidad en la nueva planta.  
**Fig. 9** Controlo de qualidade na nova fabrica.

mada únicamente por una capa individual (**Fig. 10**). Se trata de algo difícil de conseguir cuando todas las capas se han duplicado antes del reformateado. Para lograrlo, la capa superior con huecos se aparta y «aparcas» en una mesa móvil. No se forman espacios vacíos en los cubos alternos, sino que en su lugar se usa esta capa.

El enorme rendimiento de esta planta es evidente cuando se considera lo siguiente: cada cubo comprende 14 capas de  $8 \times 4 = 32$  bloques cada una y dos capas de  $5 \times 4 = 20$  bloques, totalizando 488 bloques. Se requieren 92 segundos para completar un cubo. Se fabrican 52 bloques en un ciclo de funcionamiento, por lo que un cubo se completa en 9,38 tiempos de ciclo, es decir, que el tiempo de ciclo de la planta es de  $92/9,38 = 98$  segundos. Un logro verdaderamente encomiable en un área con reducción de 52 a 32 bloques y formación adicional de espacios vacíos.



**Fig. 11** La planta de BGC.  
**Fig. 11** A fábrica da BGC.



**Fig. 10** El cubo completo con vacíos en capas individuales.  
**Fig. 10** O cubo completo com vazios em camadas individuais.

nos cubos alternos, mas sim no seu lugar utiliza-se esta camada.

O enorme rendimento desta unidade de produção é evidente quando se considera o seguinte: cada cubo comprende 14 camadas de  $8 \times 4 = 32$  bloques cada una e duas camadas de  $5 \times 4 = 20$  bloques, totalizando 488 bloques. São necessários 92 segundos para se completar um cubo. Fabricam-se 52 bloques num ciclo de funcionamento, pelo que um cubo se completa em 9,38 tempos de ciclo, significa isto, que o tempo de ciclo da fábrica é de  $92/9,38 = 98$  segundos. Uma realização verdadeiramente notável numa área com redução de 52 para 32 bloques e formação adicional de espaços vazios.

### BGC PTY, Armadale/Australia

Otro ejemplo de un proceso complejo de reformatación é levado a cabo na Austrália onde foi implementado pela empresa alemã GB-Consult GmbH de Aarbergen alguns anos atrás. A distribuição da fábrica é mostrada na **Fig. 11**.

A BGC (Austrália) PTY possui umas instalações em Armadale nas quais funciona uma máquina de blocos multicamada Knauer com uma área de produção de  $1.200 \times 1.200$  mm. Nestas instalações são fabricados  $8 \times 5$  bloques de tamanho  $100 \times 200$  mm por camada. A embalagem é de seis camadas de altura. O desafio desta fábrica era gerar unidades de envio com uma superfície de  $800 \times 600$  mm, significa isto, que cada camada teria de compreender três bloques de comprimento e oito bloques de largura com o requisito adicional de criar a

## BGC PTY, Armadale/Australia

Otro ejemplo de un proceso complejo de reformateado se lleva a cabo en Australia, donde fue implementado hace unos años por la empresa alemana GB-Consult GmbH de Aarbergen. La distribución de la planta se muestra en la **Fig. 11**.

BGC (Australia) PTY posee unas instalaciones en Armadale en las que opera una máquina de bloques multicapa Knauer con un área de producción de 1.200 x 1.200 mm. En estas instalaciones se fabrican 8 x 5 bloques de tamaño 100 x 200 mm por capa. El paquete es de seis capas de alto. El reto de esta planta era generar unidades de envío con una superficie de 800 x 600 mm, es decir, que cada capa tenía que comprender tres bloques de largo y ocho bloques de ancho con el requisito adicional de crear la disposición de los vacíos en las capas 3 y 4 tal como se ha descrito anteriormente. Además, tuvo que instalarse una capa de formato diferente (longitud: seis bloques transversales; anchura: cuatro bloques) para proporcionar un «puente» a través de los espacios vacíos con el fin de permitir prescindir del cartón. Finalmente, los bloques de 200 x 200 mm se encubaron de la forma anterior, excepto que los espacios vacíos tenían que crearse con los bloques colocados verticalmente.

Se desarrolló un proceso que implementó todos estos requisitos. En primer lugar, los cubos – dispuestos adecuadamente por elevadores de horquilla en una línea de amortiguación compuesta por secciones de rodillos accionadas independientemente – se separaron en capas dobles (**Fig. 12**). Una particularidad de la producción multicapa es que, en ocasiones, a pesar de enarenar las capas de producción reciente, las capas individuales se adhieren. El problema se contrarresta fijando el resto de capas de bloques con abrazaderas y

disposición de los vacíos en las capas 3 y 4 tal como se tenía descrito anteriormente. Além disso, teve que se instalar uma camada de formato diferente (longitude: seis blocos transversais; largura: quatro blocos) para proporcionar uma «ponte» através dos espaços vazios com o fim de permitir prescindir do cartão. Finalmente, os blocos de 200 x 200 mm foram encubados da forma anterior, excepto os espaços vazios que tiveram que ser criados com os blocos colocados verticalmente.

Desenvolveu-se um processo que implementou todos estes requisitos. Em primeiro lugar, os cubos – dispostos adequadamente por elevadores de garfos numa linha de amortização composta por secções de rodízios accionadas independentemente – separaram-se em camadas duplas (**Fig. 12**). Uma particularidade da produção em multicamadas que, em algumas alturas, apesar de lixar as camadas de produção recente, as camadas individuais aderem entre si. O problema é contrariado fixando o resto das camadas de blocos com abraçadeiras e torcendo ligeiramente a camada dupla para a separar.

O primeiro empurrador provoca o avanço longitudinal de uma fila de blocos (8 blocos de largura). Uma mesa separadora concebida para chegar a duas paragens distintas de duas mesas deslizantes paralelas separa quatro ou três filas (800 mm ou 600 mm). Como a norma geral é a segunda alternativa, estas colocam-se na mesa deslizante mais próxima e dispõem-se formando uma nova secção perpendicular na primeira direcção de transporte.

No extremo frontal desta secção, uma mesa separadora pode separar oito filas (= 800 mm) ou, alternativamente, apenas cinco. Depois, a mesa separa-se para criar os espaços vazios requeridos. Em paralelo a esta secção, forma-se uma segunda de quatro filas de largura de forma que sempre haja seis filas (= 600 mm) sepa-



**Fig. 12** Las capas se separan para formar capas dobles.

**Fig. 12** As camadas separam-se para formar camadas duplas.



**Fig. 13** La estación de colocación vertical de bloques del complejo proceso de reformateado usado por BGC PTY (Australia).

**Fig. 13** A estação de colocação vertical de blocos do complexo processo de reformatação usado pela BGC PTY (Australia).





Fig. 14 Capas de bloques preparadas.

Fig. 14 Camadas de blocos preparados.

torcer levemente la capa doble para separarla.

El primer empujador provoca el avance longitudinal de una fila de bloques (8 bloques de ancho). Una mesa separadora diseñada para llegar a dos paradas diferentes de dos mesas deslizantes paralelas separa cuatro o tres filas (800 mm o 600 mm). Como la norma general es la segunda alternativa, éstas se colocan en la mesa deslizante más cercana y se disponen formando una nueva sección perpendicular a la primera dirección de transporte.

En el extremo frontal de esta sección, una mesa separadora puede separar ocho filas (= 800 mm) o, alternativamente, sólo cinco. Después, la mesa se separa para crear los espacios vacíos requeridos. En paralelo a esta sección, se forma una segunda de cuatro filas de ancho de forma que siempre hay seis filas (= 600 mm) separadas del extremo frontal. Debido a que los bloques se giran 90°, se consigue la posición de «puente» deseada.

Sin embargo, esta segunda fila tiene otra función en la que los bloques que miden 200 x 200 mm se colocan en posición vertical para disponerlos de nuevo en una sección, esta vez, en posición vertical (Fig. 13). En el extremo frontal, los bloques de 60 mm de grosor, siempre siete filas (= 420 mm), están separados y distribuidos según una relación 2-3-2, creando de esta forma



Fig. 16 Almacenamiento intermedio de los paquetes de bloques.

Fig. 16 Armazenamento intermédio das embalagens de blocos.



Fig. 15 Flejado de los cubos de bloques.

Fig. 15 Cintagem dos cubos de blocos.

radas do extremo frontal. Dado que os blocos se rodam 90°, consegue-se a posição de «puente» deseada.

No entanto, esta segunda fila tem outra função na qual os blocos que medem 200 x 200 mm são colocados em posição vertical para os dispor de novo numa secção, desta vez, em posição vertical (Fig. 13). No extremo frontal, os blocos de 60 mm de espessura, sempre sete filas (= 420 mm), são separados e distribuídos numa relação 2-3-2, criando desta forma dois «vazios» de 90 mm de largura cada um (Fig. 14). A camada disposta desta forma utiliza-se então para formar sempre a segunda camada de um cubo, quer isto dizer, que há tempo suficiente para o avanço destes blocos a velocidade lenta, já que são de algum modo instáveis devido à sua disposição vertical. Os cubos de blocos completos transportam-se em carros de transporte e elevação livre. Os pentes permutáveis destes sistemas de transporte também permitem a implementação de qualquer padrão de cintagem vertical requerida e adequado para um determinado tamanho de determinado cubo.

Após as cintagens horizontal e vertical (Fig. 15), uma grua coloca os pacotes num pátio de armazenamento, que conta com uma zona intermédia dimensionada generosamente. Graças a ela, o elevador de garfos que opera na citada zona de armazenamento não manipula apenas os pacotes que chegam com a grua, mas que também está disponível para realizar outras tarefas de transporte intermédio (Fig. 16).

## Resumo

Os exemplos mostrados neste artigo ilustram a grande variedade de problemas que se devem resolver no que diz respeito à manipulação de formatos em instalações nas quais o tamanho da área de produção difere do tamanho da unidade de transporte. Parece claro, então, que existe uma elevada demanda de soluções individuais e que os fornecedores dos fabricantes de blocos enfrentam um grande desafio.

Günter Becker, Aarbergen

dos «vacíos» de 90 mm de ancho cada uno (Fig. 14). La capa dispuesta de esta forma se usa entonces para formar siempre la segunda capa de un cubo, es decir, que hay tiempo suficiente para el avance de estos bloques a velocidad lenta, ya que son de algún modo inestables debido a su disposición vertical. Los cubos de bloques completos se transportan en carros de transporte y elevación libre. Los peines intercambiables de estos sistemas de transporte permiten además la implementación de cualquier patrón de flejado vertical deseado y adecuado para un tamaño de cubo dado.

Después de los flejados horizontal y vertical (Fig. 15), una grúa coloca los paquetes en el patio de almacenamiento, que cuenta con una zona intermedia dimensionada generosamente. Gracias a ella, el elevador de horquilla que opera en dicha zona de almacenamiento

no sólo manipula los paquetes que llegan con la grúa, sino que está disponible para realizar otras tareas de transporte intermedio (Fig. 16).

### Resumen

Los ejemplos mostrados en este artículo ilustran la gran variedad de problemas que deben resolverse respecto a la manipulación de formatos en instalaciones en las que el tamaño del área de producción difiere del tamaño de la unidad de transporte. Parece claro, entonces, que existe una elevada demanda de soluciones individuales y que los proveedores de los fabricantes de bloques se enfrentan a un gran reto.

Günter Becker, Aarbergen

**WWW. BFT -online.info**  
INTERNATIONAL

## PRENSAS VIBROCOMPRESORAS PARA LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

- INSTALACIONES COMPLETAS CON PLANTA DE HORMIGÓN, SISTEMAS DE MANUTENCIÓN Y PALETIZACIÓN.  
- AMPLIA GAMA DE PRENSAS FIJAS, CON BANDEJAS DE DIMENSIÓN VARIABLE, DE MADERA O

ACERO, PARA SATISFACER LAS DEMANDAS ESPECÍFICAS DE CADA PROYECTO.  
- PROCESOS ESPECIALES: ESPLITADO, ENVEJECIDO DE ADOQUINES, CALIBRADO DE BLOQUES, ETC.



Polígono Industrial Juncaril, P-240  
18220 ALBOLOTE, GRANADA, Spain  
Tel.: ++34 958 466990, Fax: ++34 958 467118  
www.poyatos.com

## Fabricación de tuberías de hormigón de superlativos

### Produção de condutas de betão de superlativos

**Autor**



• Todo el mundo sabe que en Texas todo es más grande que en cualquier otro sitio, y las plantas de producción de tuberías no parecen ser la excepción. La línea de producción de la nueva planta de Pipe & Precast, Inc. de Houston (Texas), que fue totalmente diseñada y montada por el Grupo Hawkeye de Mediapolis (Iowa), puede fabricar hasta 500 tuberías de tres diámetros diferentes en ocho horas.

• Todas as pessoas sabem que no Texas tudo é maior do que em qualquer outra parte e as instalações de produção de condutas parecem não ser exceção. A linha de produção da nova instalação da Pipe & Precast, Inc., em Houston, Texas, que foi totalmente entregue pelo Hawkeye Group, Mediapolis (Iowa, EUA), pode fabricar até 500 condutas de três diámetros diferentes em oito horas.

Günter Becker (1944), licenciado en ciencias físicas, con más de treinta años trabajando en Schlosser-Pfeiffer ocupando puestos fundamentalmente de gerencia. En el año 2000 se convierte en asesor autónomo de la empresa GB Consult GMBH y escribe en varias publicaciones especializadas. Desde el 1 de enero de 2004 hasta el 30 de junio de 2006 volvió a trabajar en Schlosser-Pfeiffer como gerente.

Hanson Pipe & Precast, Inc. es una empresa subsidiaria de la británica Hanson plc, siendo el mayor productor de tuberías de hormigón de EEUU y contando con más de 100 instalaciones de producción. La necesidad de racionalizar la producción es también algo primordial en EEUU, por lo que se buscaron líneas totalmente automatizadas con el fin de poder coordinar la producción de diferentes fábricas. Este esfuerzo en la planificación estratégica culminó en un programa de inversión económica considerable. Además de la planta de Houston, en la que recientemente se ha iniciado la producción, el sistema que se describe a continuación también se encuentra en funcionamiento en Phoenix (Arizona). Dos líneas de producción idénticas se están instalando hoy en día en Florida, y otras adicionales se encuentran en las etapas de planificación.

A Hanson Pipe & Precast, Inc. é uma subsidiária da inglesa Hanson plc, e é o maior produtor de condutas de betão nos EUA. A empresa produz em mais de 100 instalações de produção. A pressão para racionalizar a produção também é igualmente sentida nos EUA, logo foram procuradas linhas de produção totalmente automatizadas de forma a ser-se capaz de coordenar a produção em vários locais. Estes esforços de planeamento estratégico culminaram num considerável programa de investimento. Além da instalação de Houston, onde a produção foi iniciada recentemente, o sistema abaixo descrito é também operacional em Phoenix, no Arizona. Duas linhas de produção idénticas estão actualmente a ser instaladas na Florida e estão em fase de planeamento linhas adicionais.

#### Direcciones/Morada

Hanson Pipe & Precast  
Corporate Office  
300 E. John Carpenter Frwy.  
Las Colinas, TX 75062/USA  
Tel.: +1 972 653-5500  
www.hansonpipeandprecast.com

The Hawkeye Group  
506 S. Wapello Street  
Mediapolis, 52637, Iowa/USA  
Tel.: +1 319 394-3197  
Fax: +1 319 394-3977  
info@hawkeye-pipe.com  
www.hawkeye-pipe.com

Con frecuencia, los grupos empresariales de tales dimensiones son muy reticentes a hablar sobre procesos de producción. Por lo tanto, agradecemos especialmente la colaboración de Tom Wheelan, vicepresidente del todo el grupo en cuanto a operaciones de fabricación y planificación de planta, y a Chris Riendeau, responsable de producción de esta área, por habernos proporcionado datos de toda la planta.

