

# Betonwerk + Fertigteil-Technik

# Concrete Plant + Precast Technology

# BFT



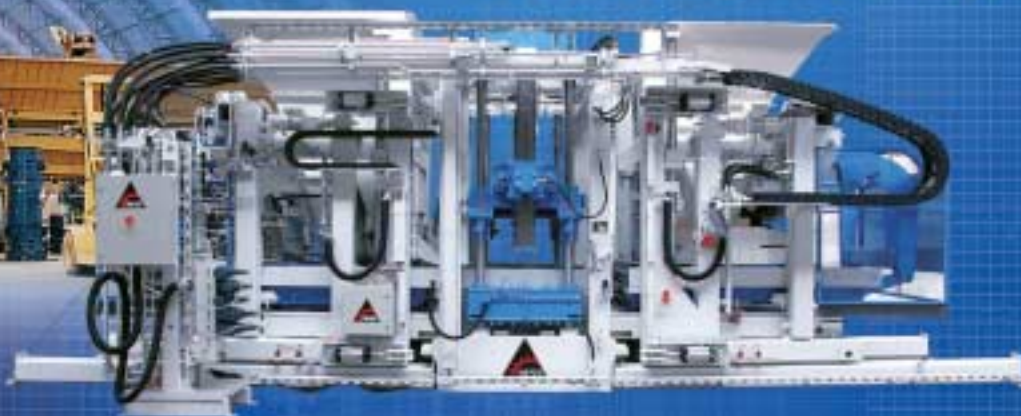
edición española/edição portuguesa

2 | 2004

LE DAMOS FORMA AL HORMIGÓN



## 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.



SP SCHLOSSER  
PFEIFFER

Por favor haga una visita al Grupo Hess en Internet [www.hess-maschinenfabrik.de](http://www.hess-maschinenfabrik.de) o pidanos que le enviemos nuestro CD-ROM.

# Betonwerk + Fertigteil-Technik

## Concrete Plant + Precast Technology

Edición española / Edição portuguesa  
**2** | 2004



Publicación profesional para fabricantes de piezas de hormigón, hormigón armado y fabricantes de equipos e instalaciones de producción  
Órgano internacional de la Industria del hormigón y piezas prefabricadas

Revista técnica para os fabricantes de elementos de betão e betão armado e para a construção de máquinas e instalações  
Órgão Internacional da Indústria do Betão e Elementos Pré-fabricados de Betão

Trade Journal for Producers of Concrete and Reinforced Concrete Products and Plant and Equipment  
International Voice of the Concrete and Precast Industry



### PÁGINA 2

El prototipo del X-Former  
*O protótipo de X-Former*



### PÁGINA 16

Un sistema en circuito la planta de fabricación de vigas de hormigón pretensado más moderna del mundo  
*Sistema circulatorio completo para suportes de betão pré-esforçado*

### PÁGINA 8

Nueva generación de tuberías de desagüe  
*Nova geração de tubos de esgoto*



### PÁGINA 20

Hormigón prefabricado para la industria marina  
*Partes pré-fabricadas de betão para a indústria marítima*



### PÁGINA 12

Conexiones fresadas  
*Conexão fresada*



### PÁGINA 26

Vibración armónica – un revolucionario sistema de vibrado  
*Vibração harmónica – sistema de vibração revolucionário*



El X-Former – La nueva tecnología para las plantas de elementos prefabricados de hormigón .....2  
*O X-Former – Um novo conceito para