Os grupos corporativos desta dimensão são frequentemente parcos em palavras quando falam sobre os processos de produção. Portanto, estamos especialmente gratos a Tom Wheelan, Sr. Vice-presidente para o planeamento de instalações e operações de fabrico de todo o grupo e Chris Riendeau, gestor de produção para esta área, por nos terem fornecido detalhes de toda a instalação.

La fábrica de Hanson Pipe & Precast de Houston ocupa una superficie de 375.000 m<sup>2</sup>, y en ella funcionan un total de tres máquinas Packerhead, dos máquinas Hydropack de Besser, una máquina adicional de Hawkeye para la fabricación de pozos de registro y una de producción húmeda de tamaño notable. Sin embargo, la característica digna de mención de la nueva planta es el innovador sistema automático de transporte de tuberías y manguitos inferiores.

A área ocupada pela Hanson Pipe & Precast em Houston ocupa aproximadamente 375.000 m<sup>2</sup>. Um total de três máquinas Packerhead, duas máquinas Hydropack da Besser, uma máquina adicional para a produção de portas de inspeção da Hawkeye e uma produção pré-húmida de tamanho igualmente notável estão aqui a ser operadas. Contudo, a característica mais importante da nova instalação é o novo sistema com transporte totalmente automático de condutas e de paletes pelo fundo.

La construcción del edificio en sí mismo es impresionante. En lugar de erigir una nave industrial simple, se usaron bloques de hormigón huecos, de color y partidos (« bloques decorativos ») para integrar toda la infraestructura, incluyendo la cafetería, las salas comunes y de conferencias, y la estación de control desde donde se supervisa toda la línea de producción.

Só a construção do edifício é imponente. Em vez de apenas edificar um mero hall industrial, foram divididos e coloridos blocos de betão ocos (« blocos arquitectónicos ») usados para integrar toda a infraestrutura, incluindo a cafetaria, as salas sociais e de conferência bem como uma estação de controlo de onde pode ser observada a linha de produção.

El hormigón lo suministra una planta de mezclado de Advanced Concrete Technologies, Inc. de Portsmouth (New Hampshire), la empresa estadounidense subsidiaria de las alemanas Wiggert + Co. GmbH de Karlsruhe y Würschum GmbH de Ostfildern. El mezclador de hormigón es del tipo MobilMat Mo110 y esta fabricado por Wiggert, mientras que los silos y el alimentador de cemento son de fabricación estadounidense. El transporte de hormigón a la máquina de producción de tuberías, que es una (Hawkeye) (tipo Pipe Pro 96), se realiza mediante una cinta transportadora (Fig. 1).

La configuración de la máquina sigue el principio de Hawkeye de una máquina rotativa con tres estaciones: llenado, compactación y desmoldeo (Fig. 2). Cada estación puede fabricar tuberías de diferentes dimensiones de forma que en un sólo turno pueden obtenerse tres tamaños simultáneamente. Esta flexibilidad se consigue con módulos multiformes provistos de vibradores internos integrados (Fig. 3). Cada conjunto multiforme contiene el número de moldes de tubería para una dimensión dada, compuestos por armazón y núcleo. Los núcleos también poseen el número de vibradores estacionarios requeridos para una determinada dimensión. En otras palabras, los vibradores son parte de los moldes, y no como ocurre normalmente, que son casi parte de la máquina. Sin embargo, este hecho tiene un posible inconveniente: muchos vibradores son parte del equipo y una cantidad tan elevada aumenta el riesgo de avería. De todas formas, si así sucediera, el fallo solo afectaría a una dimensión, de manera que el trabajo podría continuar con otro molde en caso necesario. La avería del vibrador central de una máquina, en comparación con la situación anterior, debe considerarse un hecho grave. Además, todos los vibradores son idénticos y de fabricación estándar, por lo que adquirir piezas de repuesto y tener existencias en planta no supone ningún problema.

El proceso de producción en la máquina sería el siguiente: un depósito con moldes provistos de armadura



Fig. 1 La planta de mezclado fue diseñada y montada por la empresa Advanced Concrete Technologies, Inc. de Portsmouth (New Hampshire, EEUU).

Fig. 1 A Instalação de mistura foi concebida e fornecida pela Advanced Concrete Technologies, Inc. em Portsmouth (New Hampshire, EUA).

O betão é fornecido por uma instalação de mistura da Advanced Concrete Technologies, Inc. em Portsmouth (New Hampshire, EUA), a subsidiária americana da Wiggert + Co. GmbH da Karlsruhe and Würschum GmbH de Ostfildern, na Alemanha. A misturadora de betão, tipo MobilMat Mo110 é portanto oriunda da Wiggert, da Alemanha; os silos de cimento e o alimentador são « made in USA ». O transporte do betão para a máquina de conduta é feito por uma correia transportadora (Fig. 1). A máquina de condutas em si é uma (Hawkeye) (modelo Pro Pipe 96).

A configuração da máquina está conforme com o princípio de tempo testado Hawkeye de uma máquina



Fig. 2 La máquina posee tres estaciones: llenado, compactación y desmoldeo.

Fig. 2 A máquina tem três estações: uma estação de enchimento, uma estação de compactação e uma estação de desmoldagem.



Fig. 3 Con los módulos multiformes con vibradores internos integrados es posible fabricar tuberías de dimensiones diferentes en cada estación.

Fig. 3 Com o princípio de módulos multiformes com vibradores nucleares integrados é possível fabricar condutas de dimensões diferentes em cada estação.



**Fig. 4** En la estación de desmoldeo, una grúa agarra las tuberías al completo junto con los moldes, mientras que los núcleos permanecen en el interior de la máquina.

**Fig. 4** Na estação de desmoldagem, um guindaste agarra um conjunto de condutas completas em conjunto com o molde; os núcleos permanecem na máquina.



**Fig. 5** El molde se eleva, y las tuberías – apoyadas en el manguito – se dejan en el vagón plataforma.

**Fig. 5** O conjunto do molde é levantado, as condutas deixadas – assentes nas suas paletes – no carro plataforma.

rotativa com três estações: Uma estação de enchimento, uma estação de compactação e uma estação de desmoldagem (Fig. 2). Cada estação pode fabricar condutas de diferentes dimensões de forma que podem ser produzidas simultaneamente três tipos diferentes de conduta num turno. Esta flexibilidade é alcançada com módulos multiformes com vibradores nucleares integrados (Fig. 3). Cada conjunto multiforme contém o número de formas de condutas para uma determinada dimensão, incluindo cobertura e núcleo. Cada núcleo é igualmente equipado com uma série de vibradores estacionários exigidos para uma determinada dimensão. Por outras palavras, os vibradores são parte das formas e não, como é normalmente o caso, quais part da máquina. Isto tem a eventual desvantagem de muitos vibradores serem parte do equipamento e o seu número elevado pode aumentar a probabilidade de uma possível falha. Por outro lado, contudo, cada falha apenas irá afectar aquela dimensão de modo a que o trabalho possa continuar com qualquer outra forma, em caso de necessidade. A avaria de um vibrador central em uma máquina, por comparação, deve ser encarada como uma ocorrência séria. Além disso, todos os vibradores são idênticos e têm o mesmo padrão da indústria, portanto não é um problema adquirir e armazenar peças sobressalentes.

O fluxo de produção na máquina é o seguinte: É rodado um depósito com moldes, equipado com uma paleta de reforço e de base, na máquina de enchimento. Dependendo da dimensão da conduta a ser fabricada, a máquina está equipada com um carro de enchimento para as condutas mais pequenas ou um ou dois canos inclinados giratórios para as condutas maiores e por conseguinte de maior espessura. O sistema de controlo da máquina deve por isso, fazer um registo cuidadoso de que depósito esta na estação de enchimento num determinado momento de forma a utilizar o equipamento adequado. A vibração é aplicada durante o processo de enchimento. Depois do processo de enchimento ter sido concluído, é efectuada uma volta de 120° e é movido um outro depósito para a estação de enchimento. Por esta altura, o primeiro depósito estará na estação de compactação, onde os perfis de extremidade macho são fornecidos com os anéis de perfil adequado, seguido uma vez mais de vibração: as condutas são sujeitas a uma compactação final e são formadas as extremidades macho. É obrigatória a correcta identificação do conjunto de molde quando são formadas as extremidades macho. Seguindo-se outra volta de 120°, o primeiro depósito estará então na estação de desmoldagem, o segundo na estação de compactação e um terceiro na estação de enchimento. Na estação de desmoldagem, um guindaste agarra um conjunto de condutas completas em conjunto com o molde: os núcleos permanecendo na máquina (Fig. 4). O conjunto de molde é depositado num carro da plataforma e elevado, deixando para trás as condutas recém fabricadas na extremidade fêmea base (Fig. 5).

O robot, suportando o conjunto de molde vazio, dirige-se agora ao longo de uma combinação preparada

y manguito inferior se pone en marcha en la máquina de llenado. Dependiendo de la dimensión de la tubería que se va a fabricar, la máquina se provee de un vagón de llenado para tuberías más pequeñas o uno o dos conductos rotativos para las más grandes y, por tanto, de paredes mas gruesas. El sistema de control de la máquina debe, de esta forma, supervisar que el depósito de moldes se encuentra en la estación de llenado en un cierto instante para utilizar el equipo adecuado. La vibración se aplica durante el proceso de llenado. Cuando éste ha concluido, se lleva a cabo un giro de 120° y se traslada un nuevo depósito a la estación de llenado. En este momento, el primer depósito de moldes se halla en la estación de compactación, donde se proporcionan los perfiles macho con sus coronas correspondientes seguido, una vez más, por una vibración. Las tuberías se someten a la compactación final y se forman los extremos macho, etapa en la que es imprescindible la identificación inequívoca del molde. Con otro giro de 120°, el primer depósito se hallará en la estación de desmoldeo, el segundo en la de compactación y el tercero en la de llenado. En la estación de desmoldeo, una grúa agarra las tuberías al completo junto con los moldes, mientras que los núcleos permanecen en el interior de la máquina (Fig. 4). El molde se deposita en un vagón plataforma y se eleva, dejando las tuberías recién hechas apoyadas en el manguito inferior (Fig. 5).

El robot, que lleva el molde vacío, se desplaza a través de una combinación preparada de manguito inferior y armadura de refuerzo, lo deposita sobre ellos y lo cierra. A continuación se dirige con el conjunto al completo a la estación de desmoldeo y lo baja. A partir de aquí puede empezar el próximo ciclo: llenado, vibración, desmoldeo.

La empresa sigue una interesante filosofía en cuanto al uso de máquinas para la fabricación de armaduras de refuerzo. Según propias declaraciones de los operarios, éstos están muy satisfechos con el rendimiento de algunas de las máquinas coreanas de la marca Kyung-

de extremidades fêmeas base e gaiolas de reforço, baixa os moldes nestas e tranca o pacote. O robot dirige-se agora com este conjunto completo para a estação de desmoldagem e coloca-o no chão. A partir daqui pode começar o próximo ciclo: Encher, vibração, desmoldagem.

A empresa tem uma interessante filosofia no que diz respeito ao uso de máquinas para o fabrico de gaiolas de reforço. Várias máquinas de fabrico Kyung Nam da Coreia, estão aqui a ser utilizadas e com as quais os operadores da instalação, segundo declarações dos mesmos, estão muito satisfeitos. Contudo, o facto das máquinas de gaiolas feitas pela MBK Maschinenbau GmbH foram independentemente disso, escolhidas para esta nova instalação e automaticamente leva-nos a perguntar « porquê? » A explicação que a empresa fornece para este facto é a seguinte: A máquina da MBK cobre muitas mais dimensões e, adicionalmente, pode fabricar perfis não circulares, o que a máquina Coreana não consegue fazer. Dada a grande procura por gaiolas para a linha de produção descrita neste relatório, o fabricante de conduas encara esta mistura de ambas as máquinas como a escolha mais acertada.

As conduas recém fabricadas são agora transportadas para uma linha direita através do sistema de chão em movimento e, depois 4 ciclos de produção, chega a uma plataforma transversa. Esta plataforma transporta agora as conduas para a frente de duas linhas de transporte, que viaja em direcções opostas através do sistema de tratamento. O sistema de tratamento

é equipado com um sistema de aquecimento da Kraft Energy Systems, Inc. A característica especial deste sistema é que a temperatura e humidade do ar são mantidas a um nível optimizado através da vaporização de vapor quente. O vapor quente é gerado por um queimador directo. Os dois túneis estão fechados por cofragens rolantes em alumínio – todos os equipamentos das instalações de aquecimento ou são de alumínio ou aço ino-



Fig. 6 El sistema de curado cuenta con un sistema de calefacción de la empresa Kraft Energy Systems, Inc.

Fig. 6 O sistema de tratamento é equipado com um sistema de aquecimento da Kraft Energy Systems, Inc.



Fig. 7 El robot automático de recolección.

Fig. 7 Descarregador de peças automático.

Nam que se utilizan. Sin embargo, el hecho de que las máquinas de refuerzo fabricadas por MBK Maschinenbau GmbH se descartaron para esta nueva planta induce automáticamente a preguntarnos por qué. La explicación que dio la empresa fue la siguiente: la máquina de MBK cubre muchas más dimensiones y, además, puede fabricar perfiles no circulares, algo que no está al alcance de la máquina coreana. A pesar de ello, y dada la gran demanda de armaduras para la línea de producción descrita en este informe, el fabricante de tuberías considera esta mezcla de maquinaria la elección óptima.

Las tuberías recién fabricadas se transportan en línea recta por el sistema de suelo móvil y, tras 4 ciclos de producción, llegan a la plataforma transversal, que las lleva al principio de dos líneas de transporte que se mueven en direcciones opuestas a través del sistema de curado, el cual está provisto de un sistema de calefacción de Kraft Energy Systems, Inc. cuya característica especial es que la temperatura y la humedad del aire se mantienen al nivel óptimo rociando vapor caliente generado por un quemador directo. Los dos túneles están cerrados por persianas enrollables de aluminio. De hecho, todos los accesorios de la planta de calefacción son de aluminio o de acero inoxidable (Fig. 6). Las tuberías permanecen en el sistema de curado durante unas horas hasta que, cuando están listas para su extracción, se depositan de nuevo en la plataforma transversal. Un robot automático de recolección (Fig. 7) las traslada a la estación de extracción de manguitos (Fig. 8). A continuación, los manguitos se llevan a un almacenamiento intermedio o a la fase de unión con las armaduras de refuerzo. Huelga decir que la flexibilidad de la producción que se describe en este informe requiere un almacenamiento de manguitos inferiores de tamaño apropiado (Fig. 9).

Las tuberías endurecidas se transportan a la línea de ensayo (Fig. 10), una característica casi estándar en Alemania y que en EEUU parece ser una novedad. En ella, las tuberías se desbarban inicialmente para luego enviarlas a la estación de ensayos al vacío. Es importante recordar que las tres dimensiones diferentes de tuberías se procesan siguiendo una secuencia alterna, lo que supone un nivel de exigencia altísimo del sistema de

xidável (Fig. 6). As condutas permanecem no sistema de tratamento durante alguns horas até – quando prontas para serem retiradas – são novamente depositadas numa plataforma transversal. Um descarregador de peças automático (Fig. 7) transporta-as daqui para a estação de remoção de palete (Fig. 8). Depois das paletes terem sido largadas, as extremidades fêmeas são levadas quer para um armazém intermédio quer para enchimento com gaiolas de reforço. É desnecessário referir que a flexibilidade de produção descrita neste relatório exige armazenamento de paletes por baixo do tamanho adequado (Fig. 9).

As condutas endurecidas são agora transportadas para a linha de teste (Fig. 10), uma característica quase padrão na Alemanha, mas algo relativamente novo nos EUA. Aqui, as condutas são primeiro rebarbadas e subsequentemente transportadas para a estação de testes a vácuo. É importante lembrar que estão constantemente a serem produzidas três condutas diuferentes numa sequência alternada. Isto coloca padrões extremamente elevados quer no sistema de controlo e, em particular, na ajustabilidade mecânica dos componentes individuais da estação de teste. Apesar de tudo, uma nova conduta, possivelmente com outras dimensões, deve ser rebarbada e testada quase a cada minuto. De forma a evitar a sobrecarga da linha de teste, apenas são testadas as condutas de esgoto. O teste não é exigido para condutas de grande dimensão que são usadas para pulverizar água da chuva.

Para o descarregamento de peças automático, as condutas são colocadas em três linhas de transporte diferentes, por exemplo, agora escolhidas por tamanho.

Os seguintes dados de produção irão ilustrar de forma mais clara a enorme eficiência da instalação: A produção tem lugar a um ritmo de menos de 15 minutos, ou seja 35 ciclos/8 horas. Assumamos que duas condutas de DN 900, quatro condutas de DN 600 e seis condutas de DN 300, cada uma com 2,0 m de comprimento, são produzidas. Isto resulta numa produção total de aproximadamente 400 condutas/8 horas, dividido em 64 condutas DN 900, 128 condutas DN 600 e 192 condutas DN 300. O número de condutas produzido em cada dimensão por si só seria encarado como um feito orgulhosamente alcançado



**Fig. 8** Extracción de los manguitos.

**Fig. 8** Remoção das paletes.

control y, más concretamente, de la capacidad de ajuste mecánico de los componentes individuales de la estación de ensayo. Después de todo, una nueva tubería, posiblemente con otras dimensiones, debe desbarbarse y someterse a ensayo casi cada minuto. Con el fin de evitar que la línea de ensayo se sobrecargue, sólo se ponen a prueba tuberías para alcantarilla. El ensayo no es obligatorio en el caso de tuberías de grandes dimensiones que se utilizan para aguas de lluvia.

Para su recolección, las tuberías se colocan en tres líneas de transporte distintas, es decir, ordenadas por tamaño.



**Fig. 9** La alta capacidad y flexibilidad de la producción requiere un almacenamiento de manguitos del tamaño adecuado.

**Fig. 9** A alta capacidade e flexibilidade de produção exige um armazenamento de paletes do tamanho apropriado.



**Fig. 10** La línea de ensayo.

**Fig. 10** A linha de teste.

para una máquina de condutas europea normal; aquí puede-se hablar de capacidad de producción de tres días obtenida en un sólo día. Esto torna claro porqué a Hanson Group decidió tomar un tan decisivo paso, visto que tal lites iría garantizar una tremenda ventaja competitiva para el futuro.

E para a Hawkeye, o fornecedor da máquina, a implementação imediata de um tal novo desenvolvimento em semelhante escala, isto é, praticamente cinco linhas de produção dentro de um ano é um salto qualitativo. Apenas à alguns anos atrás, a empresa tinha uma mão-de-trabalho de cerca de 70 pessoas e agora já emprega perto das 200. O extraordinário esforço financeiro por trás disto torna-se evidente quando realçando a ênfase que as instalações Hawkeye dá às qualificações dos trabalhadores. Por cada novo trabalhador, independentemente de ser um soldador ou engenheiro, a empresa investe em média \$ 10.000 – para formação profissional. Na instalação de Mediopolis, no estado do Iowa, a Hawkeye estabeleceu a sua própria escola cujos professores profissionais fornecem formação contínua aos seu pessoal.

Preparada desta forma, a Hawkeye deve continuar a manter-se entre os principais intervenientes da primeira liga dos produtores de condutas no futuro.

*Günter Becker, Aarbergen*



Los siguientes datos de producción ilustran con mayor claridad la enorme eficiencia de la planta: la producción tiene lugar a un ritmo inferior a 15 minutos, es decir, 35 ciclos/8 h. Supongamos que se desean fabricar dos tuberías de DN 900, cuatro de DN 600 y seis de DN 300, todas ellas de 2 m de longitud. Esto significa una producción total de casi 400 tuberías/8 h, divididas en 64 de DN 900, 128 de DN 600 y 192 de DN 300. El número de tuberías producido de cada dimensión se consideraría un gran logro para una máquina europea. Sin embargo, aquí se puede hablar de una producción de tres días completada en tan sólo uno, lo que deja claro por qué el Grupo Hanson ha decidido dar este paso tan importante, ya que les debería garantizar un nivel tremendamente competitivo en el futuro.

En cuanto a Hawkeye, el proveedor de la máquina, la implementación de un desarrollo tan innovador y a tan gran escala – prácticamente cinco líneas de producción en un año – supone un salto cuántico, pues en tan sólo unos años la empresa ha pasado de contar con 70 empleados a tener 200 trabajadores en plantilla. El extraordinario esfuerzo económico asociado se hace patente si se tiene en cuenta el énfasis que Hawkeye pone en la formación de sus empleados: todo nuevo trabajador, desde un soldador hasta un ingeniero, recibe una formación laboral por parte de la compañía valorada en unos 7.500 euros. En la fábrica de Meidopolis, en el estado de Iowa, Hawkeye ha establecido su propia escuela en la que instructores profesionales forman a la plantilla.

Con tal preparación, en el futuro Hawkeye debería seguir ocupando las primeras posiciones de la liga de fabricantes de tuberías.

*Günter Becker, Aarbergen*

**Eventos**  
**Eventos**

Más eventos: [www.bft-online.info](http://www.bft-online.info)  
Outros eventos: [www.bft-online.info](http://www.bft-online.info)

Fecha/Data	Lugar/Local	Eventos/Eventos	Información/Informação
04.-06.06.2007	Tours <b>Francia</b>	<b>CONSEC 2007</b>	<a href="http://www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp">www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp</a>
04.-08.06.2007	Seville <b>España</b>	<b>Concrete 2007</b>	<a href="http://www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp">www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp</a>
12.-16.06.2007	Moscow <b>Russia</b>	<b>CTT</b>	<a href="http://www.ctt-moscow.com">www.ctt-moscow.com</a>
19.-21.06.2007	Mexico D.F. <b>Mexico</b>	<b>World of concrete Mexico</b>	<a href="http://www.worldofconcretemexico.com">www.worldofconcretemexico.com</a>
03.-05.09.2007	Gent <b>Bélgica</b>	<b>5<sup>th</sup> International RILEM Symposium on SCC</b>	<a href="http://www.scc2007.ugent.be">www.scc2007.ugent.be</a>
04.-07.09.2007	Stuttgart <b>Alemania</b>	<b>2<sup>nd</sup> Symposium on Connections between Steel and Concrete</b>	<a href="http://www.iwb.uni-stuttgart.de">www.iwb.uni-stuttgart.de</a>
17.-18.09.2007	Visegrad <b>Hungría</b>	<b>3<sup>rd</sup> CCC Congress (Central European Congress on Concrete Engineering)</b>	<a href="http://www.fib.bme.hu/coc2007">www.fib.bme.hu/coc2007</a>
17.-18.09.2007	Beijing <b>China</b>	<b>5<sup>th</sup> International conference on current and future trends Bridge Design, Construction and Maintenance</b>	<a href="http://www.bridgemanagement2007.com">www.bridgemanagement2007.com</a>
16.-19.09.2007	Lillehammer <b>Noruega</b>	<b>International Conference on Sustainability in the cement and concrete industry</b>	<a href="http://www.sustainableconcrete.no">www.sustainableconcrete.no</a>
19.-22.09.2007	Kuala Lumpur <b>Malasia</b>	<b>MALBEX – Malaysian Building &amp; Construction Industry</b>	<a href="http://www.malbex.com.my">www.malbex.com.my</a>
16.-20.10.2007	Buenos Aires <b>Argentina</b>	<b>Cement and Concrete Overview</b>	<a href="http://www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp">www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp</a>
12.-24.04.2007	St. Petersburg <b>Russia</b>	<b>FEMATEC</b>	<a href="http://www.fematec.com">www.fematec.com</a>
25.-29.11.2007	Dubai <b>EAU</b>	<b>BIG 5 Show</b>	<a href="http://www.dmgdubai.com">www.dmgdubai.com</a>

## Producción de losas betoShell® Planta de producción de losas arquitectónicas

## Produção das pranchas da betoShell® Instalação de produção para pranchas de construção arquitectónica

### Direcciones/Morada

Hering Bau GmbH & Co. KG  
Neuländer 1  
57299 Burbach/Holzhausen/  
Germany  
Tel.: +49 2736 27-0  
gruppe@hering-bau.de  
www.hering-bau.de

Kniele Baumaschinen GmbH  
Gemeindebeunden 10  
88422 Bad Buchau/Germany  
Tel.: +49 7582 9303-0  
info@kniele.de  
www.kniele.de

Bikotronic-  
Industrie-Elektronik GmbH  
Im Hohen Acker 7  
67146 Deidesheim/Germany  
Tel.: +49 6326 9653-0  
Fax: +49 6326 9653-50  
info@bikotronic.de  
www.bikotronic.de

● El año pasado, la empresa Hering de Burbach (Alemania) invirtió en una nueva planta para la fabricación de losas arquitectónicas de alta calidad, eligiendo betoShell como nombre de producto. La línea de producción de losas la suministró Weckenmann, la planta especial de mezclado corrió a cargo de Kniele Mischtechnik, y el sistema de control lo aportó Bikotronic.

Tras varios años de trabajo de investigación, Hering Bau, en cooperación con la Universidad Politécnica de Dresden, ha logrado sacar al mercado un revestimiento para fachadas de hormigón reforzado con fibra y de pared delgada con el nombre de betoShell, que de ningún modo es de calidad inferior a los revestimientos de pared gruesa. Precisamente, debido a que cuenta con un pequeño grosor de 20 mm y la ligereza que ello implica, es especialmente adecuado para su uso en superficies que no tienen una capacidad portante especialmente alta y, por lo tanto, es adecuado para la renovación de fachadas de edificios antiguos. El espacio que se ahorra al ser de pared delgada puede utilizarse, por ejemplo, para instalar una capa aislante del calor. En cuanto al acabado superficial – lavado, acidificado o chorreado – y al color, posee las mismas características que su « hermano más grueso ». Cuando se adquirieron los conocimientos necesarios sobre el nuevo material y las autoridades competentes otorgaron la « aprobación técnica

● No último ano a empresa Hering, situada em Burbach (Alemanha) investiu numa nova instalação para a produção de pranchas de construção arquitectónica de alta qualidade, vendidas sob o nome de produto betoShell. A linha de produção de pranchas foi fornecida pela Weckenmann, a instalação de mistura especial da Kniele Mischtechnik e o sistema de controlo para a instalação de mistura pela Bikotronic.

No seguimento de anos de trabalho de investigação, Hering Bau, em cooperação com a Universidade Técnica de Dresden, Foi bem-sucedido em juntar uma fachada de betão de muro fino e com reforço têxtil chegando ao mercado sob o nome de betoShell, o que sob forma alguma é inferior às fachadas de muro espesso. Devido à sua pouca espessura de apenas 20 mm e à leveza de peso associada, é particularmente adequada para uso com camadas transportadoras que não têm capacidade de carga elevada para vigas e por conseguinte é também adequada para renovação de fachadas em edifícios antigos. O espaço que é guardado pela baixa espessura pode ser usado, por exemplo, para isolamento adicional do calor. No que respeita ao acabamento de cor e superfi-



Fig. 1 El mezclador cónico con sistema de pesaje de colores.  
Fig. 1 Misturadora cónica com sistema de pesagem da cor.



Fig. 2 Vista general de toda la planta de mezclado.  
Fig. 2 Vista geral da instalação de mistura completa.

general », el trabajo fue desarrollar un proceso de producción que se ajustara a las necesidades del mercado y que fuera capaz de producir la calidad requerida de forma sistemática. De este modo, las empresas Weckermann y Kniele fueron capaces de satisfacer esta serie de requisitos.

### La planta de mezclado

Kniele utiliza mezcladores cónicos del tipo KKM en la fabricación de hormigón de alta calidad. Las cantidades de hormigón requeridas son relativamente pequeñas porque las losas están reforzadas con fibra de vidrio y son bastante delgadas. Se eligió un mezclador KKM 250/375 que permite un mezclado óptimo incluso de pequeñas cantidades de hormigón, por ejemplo, del 10 % al 15 % del volumen del mezclador. Su forma geométrica garantiza que el nivel de llenado sea siempre el adecuado para medir el contenido en humedad, incluso cuando el mezclador cónico contiene sólo pequeñas cantidades. A continuación se detalla la configuración de la planta de mezclado.

En el exterior de la nave se instaló un silo en serie con cuatro cámaras para granulados de alta calidad que se pueden vaciar rápidamente si se va a realizar un cambio de producto. Además, también se instaló una estación para bolsas grandes de harina mineral y una cámara doble para cemento gris y blanco. Los granulados de diferentes colores se dosifican con un pequeño sistema de pesaje de Kniele. Aproximadamente, pueden almacenarse 150 kg de material por lote. Estos depósitos de almacenamiento, que están diseñados a modo de contenedores intercambiables, también pueden diseñarse con tres cámaras de forma que pueden pesarse y añadirse más colores en la cantidad adecuada con el fin de obtener un color especial único. Se prevé la instalación de un dosificador de aditivos de alta precisión para la producción de hormigones autocompactables o fácilmente compactables.

Debido a los frecuentes cambios de color durante el funcionamiento diario y a la limpieza requerida en el mezclador, se instaló un sistema de limpieza automático (no patentado) que fue desarrollado especialmente para el mezclador cónico. El agua de lavado se recoge mediante un embudo montado sobre un grillete giratorio, y se devuelve directamente a la planta de reciclado para su procesamiento. La forma geométrica del mezclador garantiza que no quede suciedad ni agua en su interior, hecho que tendría consecuencias significativas en el caso del primer lote. El hormigón mezclado se recoge mediante un silo móvil ubicado aguas abajo. La cantidad de hormigón calculada se dosifica en los molinos por medio de un tornillo distribuidor.

### Control

El sistema de control al completo lo suministró la empresa Bikotronic-Industrie-Elektronik GmbH de Deidesheim (Alemania), quien también se encargó de la automatización de la planta y de proveer el ordenador de dosificación, el sistema de visualización y la unidad de medición de la humedad. En el sistema de control



Fig. 3 Silo móvil situado aguas abajo.

Fig. 3 Silo corrente abaixo móvel.

cie, como por exemplo finamente lavado, acidificado ou de explosão, tem as mesmas características essenciais que o seu « irmão mais espesso ». Quando foi reunido o conhecimento no que respeita ao novo material e foi obtida a « aprovação técnica geral » pelas autoridades relevantes, a tarefa era agora desenvolver um processo de produção que se adequasse às necessidades do mercado e que fosse capaz de produzir a qualidade consistente exigida. As empresas Weckermann e Kniele foram capazes de satisfazer as exigências colocadas.

### A instalação de mistura

A Kniele usa misturadoras cónicas (tipo KKM) para a produção de betão de alta qualidade. As quantidades concretas necessárias são relativamente pequenas porque as pranchas são reforçadas com fibra de vidro e são bastante finas. Foi escolhida uma misturadora KKM 250/375, a qual permite uma mistura otimizada de pequenas quantidades de betão em cerca de 10 a 15 % do volume da misturadora. A forma geométrica da misturadora garante que o nível de enchimento é sempre adequado para avaliar o conteúdo de humidade, mesmo quando a misturadora cónica contém pequenas quantidades.

A instalação de mistura é configurada da seguinte forma: For a do hall existe um pequeno silo em linha que foi instalado e que possui quatro câmaras para cinzelamento de alta qualidade que podem ser rapidamente esvaziado para mudança de produto. Além disso, foi também instalada uma grande estação saco para rocha triturada e uma câmara dupla para cimento cinzento e branco. Os granulados em diferentes cores foram medidos com o sistema de pesagem pequena da Kniele. Por cada lote podem ser armazenados aproximadamente 150 kg de material. Estes silos de grãos, que são concebidos como contentores substituíveis, também pode ser concebido com três câmaras, de modo que possam

### Direcciones/Morada

Vollert Anlagenbau  
GmbH + Co. KG  
Stadtseestraße 12  
74189 Weinsberg/Germany  
Tel.: +49 7134 52-231  
Fax: +49 7134 52-205  
baustoffe@vollert.de  
www.vollert.de

Weckermann Anlagentechnik  
GmbH + Co. KG  
Birkenstraße 1  
72358 Dormettingen/Germany  
Tel.: +49 7427 9493-0  
Fax: +49 7427 9493-29  
info@weckermann.de  
www.weckermann.de

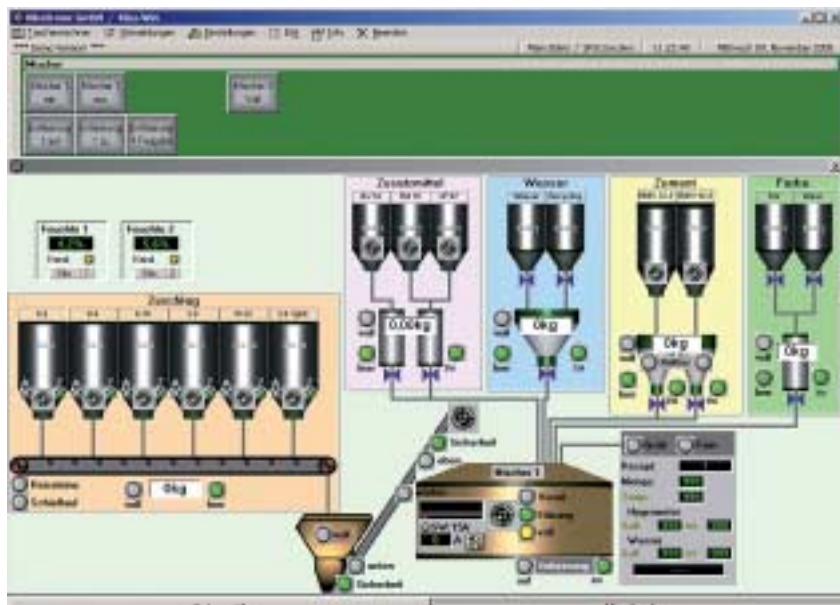


Fig. 4 Visu-WIN.  
Fig. 4 Visu-WIN.

existente de Hering Bau se instaló un ordenador Beton-WIN de gestión y dosificación de última generación de Bikotronic. Este sistema está compuesto por diversos componentes que se adaptaron especialmente a los requisitos de producción de losas de la planta.

El Beton-WIN gestiona todos los datos principales y específicos, y permite calcular una amplia gama de estadísticas de cualquier orden o para cualquier franja temporal, imprimirlas o exportarlas a formato Excel. La planta también cuenta con la posibilidad de intercambiar datos entre el laboratorio y el sistema principal de mezclado. El Beton-WIN incluye además un sistema de visualización de procesos que muestra en pantalla todos los componentes del sistema, lo que permite la supervisión de los procesos de pesaje y dosificación. El módulo integrado de mantenimiento controla todos los motores, válvulas y disyuntores de seguridad. Cuando



Fig. 5 Colocación del refuerzo.  
Fig. 5 Colocação no reforço.

ser pesadas adicionalmente mais cores num rácio correcta para obter uma cor individual especial. Uma mistura adequada e exacta de medição está prevista para a produção de betão simples e de auto-compactação.

Devido às frequentes alterações de cor durante o funcionamento e a necessária limpeza da misturadora, um sistema de limpeza da misturadora automática (pendente de pendente) foi instalado e foi especialmente concebido para a misturadora cónica. A água de lavagem é recolhida através de um funil de limpeza montada numa argola móvel e directamente devolvido à instalação de reciclagem para processamento. A forma geométrica da misturadora garante que não fica qualquer água residual ou sujidade na Misturadora o que teria significativas consequências para o primeiro lote. O betão pronto é retirado através de um silo de corrente abaixo móvel concebido como escala negativa. A quantidade de betão calculada é medida nos moldes através de um parafuso de betão.

### Controlo

O sistema de controlo completo foi fornecido pela Bikotronic-Industrie-Elektronik GmbH de Deidesheim (Alemanha). A Bikotronic GmbH foi também responsável pela automação da instalação e forneceu o computador de medição, o sistema de visualização e a unidade de medição de humidade. Em Hering Bau foi instalado um moderno computador de gestão e medição Beton-WIN da Bikotronic num sistema de controlo já existente. Este sistema é composto por vários componentes que foram especialmente adaptados para os requisitos de produção de pranchas de Hering Bau.

A Beton-WIN gere todos os dados principais e específicos da instalação e permite uma ampla gama de estatísticas de qualquer natureza Ou a qualquer momento ser calculado, impresso ou importado para formato Excel. Esta instalação também possui troca de dados entre o laboratório e o sistema de mistura principal. O Beton-WIN também inclui um sistema de visualização do processo que exhibe todos os componentes do sistema no ecrã de forma a que os processos de pesagem e medição podem ser monitorizados. O módulo de manutenção integrado monitoriza cada motor, válvula e interruptor de limite. Uma vez atingido um critério predefinido como tempo de execução ou número de ciclos de permuta, surge uma mensagem de texto plano e é guardada num ficheiro para processamento subsequente.

Um requisito essencial para uma produção de aço especial de elevada qualidade é a medição da humidade directamente na misturadora. Isto é alcançado com uma unidade BT-6000 com moderna sonda de microondas. Com base nos dados medidos, a BT-6000 determina a quantidade precisa de água necessária para o recipiente escolhido e automaticamente adiciona-a à misturadora. Para todas as aplicações, a Bikotronic GmbH disponibiliza manutenção remota através de ISDN ou Internet, incluindo transferência de actualizações e apoio ao cliente. Com base nos 40 anos de experiência da Bikotronic, a empresa foi capaz de oferecer e

se ha llegado a un cierto criterio predefinido, como podría ser un tiempo de ejecución determinado o un número de ciclos de conmutación, aparece un mensaje de texto que se guarda en un archivo para su procesado posterior.

Un requisito esencial en la producción de hormigón especial de alta calidad es medir la humedad directamente en el mezclador. Aquí se lleva a cabo con una unidad BT-6000 que contiene sondas de microondas de vanguardia. Basándose en los datos medidos, el BT-6000 determina la cantidad exacta de agua requerida para la composición escogida y, automáticamente, la añade al mezclador. Para todas las aplicaciones, Bikotronic GmbH ofrece mantenimiento a distancia vía ISDN o Internet, incluyendo la transferencia de actualizaciones y asistencia al cliente. Gracias a los cuarenta años de experiencia de Bikotronic, la empresa fue capaz de diseñar e implementar la solución óptima para Hering Bau.

### El diseño de la planta

Los elementos betoShell se producen en un sistema de circulación de bandeja que se subdivide en tres áreas principales: la cámara de curado, la sección de procesamiento con estaciones individuales para operaciones manuales, y el retorno de bandeja situado debajo de la sección de procesamiento.

El sistema de circulación, que fue suministrado por Vollert|Weckenmann, posee la ventaja de que los datos sobre el material y el flujo de trabajo pueden optimizarse. Incluso podría decirse que « el trabajo llega al trabajador ». Este principio es especialmente ventajoso en el caso de esta planta, porque ayuda a lograr la productividad y calidad requeridas.

Tras un proceso controlado de endurecimiento, los bandeja se llevan a la primera estación de procesamiento en la que se retiran los encofrados laterales y se desmoldean las losas mediante un elevador de vacío. El palet y los encofrados se limpian y engrasan de forma manual, pero se prevé instalar un sistema mecánico en el futuro.

La siguiente estación está provista de dos sistemas de medición coordinados que permiten posicionar con precisión encofrados laterales de cualquier dimensión. Los rieles están hechos de un plástico especial con imanes permanentes incrustados que garantizan una fijación segura y una exactitud de  $\pm 1$  mm.

Los bandeja preparados de esta forma se bajan y devuelven al otro extremo de la línea, donde se elevan de nuevo y se llevan a la primera estación de hormigonado. Aquí se añade la primera capa de hormigón fácilmente compactable, y se compacta con vibradores externos.



Fig. 6 La Placa hormigonado, con las transversales las cuales fijan las partes de montaje en la posición.

Fig. 6 Prancha betonada, com travessas que fixam as peças embutidas na posição.



Fig. 7 El hormigón de estos elementos betoShell se coloreó de antracite, y la superficie se chorreó con arena. El código binario estampado en segundo término se realizó con hormigón visto a petición del despacho de arquitectos « Bahl und Partner » de Hagen, Alemania.

Fig. 7 O betão destes elementos betoShell foram coloridos com antracite, a superfície é fina por jacto. O código binário gravado em relevo e na horizontal foi cumprido tão suavemente que formou um betão de superfície lisa a pedido do gabinete de arquitectos « Bahl und Partner » de Hagen/Alemanha.



**Fig. 8** A finales de 2006 Hering construyó la fachada especial del hospital « Marienkrankenhaus » de Hamburgo. Estos elementos betoShell se suministraron con una imagen superficial estampada de María realizada mediante el llamado « método de hormigón fotograbado », que fue mejorado por la empresa Hering Bau.

**Fig. 8** No final de 2006, a Hering edificou uma fachada especial no hospital « Marienkrankenhaus » em Hamburgo. Estes elementos betoShell são fornecidos com uma imagem gravada de Maria. Este relevo na superfície foi feito através do denominado « método de betão com foto gravada » que foi crucialmente realçado pela empresa Hering Bau.

En la siguiente estación se inserta el refuerzo de fibra de forma manual. En la segunda estación de hormigonado se añade el hormigón restante y, de nuevo, se compacta.

Las piezas incrustadas requeridas para fijar las losas en la fachada se colocan en las propias losas desde arriba, mediante travesaños especiales, y se fijan en una posición exacta. Una estación de medición adicional se utiliza para medir estas vigas transversales. Esta estación muestra de forma digital su posición exacta y las alinea mediante un limitador. Los travesaños se aseguran directamente a la bandeja por medio de orificios que permiten colocarlos en forma de parrilla de 5 mm de separación.

El sistema de manipulación de material lleva losa completa a la cámara de curado, en la que se almacenan en dos depósitos verticales para su endurecimiento. Toda la cámara de curado es hermética y cuenta con aire acondicionado. El sistema de apilado garantiza que los palets se extraigan en el orden en el que produjeron (sistema FIFO o first in, first out).

#### Datos técnicos de la planta

Tamaño de palet	2,60 m x 1,54 m
Tamaño máximo de elemento	2.400 x 1.200 x 40 mm
Número de posiciones de palet en la cámara de curado	2 x 15, ampliable por módulos
Longitud aproximada de la línea	37,50 m
Altura aproximada de la línea (sección de la cámara de endurecimiento)	6,00 m
Anchura aproximada de la línea	4,00 m

concretizar una solución optimizada para la Hering Bau.

#### O design da instalação

Os elementos betoShell são produzidos num sistema de circulação em palete que é subdividido em três áreas principais: A câmara de tratamento, a secção de processamento com estações individuais para as operações manuais e a devolução da paleta abaixo da secção de processamento.

O sistema de circulação da Vollert|Weckenmann tem a vantagem de que os dados materiais e o fluxo de trabalho podem ser optimizados. Pode mesmo afirmar-se: « O trabalho vem ter com o trabalhador. » Este princípio é particularmente vantajoso para esta instalação porque ajuda a atingir a produtividade e qualidade exigida.

Depois de um processo de endurecimento controlado, as paletes são levadas para a primeira estação de processamento, onde as cofragens laterais são retiradas e as pranchas são desmoldadas através de um elevador a vácuo. A paleta e as cofragens laterais são limpas e oleadas manualmente. Foi prevista a mecanização para uma etapa mais tardia.

A próxima estação está equipada com um sistema de medição de duas coordenadas que permite o posicionamento preciso das cofragens laterais de qualquer dimensão. Os raides das cofragens são feitos de plástico especial com magnetos permanentes embutidos que garantem uma fixação segura. Em conjunto com o sistema de medição é garantida uma exactidão de  $\pm 1$  mm.

As paletes preparadas desta forma são descidas e devolvidas à outra extremidade da linha, onde são novamente elevadas e levadas para a primeira estação de betonagem. Aqui, a primeira camada de betão facilmente compactável é adicionada e compactada através dos vibradores externos.

Na próxima estação o reforço de fibra é inserido manualmente. Numa segunda estação de betonagem, o betão restante é adicionado e uma vez mais compactado.

As partes embutidas necessárias para fixar as pranchas na fachada são colocadas nas pranchas a partir de cima através de travessas especiais e fixadas numa posição exacta. Uma outra estação de medição é usada para medir estas travessas. Esta estação exhibe digitalmente a posição exacta e alinha as travessas através de uma pa-

#### Informação técnica da instalação

Tamanho da paleta	2,60 m x 1,54 m
Tamanho máx. do elemento	2.400 x 1.200 x 40 mm
Número de posições da paleta na Câmara de tratamento	2 x 15, modularmente expansível
Comprimento da linha de aprox.	37,50 m
Altura da Linha (seção da câmara de endurecimento) aprox.	6,00 m
Largura da linha de aprox.	4,00 m

Toda la planta se caracteriza por un tener diseño compacto y permitir la óptima configuración de las estaciones individuales de procesamiento con rutas de transporte mínimas.

Las losas acabadas pueden recibir un tratamiento superficial de diferentes maneras. La acidificación se lleva a cabo en una estación que también la diseñó y construyó Vollert|Weckenmann. Consiste en una mesa giratoria con seis estaciones de trabajo. El proceso de acidificación se subdivide en las siguientes etapas: humectación, aplicación del medio ácido, aclarado y soplado.

Llegados a este punto, se dispone de surtidores de agua a alta y baja presión y de aire comprimido. La instalación está hecha casi en su totalidad de acero inoxidable, y la unidad de control permite programar parámetros individuales, como la velocidad de ciclo, el tiempo de exposición o el número de ciclos de aclarado. El agua de lavado se suministra de forma central a través de un canal procedente de la estación de neutralización. Un sistema de extracción que elimina el aerosol y descarga aire a través del techo impide la fuga de vapores ácidos y aire al entorno.

Toda la planta fue diseñada, desarrollada, construida y puesta en funcionamiento por la empresa Weckenmann. ■

ragem limite. As travessas são apertadas directamente nas paletes através das filas de orifícios que permitem marcar numa grelha de 5 mm.

O sistema de manuseio do material leva as paletes completas para a câmara de tratamento, onde são armazenadas em dois depósitos verticais para endurecimento. A câmara de tratamento completa é fechada e climatizada. O sistema de empilhamento garante que as paletes são retiradas na ordem em que foram produzidas (sistema FIFO – « primeiro a entrar, primeiro a sair »).

Toda a instalação é caracterizada pelo design compacto e permite uma configuração optimizada das estações de processamento individual com rotas de transporte mínimas.

As pranchas acabadas podem ser tratadas à superfície de diferentes formas. A acidificação é efectuada numa estação que também foi concebida e construída pela by Vollert|oWeckenmann. Possui uma mesa giratória com seis estações de trabalho. O processo de acidificação é subdividido nos passos de processamento humedecimento, aplicação de ácido médio, enxaguadela e sopro.

Para este fim os bocais de água a alta e baixa pressão e os bocais de ar comprimido arranjados para o efeito estão também disponíveis. Esta instalação é quase totalmente feita de aço inoxidável e a unidade de controlo permite programar os parâmetros individuais tais como a velocidade do ciclo, tempo de exposição ou número de ciclos de enxaguadela. A água da enxaguadela é fornecida centralmente através de um canal da estação de neutralização. Um sistema de extracção que remove os aerossóis e descarrega o ar através do telhado evita os vapores ácidos e que o ar saia para o ambiente.

Toda a instalação foi concebida, desenvolvida, construída e comissionada pela Weckenmann. ■



## Producción de adoquines en Ceda Spa de Mareno di Piave Una empresa familiar se reequipa

## Produção de blocos de pavimentação na CEDA Spa em Mareno di Piave Uma empresa familiar apetrecha-se

### Dieccionos/Morada

WEISS SRL  
macchine & impianti  
Piazza L. Rigo, 41  
Spresiano (TV) - Italy  
Tel. +39 0422 881388  
Fax +39 0422 881988  
info@weissimpianti.it  
www.weissimpianti.it

● La empresa CEDA spa con sede en la ciudad italiana de Mareno di Piave – ubicada a unos 70 km al norte de Venecia – produce desde hace más de 40 años productos de hormigón. Después que sus fundadores iniciaran en el año 1962 la producción de tubos de hormigón armado, se realizó en los años 1970' una inversión en una instalación de tejas Schlosser y de ese modo amplió el programa de suministro. Desde 1994 se producen también adoquines en la planta del norte de Italia. Con el montaje de la nueva instalación de producción conjuntamente con la empresa Weiss Impianti srl en los años 2004 a 2006 la empresa ha podido incrementar su capacidad de producción a unos 2.000.000 m<sup>2</sup> de bloques por año.

CEDA spa comenzó con la fabricación de adoquines hace unos 12 años con una máquina Henke usada. En función de la demanda constantemente creciente hace unos dos años se encaró la renovación y ampliación de la instalación de producción. En este momento trabajan 80 empleados en el solar de la empresa, que entretanto se extiende sobre una superficie de 280.000 m<sup>2</sup>. En las naves de producción, que cubren una superficie de 20.000 m<sup>2</sup>, se procesan por día alrededor de 150 t de cemento.

La instalación equipada totalmente nueva ha sido proyectada y construida por la empresa Weiss Impianti srl de Spresiano/Italia así como montada localmente y puesta a régimen. La máquina de bloques de hormigón empleada es una Hess Multimot RH 2000.

Weiss srl planifica y produce máquinas e instalaciones para la manipulación y el almacenaje de adoquines. En este caso, la empresa sigue algunos principios: Pri-

● A empresa CEDA spa, com sede em Mareno di Piave em Itália – situada a cerca de 70 km de Veneza – produz há mais de 40 anos produtos de betão. Desde que o seu fundador iniciou no ano de 1962 a produção de produtos de betão amado, a empresa investiu no início dos anos 70 numa unidade de produção de telhas numa serralharia, aumentando assim a sua gama de produtos. Desde 1994 que também se produzem blocos de pavimentação na fabrica situada no norte de Italia. No período entre 2004 e 2006 a empresa conseguiu aumentar a sua capacidade de produção anual para cerca de 2.000.000 m<sup>2</sup> de blocos, graças à construção de uma nova unidade de produção conjunto com a Weiss Impianti srl.

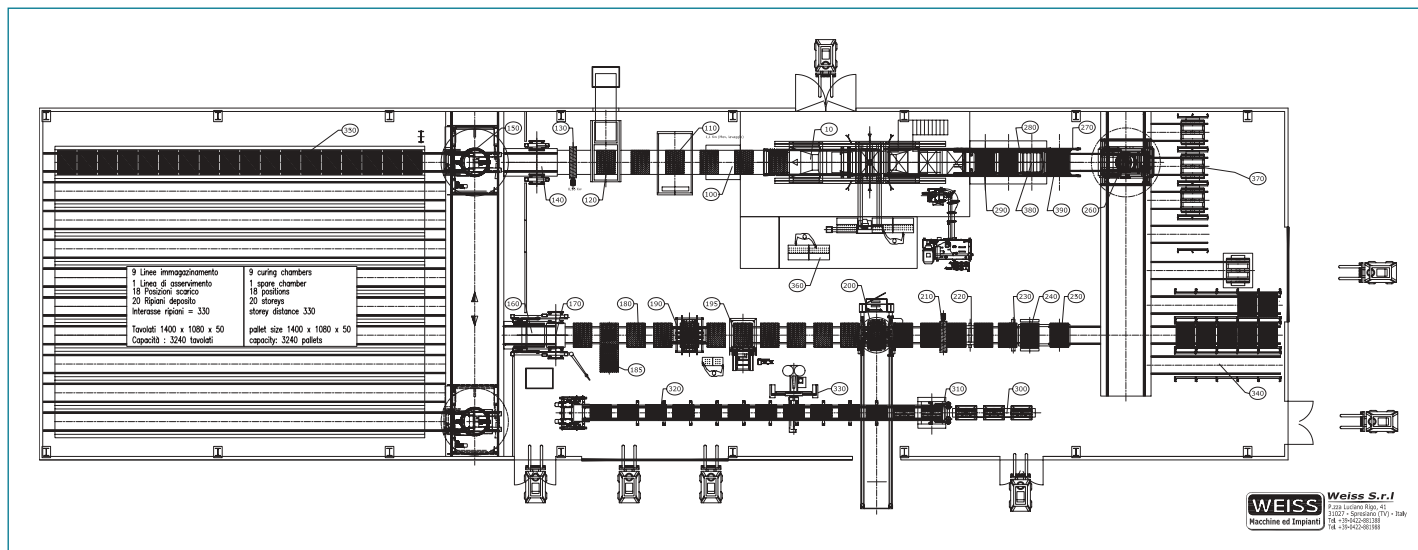
A CEDA spa começou a produção de blocos de pavimentação há cerca de 12 anos numa máquina Henke usada. Devido ao crescente e permanente aumento da procura, há cerca de dois anos iniciou a renovação e a ampliação da unidade de produção. Actualmente trabalham 80 colaboradores nas instalações da empresa que, entretanto, abrange uma área de 280.000 m<sup>2</sup>. Nos pavilhões de produção, que cobrem uma área de 20.000 m<sup>2</sup>, são processadas diariamente à volta de 150 t de cimento.

A unidade totalmente equipada de novo foi projectada, construída, montada e posta em funcionamento no terreno pela empresa Weiss Impianti srl, de Spresiano/Itália. A máquina de blocos de betão utilizada é uma Hess Multimot RH 2000.

A Weiss srl concebe e produz máquinas e equipamentos para a manipulação e armazenamento de blocos de pavimentação. Neste caso, a empresa segue

Fig. 1 Plano sinóptico de la instalación.

Fig. 1 Desenho de conjunto do sistema.



mero se analizan los requerimientos de producción de los fabricantes, con estos datos se proyecta entonces la instalación y se exponen comparaciones con otros oferentes. La empresa Weiss planifica siempre un tiempo de producción continuo de todas las máquinas. La empresa ve su especial punto fuerte en la realización de los requerimientos de los clientes con soluciones innovadoras. Un extenso servicio postventa y la puesta a régimen de la instalación es para la (joven) empresa algo evidente. También para la instalación en CEDA spa fueron desarrolladas soluciones individuales especiales.

### Materias primas e instalación de mezcla

Una sinopsis de la circulación en CEDA la muestra la **Fig. 1**. En la nave de 1.440 m<sup>2</sup> se realiza el proceso de producción completo, desde la mezcla de materias primas hasta el embalado de los adoquines paletizados.

Se emplean materias primas locales, que se almacenan en un total de doce silos. Cada silo tiene una capacidad de carga de 100 m<sup>3</sup>. Los niveles se controlan permanentemente, mientras que la medición de humedad se realiza a través de sondas Hydronix.

Sobre una galería alta se encuentra la instalación de mezcla con dos mezcladores, que suministró el fabricante italiano ORU. Para el hormigón granulado se dispone de un mezclador con una capacidad de carga de 1,5 m<sup>3</sup>, para el hormigón de paramento, otro con un volumen de 0,5 m<sup>3</sup>. Los sólidos para la mezcla se transportan al mezclador a través de un transportador elevador. Tras un breve tiempo de mezcla en seco se adicionan los aditivos y finalmente el agua. La solución se la unidad de pesaje y también transporte del hormigón fresco a la máquina, fue concebida y montada por CEDA spa.

### Producción de bloques – Lado húmedo

Con un transportador aéreo se transporta entonces el hormigón fresco al productor de bloques y allí se introduce en la tolva de llenado. La máquina de bloques propiamente dicha se encuentra en una envoltura, de esta manera se reduce el nivel de ruido en la nave. Además, el avance completo de las bandejas se produce mediante transportadores de elevación libre, esto también contribuye a la reducción de ruido.

El productor de bloques de hormigón está equipado con un dispositivo de cambio rápido, que posibilita un cambio sumamente rápido de los diferentes moldes de acero. El cambio de molde se realiza en este caso de forma completamente automática, desde la extracción del molde fijado, pasando por el procedimiento de limpieza hasta la colocación del molde nuevo. En CEDA spa los moldes se cambian hasta tres veces al día, cada procedimiento de cambio requiere una duración de tiempo de unos 20 minutos. La mayor proporción de esta duración de tiempo la determina el tiempo de elevación para la máquina. Con una alimentación óptima del hormigón, es posible un tiempo de ciclo de 9 segundos, en este momento en función de las capacidades de mezcla se necesitan unos 15 segundos por bandeja.



**Fig. 2** Los mezcladores.  
**Fig. 2** O misturador.

alguns princípios: primeiro são analisados com o maior rigor os requisitos de produção dos fabricantes, a unidade é então projectada com esses dados e são feitas comparações com os outros fornecedores. A empresa Weiss planeia sempre um tempo de produção contínuo para todas as suas máquinas. A empresa considera que a sua força especial reside na implementação dos requisitos dos clientes com soluções inovadoras. Para a (jovem) empresa, o amplo serviço pós-vendas e a rotação da unidade são algo que considera. Para a unidade na CEDA spa, também foram desenvolvidas soluções especiais.

### Matérias-primas e sistema misturador

A **Fig. 1** mostra uma vista geral do circuito na CEDA. O processo de produção completo, desde a mistura das matérias-primas, até à embalagem dos blocos de pavimentação paletizados, efectua-se no pavilhão que tem uma área de 1.440 m<sup>2</sup>.

São utilizadas matérias-primas locais, que são armazenadas num total de doze silos. Cada silo tem uma capacidade de 100 m<sup>3</sup>. Os níveis são monitorizados constantemente, a medição da humidade é efectuada com sondas Hydronix.

**Fig. 3** Transporte del hormigón fresco al productor de bloques.

**Fig. 3** Transporte do betão fresco para a máquina de fazer blocos.





Fig. 4 El almacén intermedio de moldes y planchas.

Fig. 4 O armazém intermédio de moldes e pranchas.

Para la alimentación de bandejas se ha montado un gran tampón, donde se encuentran almacenados continuamente unas 60 a 70 bandejas al inicio de la cinta transportadora. La alimentación se realiza totalmente automática. Se emplean bandejas de madera con dimensiones de 1400 x 1080 mm. Los moldes de bloques empleados proviene del fabricante BRUNELLO Rino Srl. El productor italiano desarrolla y construye desde hace 35 años, moldes de acero para la industria del hormigón, para bloques huecos, adoquines y bordillos.

El puesto de mando de la instalación ofrece una visión directa al productor de bloques, pero también las áreas restantes de la nave pueden ser supervisadas sin dificultad. En la cabina aislada acústicamente está visualizado en proceso de fabricación completo en el pupitre de mandos. Desde aquí se puede p.ej. adaptar las formulas sencillamente al proceso de producción.

Directamente tras el productor de bloques se encuentra instalado un dispositivo de lavado. A través de un grupo de vehículos totalmente automático con escalera de ascenso y descenso, las bandejas ocupadas se introducen entonces en las cámaras de secado. En CEDA existen nueve cámaras cada una con 18 posiciones y 20 niveles. De aquí resultan 3.240 puestos de paletas. Por regla general los bloques permanecen 24 horas en la cámara de fraguado. Para optimización

Fig. 5 En el puesto de control de la instalación se supervisa el procedimiento completo de producción.

Fig. 5 No centro de controlo do sistema é monitorizada toda a operação de produção.



O sistema misturador com dois misturadores está colocado numa máquina Empore que foi fornecida pelo fabricante italiano ORU. Para o betão de granulação grosseira existe um misturador com uma capacidade de 1,5 m<sup>3</sup> e para o betão de paramento existe um outro misturador com um volume 0,5 m<sup>3</sup>. As matérias sólidas para a mistura são transportadas para o misturador com um transportador elevador. Os aditivos e finalmente a água são acrescentados após um curto tempo de mistura em seco e, por fim, a água é adicionada. As soluções para a unidade de pesagem e também o transporte do betão fresco para a máquina foram concebidas e instaladas pela própria CEDA spa.

### Produção de blocos – lado húmido

O betão fresco é então transportado para a máquina de fazer blocos por um transportador aéreo, sendo aí introduzido na tremonha de alimentação. A própria máquina de fazer blocos foi encapsulada, desta maneira o nível de ruído no pavilhão diminui. Além disso, todo o sistema de avanço das pranchas foi efectuado com transportadores de curso livre que, contribuem, igualmente, para diminuir o ruído.

A máquina de fazer blocos de betão está equipada com um dispositivo de substituição rápida que permite uma substituição particularmente eficiente dos vários moldes de aço. Neste caso, a substituição dos moldes é efectuada de forma totalmente automática, desde a extracção do molde fixado até à colocação do novo molde, passando pela operação de limpeza. Na CEDA spa, os moldes são substituídos duas a três vezes por dia, o que exige uma duração de 20 minutos, consoante a operação de substituição. A maior parte desta duração é determinada pelo tempo de elevação da máquina. Se o transporte do betão se efectuar em condições optimizadas, é possível um tempo de ciclo de 9 segundos; actualmente são necessários cerca de 15 segundos por prancha devido à capacidade de mistura.

Para a alimentação das pranchas foi construída uma ampla zona intermediária; no começo da cinta transportadora estão sempre depositadas 60 a 70 pranchas a alimentação é efectuada automaticamente. São utilizadas pranchas de madeira com as dimensões de 1400 x 1080 mm. Os moldes para os blocos de pavimentação utilizados são fornecidos pelo fabricante BRUNELLO Rino Srl. O fabricante italiano desenvolve e constrói moldes de aço para a indústria de blocos de betão, blocos de pavimentação, pedras de meio-fio e blocos ocios desde há 35 anos.

O centro de controlo do sistema oferece não apenas a visão directa sobre a máquina de fazer blocos, mas permite, igualmente, que as outras áreas do pavilhão sejam monitorizadas sem problemas. Na cabina isolada contra o som, o processo de produção completo é visualizado no painel de controlo. As receitas, por exemplo, podem ser adaptadas ao processo de produção, a partir daí de forma muito simples.

Imediatamente após a máquina de fazer blocos, está instalada uma unidade de lavagem. As pranchas cheias são levadas depois para dentro das câmaras de

# ¡El único camino!



Fig. 6 El grupo de vehículos.

Fig. 6 O grupo de veículos.

de los tiempos se ha integrado aquí un bastidor de tambón para las bandejas.

## El lado seco de la producción de bloques

A través de la escalera de descenso, las bandejas se depositan entonces sobre la línea de secado. A continuación el separador de bandejas coloca los bloques sobre la bandeja en la posición correcta. A continuación las capas de bloques se transportan con los manipuladores sobre las paletas, en este caso cada segunda capa se gira 90°. En el futuro se pretende incorporar al circuito un duplicador para acelerar el procedimiento. La alimentación de las paletas a través del depósito de paletas es posible de forma muy flexible para las alturas y tamaños más diversos de paletas. Un cambio de paleta puede ser realizado en todo momento y de manera sumamente sencilla.

Las bandejas vacías atraviesan una limpieza con cepillos y a continuación se clasifican a través de un inversor de bandejas para el almacenaje intermedio.



secagem através de um elevador totalmente automático com escada de subida e descida. Na CEDA existem nove câmaras com 18 posições e 20 prateleiras cada, donde resultam 3.240 lugares para paletes. Geralmente, os blocos de pavimentação permanecem 24 horas na câmara de endurecimento. Para otimizar os tempos foi integrado aqui um andaime de armazenamento intermédio das pranchas.

Fig. 7 Paletizado y embalaje de los adoquines.

Fig. 7 Paletização e embalagem dos blocos de pavimentação.

## O lado seco da produção de blocos

As pranchas são depositadas na linha de secagem através da escada de descida. Depois, o dispositivo de desprendimento das pranchas coloca os blocos de pavimentação na prancha na posição correcta. Seguidamente, as camadas de blocos são transportadas para as paletes com a garra, sendo cada segunda camada rodada a 90°. No futuro, vai ser intercalado um duplicador para acelerar a operação. Existe a possibilidade de transportar paletes com as mais diversas alturas e tamanhos, por meio do depósito de paletes, com toda a flexibilidade. Assim, a substituição das paletes pode ser efectuada em qualquer momento, de forma muito simples.

As pranchas vazias passam através de uma limpeza com escovas e são separadas a seguir pelo inversor de pranchas para o armazém intermediário.

Todos os blocos acabados de paletizar recebem uma cobertura com película nas camadas superiores, que são fixadas com uma cintagem. Estes componentes do sistema foram instalados pela Technowrapp Srl. e a Itipack s.r.l. Por fim, os blocos assim embalados são armazenados no local.



**Fig. 8** Federico Weiss (derecha) con el hijo y el director de producción del fundador de CEDA spa.

**Fig. 8** Federico Weiss (lado direito) com o filho e director de produção do fundador da CEDA spa.

Todos los bloques listos paletizados reciben una cobertura de película de las capas superiores, que después se fija mediante un bandaje. Estos componentes de la instalación fueron instalados por Technowrapp Srl, así como Itipack s.r.l. Los bloques así envueltos se almacenan a continuación en el lugar.

### La empresa Weiss Impianti srl y la vibración armónica

La instalación erigida por Weiss en CEDA, refleja los largos años de experiencia de la empresa. Desde hace 35 años Federico Weiss se ocupa del ramo de los bloques de hormigón, en el pasado el era responsable para la comercialización de varios constructores alemanes de máquinas en Italia. Su capacidad la aplica en la moderna tecnología de instalaciones, su aspecto más importante en este caso es la cercanía con el cliente. «Mi filosofía es acceder a los deseos y conceptos del fabricante de bloques, fabricar e instalar una instalación óptimamente ajustada y ofrecer un servicio competente en todo momento», así Federico Weiss. Una estrecha colaboración y cooperación con los productores, es en este caso imprescindible.

Para el futuro, Federico Weiss tiene muchos propósitos: hace poco la empresa Weiss Impianti srl adquirió la licencia para la comercialización exclusiva del sistema desarrollado por el IFF Weimar e.V. de vibración armónica.

Hasta ahora la vibración de choque es el método generalmente aceptado para la compactación de productos de hormigón de formato pequeño. Este método es efectivo y altamente productivo, pero también tiene algunas desventajas. De este modo se pueden presentar problemas en la optimización de configuraciones de máquinas, asimismo no es posible sin más, una reproducibilidad de la calidad de producto. La vibración de choque conduce a un elevado desgaste y no finalmente también a una elevada emisión de ruido. A través del empleo de nuevos métodos con vibraciones armónicas, se omiten las regletas de martillado y los picos de aceleración se sustituyen por golpes con fuerzas adecuadamente más elevadas.

La vibración armónica en máquinas de bloques de hormigón produce oscilaciones sinusoidales con elevadas amplitudes de aceleración en todas direcciones. La implementación técnica de este sistema de oscilación

### A empresa Weiss Impianti srl e a vibração harmónica

A unidade construída pela CEDA reflecte a experiência de longos anos da empresa. Há já 35 anos que Federico Weiss trabalha no sector dos blocos de pavimentação; no passado foi responsável pela comercialização vários construtores alemães de máquinas em Itália. Pôs a sua competência ao serviço de uma tecnologia de máquinas moderna e para ele, o aspecto mais importante, é a proximidade com os clientes. «A minha filosofia consiste em poder satisfazer os desejos e expectativas dos produtores de blocos, fabricar e instalar uma unidade de concepção optimizada e oferecer em todos os momentos um serviço competente», diz Federico Weiss. Neste capítulo, é indispensável uma estreita cooperação com os produtores.

Federico Weiss tem muitos planos para o futuro: recentemente, a empresa Weiss Impianti srl adquiriu a licença de distribuição exclusiva do sistema de vibração harmónica desenvolvido pela IFF Weimar e.V.

Até ao presente, a vibração por choques é o método geralmente aceite para a compactação dos produtos de betão de pequenas dimensões. Este método é eficaz e altamente produtivo, mas também tem algumas desvantagens. Assim, podem ocorrer problemas com a optimização da afinação da máquina, além disso, nem sempre se consegue obter uma qualidade do produto reproduzível. A vibração por choques provoca um elevado desgaste e também provoca uma elevada emissão de ruído. Com a utilização deste novo método de vibração harmónica, as réguas batedoras tornam-se desnecessárias e os picos de aceleração insuficientes são substituídos por golpes com maiores forças.

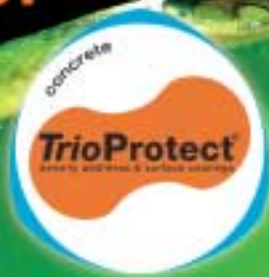
A vibração harmónica nas máquinas produtoras de blocos de betão produz vibrações sinusoidais com elevadas amplitudes de aceleração em todas as direcções. A implementação técnica deste sistema de vibração para compactar o betão foi experimentada várias vezes pelo IFF Weimar e.V.; foi até possível demonstrar melhores resultados de compactação em comparação com a vibração por choques. A utilização da vibração harmónica proporciona ao produtor de blocos de betão a vantagem de uma emissão de ruído mais reduzida e de uma afinação da máquina mais simples e mais robusta. A utilização da vibração harmónica permite produzir produtos de betão com um nível de qualidade constante. O método pode ser utilizado tanto em placas e blocos de pavimentação, como em pedras de meio-fio e sistemas para parede.

A inovadora técnica de compactação já deu bons resultados práticos na Alemanha. A firma F.C. Nüdling Betonelemente GmbH & Co. KG trabalha com este sistema há três anos, com sucesso. O sistema compactação foi integrado numa máquina de moldes para blocos Schlosser SV 40 existente na fábrica Themar, em conjunto com o IFF Weimar e.V.

O sistema impôs-se graças à sua extraordinária qualidade e continuidade em relação às propriedades do produto, com um nível de ruído simultâneo nitidamente inferior durante a moldagem e a compactação.

# ¡Tres pasos para alcanzar el éxito!

www.betra.com



- Sólo la calidad de un hormigón con la estructura optimizada garantiza una protección duradera de la superficie
- Sólo la exclusiva cara vista de un buen hormigón justifica los sistemas de protección de alta calidad
- Sólo el sistema completo de eficacia probada satisface las máximas exigencias de los clientes

para la compactación del hormigón fue estudiada por el IFF Weimar e.V. de forma múltiple; se han podido certificar hasta mejores resultados de compactación con relación a la vibración de choque. El empleo de vibraciones armónicas ofrece al productor de hormigón la ventaja de una reducida emisión de ruidos y una configuración de máquina más sencilla y robusta. Con el empleo de vibraciones armónicas pueden ser producidos productos de hormigón con un elevado nivel de calidad constante. El procedimiento puede ser empleado tanto para placas y adoquines como también para bordillos y sistemas de pared.

La innovadora técnica de compactación ya se ha acreditado en la práctica en Alemania. La empresa F.C. Nüdling Betonelemente GmbH & Co. KG trabaja ahora exitosamente desde hace tres años con este sistema. Conjuntamente con la asociación IFF Weimar e.V. el sistema de compactación ha sido integrado en la máquina de moldeo de bloques existente Schlosser SV 40 en la planta de Themar.

El sistema se ha establecido a través de una calidad y continuidad excepcionalmente elevadas con relación a las propiedades de los productos producidos, a la vez con un nivel de ruidos notablemente más reducido durante la conformación y la compactación. En función de la comparativamente elevada calidad de los bloques de hormigón fabricados de esta manera, la empresa Nüdling está estudiando adaptar otros productores de bloques al sistema de la vibración armónica.

La empresa Nüdling y la IFF Weimar fueron además galardonados con premios nacionales e internacionales por su preocupación en la reducción de ruidos. Finalmente el proyecto «Vibración armónica» fue galardonado con un importante premio de la Agencia Europea para la Seguridad de Trabajo en Bilbao (España). Sobre este evento ya se ha informado extensamente en el BFT INTERNATIONAL 01/2006.

La empresa Weiss Impianti srl integra ahora la vibración armónica por primera vez en una máquina de bloques de fabricación propia. Esta máquina moldeadora de bloques fue fabricada y se instala en este momento para un cliente en las cercanías de Luc/Italia. Una particularidad es también el tamaño del elemento a ser producido, que será de hasta 1.000 x 1.000 mm. Estos bloques se emplean en Italia por ejemplo, para medidas contra inundaciones y para fijación de terraplenes. La máquina y la instalación deben ser concebidas entonces para elevados pesos y cargas extremas. ¡Un informe sobre la máquina aportará seguramente en una de las próximas ediciones, interesante material de lectura!

Graças à qualidade excepcionalmente elevada dos blocos de betão assim produzidos, a firma Nüdling está a ponderar adaptar uma outra máquina de fazer blocos ao sistema de vibração harmónica.

Além disso, a empresa Nüdling e o IFF Weimar foram distinguidos com prémios nacionais e internacionais pelos seus esforços de redução do ruído. Por último, o projecto «vibração harmónica» foi distinguido com o prémio principal da Agência Europeia para a Segurança do Trabalho em Bilbao (Espanha). Este acontecimento já foi relatado pormenorizadamente na BFT INTERNATIONAL 01/2006.

A firma Weiss Impianti srl está a integrar agora pela primeira vez a vibração harmónica numa máquina construída de propósito para esse efeito. Esta máquina de moldar blocos foi produzida para um cliente na região de Lucca/Itália e está a ser instalada actualmente. Uma das particularidades desta máquina é o tamanho dos elementos produzidos que pode ir até 1.000 x 1.000 mm. Estes blocos são utilizados em Itália, p. ex., para protecção contra as cheias e reforço de declives. Por conseguinte, a máquina e o sistema têm de ser concebidos para pesos elevados e cargas extremas. Uma exposição sobre esta máquina numa das próximas edições vai certamente proporcionar um assunto de leitura interessante!

*Martina Borghoff, Bielefeld*



Fig. 9 La nueva máquina de Weiss Impianti poco antes de su terminación.

Fig. 9 A nova máquina da Weiss impianti pouco antes de estar concluída.

## La magia de Foley Products Company

### A Foley Products Company efectua novas habilidades com Magic

#### Direcciones/Morada

Schlüsselbauer Technology  
GmbH & Co. KG  
4673 Gaspoltshofen/Austria  
Tel.: +43 7735 7144-0  
Fax: +43 7735 7144-55  
sbm@sbm.at  
www.sbm.at

Schlüsselbauer  
North America LLC  
Thomas A. Higgins  
4711 Trousdale Drive Suite  
213, Nashville,  
Tennessee 37220/USA  
Tel.: +1 615 332-9788

● La empresa Foley Products Company de Winder (Georgia, EEUU) ha dado un paso de gigante convirtiéndose en el fabricante más moderno de Norte América de componentes para pozos de registro, utilizando para ello la tecnología de producción Magic. Foley Products Company se estableció en 1981, y posee instalaciones en Georgia (Newman, Winder y Adairsville) y Alabama (Clanton). Entre los productos que fabrica se incluyen productos sanitarios y drenajes de hormigón prefabricado, tuberías de hormigón, alcantarillas rectangulares y tuberías en arco.

Desde sus inicios, la filosofía de Foley Products Company es « suministrar productos de la mejor calidad con el mejor servicio ». Foley Products buscaba una solución para aumentar la producción de componentes para pozos de registro. Históricamente, tales componentes procedían de la producción colada en pequeñas cantidades o de las máquinas de fabricación de tuberías de hormigón vibrado. En ambos casos, la capacidad era limitada, hecho que afectaba al servicio que Foley podía ofrecer al mercado.

● A Foley Products Company Winder, instalação de produção da Geórgia situa-se na grande Atlanta, Mercado da Geórgia e tem sido bem-sucedida ao dar um passo gigante para se tornar no produtor mais moderno de componentes de portas de inspeção na América do Norte. A Foley decidiu usar a tecnologia de produção Magic para a produção de portas de inspeção. A Foley Products Company foi fundada em 1981 e tem instalações na Geórgia (Newman, Winder, Adairsville) e no Alabama (Clanton). Os produtos incluem produtos sanitários e de água pluviais em betão pré-fabricado, condutas em betão, canais e condutas em arco.

A filosofía da Foley Products Company desde o seu início tem sido « Fornecer os produtos de melhor qualidade com o melhor serviço da indústria ». A Foley Products procurou uma solução para aumentar a produção dos componentes de portas de inspeção. Historicamente, estes componentes de portas de inspeção eram quer pré-húmidos em quantidades limitadas ou produzidos nas suas máquinas de condutas pré-secas. Em ambos os casos, a capacidade limitada estava a afectar a possibilidade da Foley servir o seu mercado e teve um impacto negativo na sua capacidade de produzir um volume insuficiente de condutas.

Após uma prolongada investigação e visitas exaustivas a outras instalações na América do Norte e na Europa, a Foley Products determinou que a única solução seria uma instalação de produção dedicada capaz de produzir os volumes desejados numa escala verdadeiramente industrial com a mais alta qualidade e o mais baixo custo de produção. A Foley Products escolheu o reconhecido líder no fornecimento à escala industrial de instalações de produção automatizadas – Schlüsselbauer – e decidiu que a instalação de produção Magic 1500 seria a ideal para as suas necessidades. A

Fig. 1 Planta MAGIC 1500 de producción de componentes para pozos de registro.

Fig. 1 Local de produção da MAGIC 1500 para componentes de portas de inspeção.



Fig. 2 Sistema de control de toda la producción, de manejo sencillo.

Fig. 2 Sistema de controlo da produção completa de fácil utilização.



Fig. 3 Producción de elementos de hasta 60" de diámetro interior nominal y hasta 48" de altura eficaz.

Fig. 3 Produção de elementos até um diâmetro interno nominal de 60" e até uma altura efectiva de 48".



**Fig. 4** Manipulación totalmente automática de cualquier tipo de componente.

**Fig. 4** Manuseio totalmente automático de qualquer tipo de componentes de portas de inspeção.



**Fig. 5** Montantes fabricados en la Schlüsselbauer Magic 1500.

**Fig. 5** Tubos de subida de portas de inspeção na Schlüsselbauer Magic 1500.

Después de una amplia investigación y de exhaustivas visitas a otras fábricas de Norte América y Europa, Foley Products determinó que la única solución posible era una instalación específica capaz de producir los volúmenes deseados a una escala verdaderamente industrial con la mayor calidad y los menores costes de producción. De esta forma, Foley Products eligió a Schlüsselbauer, reconocido líder en el suministro industrial de plantas de producción totalmente automáticas, y decidió que la planta Magic 1500, que es capaz de fabricar productos de hasta 60" de diámetro interno nominal con una altura eficaz de 48", satisfaría sus necesidades. El diseño es modular, y puede suministrarse en varios grados de automatización y con diversos accesorios a medida según las necesidades específicas del cliente. La configuración implementada para Foley Products incluye una producción totalmente automatizada, limpieza y lubricación de palets, manipulación de producto y palets mediante robots, despaletización y apilamiento de producto, estarcido de producto y ensayos en vacío en la línea de producción.

Con esta configuración, Foley Products puede producir hasta 300 piezas individuales por turno, incluyendo la limpieza de la planta. Estas instalaciones de vanguardia las operan dos personas con el apoyo de una tercera que gestiona el producto acabado en el patio de almacenamiento. Los productos fabricados incluyen módulos de recrecido (anillos) de 48" con alturas eficaces desde 10" hasta 40", conos concéntricos y excéntricos para pozos de registro y tres estilos diferentes de tapas planas también para pozos de registro. Las armaduras, los pates y los anclajes se introduce de modo automático durante la producción, lo que permite que la planta funcione con el mínimo personal. Toda la manipulación la realiza la grúa robot Transexact, y ninguna persona entra en contacto con el producto cuando se ha extraído de la máquina de producción. Por lo tanto, la longevidad del equipo está garantizada gracias a la prevención de los daños causados típicamente por una manipulación manual. La planta se instaló y se puso en funcionamiento durante el otoño de 2006, superando hoy en día las expectativas iniciales de Foley Products. ■

instalação de produção Magic 1500 fornecida pela Schlüsselbauer é capaz de produzir produtos até um diâmetro interno nominal de 60" com uma altura eficaz de 48". O design é modelar em natureza e pode ser fornecido em graus de automação variáveis e acessórios feitos à medida para as necessidades específicas de um determinado cliente. A configuração fornecida à Foley Products inclui a produção totalmente automatizada, limpeza e oleamento de paletes, paleta robótica e manuseio de produtos, despaletização e empilhamento de produto, impressão por estêncil de produtos e mais testes a vácuo em linha.

Nesta configuração, a Foley Products pode produzir até 300 peças individuais por turno incluindo limpeza da instalação. Esta instalação totalmente modernizada é operada por dois indivíduos e apoiada por um outro que faz a gestão do produto final no estaleiro. Os produtos fabricados incluem tubos de subida com portas de inspeção de 48" em alturas efectivas de 10" por 40", cones concêntricos e excêntricos para portas de inspeção bem como três estilos diferentes de superfícies de topo planas para as portas de inspeção. Em cada produto podem ser aplicáveis dispositivos de subida e elevação automaticamente incorporáveis durante o ciclo de produção. O reforço é automaticamente introduzido também durante o ciclo de produção, permitindo assim à instalação de produção ser operada com o número mínimo de pessoal. Todo o manuseio é efectuado pelo guindaste do pavilhão robot Transexact e nunca nenhum humano toca no produto quando este é ejetado da estação de betonagem. Por isso, a longevidade do equipamento é garantida através da prevenção dos danos causados tipicamente pelo manuseio manual. Esta instalação foi estabelecida e começou a funcionar no Outono de 2006 e tem excedido as expectativas da Foley Products. ■



## La producción de hormigón de Largo Cem para la Exposición Internacional de 2008

## Produção de betão para a Exposição Mundial de 2008 pela Largo Cem

### Dirección/Morada

Columbia Machine, Inc.  
107 Grand Blvd.  
Vancouver, WA 98661/Canada  
Tel.: +1 360 694 1501  
www.colmac.com  
erirou@colmac.com

● En Botorrita, a las afueras de Zaragoza, Largo Cem lleva fabricando unidades de hormigón de alta calidad desde 1968 utilizando para ello un equipo Columbia. Largo Cem, empresa familiar, es uno de los líderes en la producción de bloques arquitectónicos y partidos del noroeste de España. Zaragoza será la ciudad que acogerá la Exposición Internacional de 2008, evento que girará en torno al agua y al desarrollo sostenible. Con vistas a un acontecimiento de semejante importancia, que requerirá muchos y diferentes tipos de elementos de hormigón, Largo Cem ha ampliado recientemente sus instalaciones con la puesta en marcha de una moderna planta que cuenta con una nueva máquina de palets grandes Columbia modelo 1400e.

En 1968 el Sr. Carlos Tartaj inició la producción de bloques con una máquina Columbia modelo 8. Algunos años más tarde adquirió una modelo 22, máquina muy fiable que dio unos resultados tan excepcionales en cuanto a calidad que Largo Cem añadió una segunda línea unos años después. A medida que la ciudad crecía y aumentaba la demanda de una mayor variedad de unidades de hormigón de alta calidad, Largo Cem compró una máquina modelo 50 de 5 bloques con línea de corte doble, también de Columbia Machine, Inc. Con el continuo crecimiento de la empresa se hizo patente que era necesaria una capacidad de fabricación incluso mayor, por lo que Carlos Tartaj, la segunda generación de la

● Em Botorrita, mesmo nos arredores de Saragoça (Espanha), Largo Cem tem estado a produzir unidades de betão segmentado de alta qualidade desde 1968, utilizando o equipamento de maquinaria Columbia. A Largo Cem é uma empresa familiar e é um dos principais produtores de unidades arquiteturais e duplas do Nordeste de Espanha. Saragoça será a cidade anfitriã para a Exposição Mundial de 2008 e o tema da Expo é água e desenvolvimento sustentável. Em antecipação a este grande evento, o qual irá necessitar de muitos tipos diferentes de elementos de betão, a Largo Cem alargou recentemente a sua operação ao comissionar uma nova instalação que possui a nova máquina de paletes grandes, Columbia Machine 1400e.

Em 1968, o Sr. Carlos Tartaj começou a produzir blocos numa máquina Columbia, Modelo 8. Alguns anos mais tarde ele adquiriu um Modelo 22 para substituir a sua primeira máquina. Esta máquina era muito fiável e a qualidade do produto excepcional, tanto que a Largo Cem adicionou uma segunda linha poucos anos depois. Como a cidade cresceu e a procura exigia uma maior variedade de unidades de betão de alta qualidade, a Largo Cem adquiriu uma máquina Modelo 50, de 5 blocos e uma linha de divisão dupla à Columbia Machine, Inc. Como a empresa continuou a florescer, tornou-se evidente que era necessária ainda mais capacidade de produção. Carlos Tartaj, proprietário da segunda geração da Largo Cem, determinou que a máquina Columbia 1400e foi a solução certa devido ao tremendo crescimento para uma maior gama de produtos. Antes da sua decisão final para o investimento, Carlos Tartaj visitou o local de testes da fábrica da Columbia, onde lhe demonstraram que a nova máquina produzia blocos muito finos de 22 mm, blocos rectangulares de 60 mm, impressionantes lajes de 400 x 400 x 50 mm, bloco ocos padrão, produtos de muros de suporte de superfície altamente rugosa de 100 mm e lancil coberto com um metro de comprimento massivo. « Nós fazemos uma ampla série de diferentes produtos e é muito importante ser-se capaz de alterar os moldes de forma rápida. A 1400e permite-nos faze-lo », diz Tartaj. Muito antes, a instalação LPM completa foi instalada, comissionada e em total produção no final de 2006.

A 1400e da Columbia é o coração da instalação Largo Cem, que inclui um sistema de transferência de paletes Trafo e a nova empaquetadora totalmente eléctrica da Columbia, QBR2000e. « O design totalmente eléctrico, sem qualquer hidráulica foi muito importante Para nós e estamos realmente muito impressionados com o sistema de mudança de molde », diz Carlos Tartaj. Uma



Fig. 1 Máquina Columbia modelo 1400e de palets grandes.

Fig. 1 Máquina Columbia de paleta grande, tipo 1400e.

familia de propietarios de Largo Cem determinó que la máquina Columbia 1400e era la solución adecuada debido al increíble crecimiento de la gama de productos. Antes de tomar una decisión definitiva, Carlos Tartaj visitó las instalaciones de ensayo en fábrica de Columbia, en las que pudo apreciar cómo la nueva máquina era capaz de fabricar adoquines de hormigón muy delgados (22 mm), adoquines rectangulares de 60 mm, losas de 400 x 400 x 50 mm, bloques huecos estándares, elementos para muros de contención de 100 mm de alto y superficie rugosa, y bordillos macizos de 1 metro de longitud. « Fabricamos una amplia gama de productos, por lo que es muy importante poder intercambiar los moldes con rapidez. La máquina 1400e nos permite lograrlo », comenta Tartaj. No mucho tiempo después, la planta al completo ya estaba instalada y funcionando a pleno rendimiento.

La Columbia 1400e es el corazón de la planta de Largo Cem que incluye un sistema de transferencia de palets Trafo y una cubadora eléctrica Columbia QBR2000e. « El diseño completamente eléctrico sin circuitos hidráulicos fue muy importante para nosotros. Estamos impresionados con el sistema de cambio de moldes », dice Carlos Tartaj. Una ventaja clave de un diseño como éste es el ahorro de energía asociado.

La máquina de bloques de hormigón posee diversos sistemas de tecnología de vanguardia integrados en un armazón de acero estructural sólido y resistente de forma que la vida útil de la máquina es muy larga. Además, los elementos que conforman la estructura de acero están atornillados, lo que permite tiempos de configuración reducidos y disminuye los costes de transporte al no haber cargas mayores de lo normal. La máquina se asienta en unos cimientos sólidos a nivel del suelo, diseño que elimina la necesidad de un foso por debajo de la misma. Además, la Columbia se desmonta con facilidad, pudiendo así acceder sin dificultad a todas las piezas del equipo por medio de un carro con ruedas.

Sin las líneas hidráulicas, el mantenimiento de la máquina es más sencillo. Columbia ha diseñado una forma de aislar las vibraciones entre la sección principal y la zona de alimentación por medio de una cuchilla a chorro de aire patentada, creando una cortina de aire que también limita el derrame de hormigón durante la producción.

La vibración de los moldes se logra mediante cuatro servomotores resistentes con pesos variables según las diferentes fases del proceso y que permite el ajuste incluso en funcionamiento. El diseño de la mesa de palets patentada garantiza que toda la energía se transmita sólo en dirección vertical proporcionando mejor compactación y mayor control del hormigón y produciendo alturas y calidades de producto constantes. Los cojinetes del vibrador se lubrican y mantienen refrigerados por medio del flujo constante de vaho de aceites vehiculado mediante un



Fig. 2 El sistema automático de cambio de moldes.

Fig. 2 Sistema de muda automática de molde.

grande vantagem do design totalmente eléctrico é as poupanças de energia.

A máquina de blocos de betão tem muitas das mais recentes tecnologias que estão incorporadas na estrutura da máquina que utiliza aço estrutural sólido e robusto para que a vida útil da máquina seja de facto longa. Além disso, a estrutura de aço é também aparafusada, o que permite tempos de preparação rápidos e reduz os custos de expedição ao não ter cargas acima do limite. A máquina assenta numa fundação sólida, ao nível do chão, cujo design elimina a necessidade de um fosso por baixo da máquina. De igual modo, a máquina Columbia separa facilmente, permitindo um livre acesso a todas as peças do equipamento por meio de uma secção de gavetas de alimentação de levantamento.

Sem as linhas hidráulicas, a manutenção da máquina é mais simples. A Columbia concebeu uma forma dupla de isolar a vibração entre a sua secção principal e a secção da caixa de alimentação através de ar cortante patentado que também cria uma cortina de ar para limitar o derramamento de betão durante a produção.

A vibração do molde é conseguida por quatro robustos servo-motores com pesos de contrabalanço de fase variável que permitem o ajuste rápido. O design de tabela de paleta patentado garante que toda a energia é transmitida apenas na direcção vertical, fornecendo uma melhor compactação e maior controlo do betão e concedendo um peso consistente e qualidade do produto. Os rolamentos do vibrador são lubrificados e mantidos frios por um fluxo constante dum mistura de óleo entregue por um método engenhoso. A cabeça do apiloador é conduzida por dois motores com retroacção digital servo como faz a viga extractora de molde. Tudo isto permite a produção repetitiva sem a utilização de manutenção hidráulica intensiva que irá fornecer um produto consistente em peso e aparência. As paletes de produção de aço (1.400 x 1.100 mm) são standard devido à excelente transmissão de energia vibratória direc-



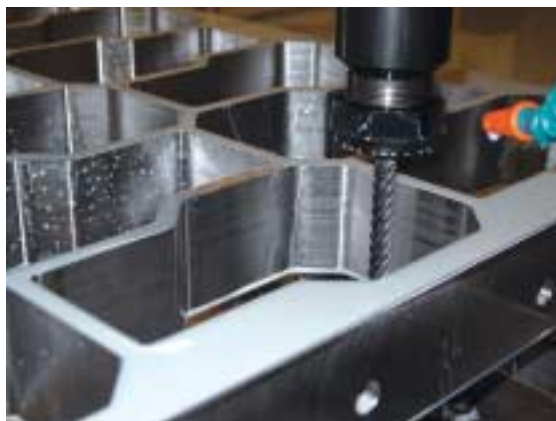


Fig. 3 Fabricación de moldes de Columbia.

Fig. 3 Produção dos moldes Columbia.

ingenioso método. El peso está accionado por dos motores con acoplamiento, del mismo modo que el soporte de extracción del molde. Todo ello permite una producción repetitiva sin el uso de elementos hidráulicos –que requieren un mantenimiento exhaustivo– que proporciona un producto de altura y aspecto homogéneos. Los palets de producción que son de acero y de dimensiones 1.400 x 1.100 mm, son estándares debido a la excelente transmisión de energía vibratoria directamente al molde y a los productos de hormigón, lo que da como resultado una densidad de producto máxima en tiempo mínimo. Los palets de plástico son otra opción disponible. La alimentación y descarga con el sistema de elevación garantiza la colocación rápida y precisa de los palets.

La planta se implementó con un sistema automático de sustitución de moldes que permite el cambio de producto sin intervención de operarios en menos de 5 minutos, tiempo que incluye el cambio de altura de los moldes, las placas de extracción y las parrillas del agitador si fuera necesario. Como el equipo de cambio de moldes está diseñado de tal forma que puede trabajar entre los dos ejes de cromo de 100 mm, los casquillos no se ven afectados, ni tampoco se aumenta el riesgo de desgaste o avería. Esta característica fue clave para la empresa Largo Cem sabiendo que el mercado demandaría una elevada variedad de productos, por lo que los tiempos de cambio de molde tenían que ser mínimos.

La máquina de bloques de hormigón con su sistema de vibración vertical permite que los moldes puedan diseñarse con una tolerancia mínima entre la zapata de compactación y la cavidad del molde. Esta característica le confiere una vida útil mucho más larga y la necesidad de que Columbia Machine desarrollara moldes para su equipo. Otros fabricantes producen moldes que aceptan una vibración lateral y horizontal mayor que la 1400e, por lo que Columbia tuvo que adaptarse a los requisitos y fabricar los suyos propio para alcanzar una vida útil óptima. Con este desarrollo, en la actualidad Columbia ofrece moldes para todo tipo de máquinas.

Debido a la variedad de productos necesarios en este mercado, Largo Cem solicitó a Columbia Machine

tamente no molde e nos produtos de betão, resultando numa densidade máxima do produto em tempo mínimo. As paletes de plástico são uma opção disponível. O alimentador e descarga de paletes de vigas deslizantes garante sempre uma colocação rápida e precisa das paletes.

A instalação foi equipada com um sistema de mudança automática de molde que permite uma troca de produto automática em menos de 5 minutos. Este tempo inclui a mudança em altura dos moldes, a cortar as lâminas bem como as grelhas do agitador se necessário. Devido ao equipamento de troca de molde ser concebido para trabalhar entre os dois eixos guia de cromo de 100 mm, não têm de ser perturbados quaisquer casquillos ou aumenta o risco de desgaste ou possibilidade de falha, Esta característica foi um marco para a empresa Largo Cem, sabendo que o seu mercado exigia um elevado volume de variedade de produtos e o tempo de mudança de molde tem de ser mínimo.

A máquina de bloco de betão com a sua vibração vertical permite que os moldes de produção sejam concebidos com uma tolerância mínima entre a sapata do apilador e a cavidade do molde. Isto fornece uma vida útil do molde muito superior e a exigência da Columbia Machine para desenvolver moldes para o seu equipamento. Outros fabricantes de moldes têm estado a fazer moldes para máquinas que aceitem mais vibração lateral e horizontal do que a 1400e. A necessidade de moldes mais precisos exigiu que a Columbia fabricasse os seus próprios de forma a que se pudesse alcançar uma vida útil do molde óptima. Com este desenvolvimento, a Columbia oferece agora moldes para todos os tipos de máquinas.

Devido à variedade de produtos necessários neste Mercado, a Largo Cem pediu à Columbia Machine para conceber uma empacetedora que possa acumular e reconfigurar produtos sendo apresentada para paletes de expedição. O fluxo de produto vem para o descarregador deposita as paletes com os produtos no transportador que alimenta o consolidador. O consolidador pode, dependendo da necessidade, consolidar três paletes de produto em duas paletes. O produto entra então num reforço para elevar uma camada do produto para a próxima paleta de produto que entra, se desejado. O produto é então arrastado para um transportador de viga deslizante através de um braço de ordenação tandem. O transportador de viga deslizante em conjunto com o braço tandem podem alimentar a empacetedora com a quantidade necessária de produto para as exigências de empacotamento standard ou especial. A empacetedora QBR2000e recebe a configuração correcta no seu quadro de elevação primário. Uma vez o produto elevado, um grampo suspenso levanta o produto até cinco mm até este pairar sobre uma resguardo que é retirado para mostrar a paleta de expedição abaixo. Este design garante que o produto é sempre suportado e que é evitada a queda do produto. Consoante a paleta de expedição recebe cada camada, vai baixando, pronta para receber a próxima. Quando o número de camadas desejado é alcançado, a paleta sai é recebida uma nova paleta

que diseñara una cubadora que pudiera acumular y reconfigurar los productos que se presentaban en los palets de transporte. Los descensores depositan los palets con los productos sobre el transportador que alimenta a un compactador. Éste, en función de las necesidades compacta tres palets de producto en dos. El producto, a continuación, entra en un duplicador para elevar una capa de producto y dejarla sobre el siguiente palet. El producto se traslada a un transportador elevador por medio de un brazo en tándem. El transportador elevador junto con el brazo en tándem pueden alimentar a la cubadora con la cantidad necesaria de producto de acuerdo con los requisitos de embalaje, ya sean estándares o especiales. La cubadora QBR2000e recibe la configuración correcta sobre su primera mesa elevadora. Cuando el producto se eleva, un gancho lo levanta tan sólo 5 mm por encima de la bandeja para poder retirarla y dejar que aparezca el palet inferior. Este diseño garantiza que el producto siempre quede sujeto, sin que pueda caer. A medida que el palet de transporte va recibiendo las capas, desciende automáticamente, listo para recibir la siguiente. Cuando se ha recibido el número de capas deseado, el palet abandona su posición y permite la entrada del siguiente. En la actualidad pueden cubarse con seguridad incluso productos muy delgados o con formas poco corrientes. Debido a que el diseño es totalmente eléctrico, se elimina la posibilidad de que los productos acabados se ensucien con aceite hidráulico.

Toda esta automatización requiere un control muy preciso que minimice las necesidades de mano de obra. Columbia usa su sistema de control de supervisión CommandView que interconecta al operador con toda la línea de producción. Este sistema computerizado controla el sistema de control de la máquina de productos de hormigón a través de un PLC que utiliza un bus de campo de alta velocidad para obtener datos de puntos de entrada y salida remotos (p.ej. servoaccionamientos). El sistema permite añadir módulos en el caso de que se actualice la planta o se añadan equipos en el futuro. También puede visualizar el estado de funcionamiento en tiempo real y diagnosticar prácticamente todas las interrupciones de funcionamiento del equipo. Así, en el caso de que se detuviera una máquina, se envía una señal digital que no sólo informa al operario, sino que puede recomendar una solución, identificar la pieza problemática y su código, y acceder al manual de reparaciones, todo ello sin tener que abandonar la sala de control. Cuando se determina el problema, se informa de la pieza gastada y se explica el procedimiento a seguir en una gran pantalla de 430 mm de manera que el operario puede desplazarse inmediatamente a la zona conflictiva y llevar a cabo la reparación. ■

de expedição no local através do dispensador de palete. Mesmo os produtos de forma ã usual e muito finos podem agora ser empaquetados de forma segura. Devido ao seu design totalmente eléctrico, o manchar dos produtos acabados com óleo hidráulico é eliminado.

Toda esta automação exige os controlos mais exactos de forma a minimizar as necessidades de mão-de-obra. A Columbia utiliza o seu sistema de controlo de supervisão CommandView, o qual é usado para interagir com toda a linha de produção. Este sistema de supervisão de produção da instalação com base PC monitoriza o sistema de controlo da máquina de produtos de betão. Através de um Controlador Lógico Programável (Programmable Logic Controller – PLC) que utiliza um transportador de campo de alta velocidade para encontrar dados das entradas e saídas remotas (por exemplo, drives servo). O sistema permite adicionar módulos para futuras actualizações da instalação e equipamento adicional. O sistema pode mostrar o estado operacional em tempo real e diagnóstico de quase todas as paragens do equipamento. Na eventualidade de paragem da máquina é enviado um sinal digital que não só informa o operador como também ajuda na recomendação de uma solução e na identificação da peça problemática, número da peça e acesso ao manual de reparação sem abandonar a sala de controlo. Uma vez determinado o curso de acção, a peça desgastada identificada e o procedimento é explicado no grande ecrã de 430 mm; o operador pode imediatamente dirigir-se à zona do problema e efectuar a reparação. ■

## EDICIÓN ESPECIAL

### Había considerado que una edición especial le ofrece la posibilidad de:

- ▶ ¿ Informar a sus clientes
- ▶ ¿ Mejorar la calidad de los actos de presentación
- ▶ ¿ Intensificar la propaganda corporativa
- ▶ ¿ Formar a sus empleados

¿ Desea información adicional?  
¡ Póngase en contacto con nosotros por teléfono o fax y le atendemos con gran placer

☎ +49 (0) 52 41 80 89 364  
Fax: +49 (0) 52 41 80 94 115  
Redacción BFT

## TIRAGENS ESPECIAIS

### Já pensou que uma tiragem especial lhe oferece a possibilidade de:

- ▶ Informar os parceiros comerciais?
- ▶ Reavaliar a qualidade dos eventos de apresentação?
- ▶ Intensificar a publicidade da imagem?
- ▶ Treinar os colaboradores?

Quer saber mais pormenores?  
Telefone-nos ou envie-nos um fax,  
temos todo o prazer em o aconselhar!

☎ +49 (0) 52 41 80 89 364  
Fax: +49 (0) 52 41 80 94 115  
A Redacção da BFT

**bau|||verlag**

We give ideas room to develop

[www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de)

H 1741

Part of Springer Science+Business Media

**Concrete Plant + Precast Technology**  
**BFT Betonwerk + Fertigteil-Technik**

73<sup>rd</sup> Volume 2007  
73. Jahrgang 2007

ISSN 0373-4331

**Bauverlag BV GmbH**

Avenwedder Straße 55  
Apartado de Correos 120/Caixa postal 120  
33335 Gütersloh  
Alemania/Alemanha  
USt-IdNr.: DE 813 38 24 17

**Redactor jefe/Chefe de redacção**

*Dipl.-Ing. Martina Borghoff (bo)* *Tel. +49 5241 8089363*  
martina.borghoff@springer.com  
(Responsable del contenido/Responsável pelo conteúdo)

**Redacción/Redacção**

*Dipl.-Ing. Andrea Janzen (aj)* *Tel. +49 5241 8089103*  
andrea.janzen@springer.com

**Oficina de redacción/Esritório de redacção**

bft@bauverlag.de *Fax +49 5241 8094115*

*Monika Kämmerer* *Tel. +49 5241 8089364*  
monika.kaemmerer@springer.com

*Sabine Anton* *Tel. +49 5241 8089365*  
sabine.anton@springer.com

**Director de publicidad/Director de publicidade**

*Jens Maurus* *Fax +49 5241 8089278*  
jens.maurus@springer.com  
(Responsable de publicidad/Responsável pela publicidade)

*Andrea Krabbe* *Tel. +49 5241 8089393*  
andrea.krabbe@springer.com *Fax +49 5241 80689393*

**Lista de precios para publicidad no 46 del 1.10.2006**  
**Lista de preços de publicidade n.º 46 de 1.10.2006**

**Representaciones/Representantes**

**Italia:**  
*Vittorio C. Garofalo* *Tel. +39 01 85323860*  
CoMedia srl. *Mobile +39 335 346932*  
Piazza Matteotti, 17/5, 16043 Chiavari/Italy *Fax +39 01 85323104*  
com.dia@libero.it

**Rusia:**

*Dipl.-Ing. Max Shmatov*  
Event Marketing Ltd. *Tel. +7 095 7824834*  
PO Box 150 Moskau/129329 Russia *Fax +7 095 9132150*  
Shmatov@event-marketing.ru

**EE. UU. y México**

*Mr. Paul Schnabel*  
Dicomm Media *Tel. +1 800 6135205*  
333 West 39<sup>th</sup> Street Suite 904 *Fax +1 905 7130928*  
New York, NY 10018, USA  
pschnabel@dicommintl.com

**Canadá**

*Mr. Paul Schnabel*  
Dicomm Media *Tel. +1 800 6135205*  
12 Steeplechase Avenue *Fax +1 905 7130928*  
Aurora, Ontario L4G 6W5 Canada  
pschnabel@dicommintl.com

**Director general/Director Geral**

*Stefan Rühling* *Tel. +49 5241 802476*

**Director de la edición/Director da edição**

*Helmut Hentschel* *Tel. +49 5241 802148*

**Director de ventas de publicidad/Director de Venda de Publicidade**

*Reinhard Brummel* *Tel. +49 5241 802513*

**Producción/Produção**

*Gerhard Hökenschnieder* *Tel. +49 5241 802187*  
*Fax +49 5241 806070*

**Director de suscripciones y circulación/Chefe de vendas**

*Mike Röttgen* *Tel. +49 5241 8058 71*

**Marketing de suscriptores/Direcção de publicidade**

*Marco Rieso* *Tel. +49 5241 8045834*  
marco.rieso@springer.com *Fax +49 5241 73055*

**Servicio al lector**

Cada número de la revista puede encargarse directamente a la editorial o en cualquier librería

**Bauverlag BV GmbH**  
**Postfach 120, 33311 Gütersloh, Germany**

El servicio al lector está disponible de lunes a viernes de 9.00 a 12.00 h y de 13.00 a 17.00 h (viernes hasta las 16.00 h)

*Tel. +49 1805 5522533\** *Fax +49 1805 5522533\**

\* 0,14 €/min de la red fija alemana

leserservice@bauverlag.de

**Tasas y periodo de suscripción de los números regulares de BFT**

Una edición regular de la revista BFT se publica en alemán e inglés con 12 números por año. Suscripción anual (incluidos costes de envío):

**Alemania 211,80 €**  
**Estudiantes 141,60 €** (acreditación del acment de estudiante actualizado)  
**Extranjero 230,40 €** (envío por correo aereo contra sobrecargo)  
**Número unitario 21,00 €** (más costes de envío)

La suscripción es válida por 12 meses tras los cuales puede ser cancelada dando el aviso correspondiente por escrito no después de 4 semanas antes del final de un cuarto.

**Publicaciones**

Según la Ley, los editores adquieren los derechos de elaboración y publicación sobre los artículos e ilustraciones aceptados para su publicación. Revisiones y recortes quedan a discreción de los editores. Los artículos presentados en esta revista no pueden haber sido publicados con anterioridad en Alemania o fuera del país. Excepciones a esta norma pueden tener lugar únicamente mediante acuerdo escrito entre el autor y los editores. La redacción y la edición no aceptan ninguna responsabilidad sobre manuscritos no solicitados. El autor asume la responsabilidad del contenido de los artículos identificados con su nombre. Los honorarios de publicación sólo pueden ser entregados al depositario de los derechos. La revista y todos los artículos e ilustraciones contenidos en ella están sujetos a copyright. Con la excepción de los casos permitidos por la Ley, la utilización o copia sin el consentimiento de los editores está castigada por la Ley. Esto último también se aplica a la copia y transmisión en forma de datos. Los términos y la condiciones generales de Bauverlag se pueden encontrar impresas adentro por completo en [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de).

**Serviço do leitor**

Cada número de revista pode ser encomendado directamente a editora ou em qualquer livraria.

**Bauverlag BV GmbH**  
**Postfach 120, 33311 Gütersloh, Germany**

O serviço do leitor pode ser contactado, pessoalmente, de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup>, entre às 9.00 às 12.00 e entre às 13.00 às 17.00 h (às sextas-feiras até às 16.00)

*Tel. +49 18055522533\** *Fax +49 1805 5522533\**

\* 0,14 €/min desde o linha de terra alemão

leserservice@bauverlag.de

**Preços e período de subscrição dos números regulares da BFT**

A edição regular da revista BFT é publicada em alemão e ingles, com 12 números por ano. Subscrição anual (incluindo custos de envio):

**Alemanha 211,80 €**  
**Estudantes 141,60 €** (contra apresentação de atestado lectivo)  
**Estrangeiro 230,40 €** (envio por correio aéreo contra sobretaxa)  
**Número unitário 21,00 €** (acrescido de custos de envio)

A subcrição é válida inicialmente por 12 meses, podendo ser cancelada por escrito, depois disso, com um pré-aviso de 4 semanas no final de cada trimestre.

**Publicações**

No âmbito das disposições legais, os editores adquirem os direitos de publicação e processamento sobre os artigos e as ilustrações aceites para publicação. As revisões e abreviações ficam ao critério dos editores. Os artigos apresentados nesta revista não podem ter sido publicados anteriormente noutro local, nem na Alemanha, nem no estrangeiro. As excepções a esta regra requerem o acordo correspondente entre o autor e a redacção. Os editores e a redacção não assumem qualquer responsabilidade pelos artigos não solicitados. O autor assume a responsabilidade pelo teor dos artigos identificados com o seu nome. Os honorários de publicações só serão pagos ao titular dos direitos. A revista e todos os artigos e ilustrações aí contidos estão protegidos pelos direitos de autor. Exceptuando os casos permitidos pela lei, a utilização ou reprodução sem o consentimento dos editores é punida por lei. Isto também se aplica ao registo e transmissão sob a forma de dados. As condições negociando gerais e os termos da Bauverlag encontram-se completamente sob [www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de).

**Literatura y litografía/Composição e litografia**

Westermann GmbH, 27305 Bruchhausen-Vilsen, Alemania/Alemanha

**Editores/Editores**

HB Medien, 32584 Löhne, Alemania/Alemanha

Audited by IVW German Audit Bureau of Circulations



www.bft-online.info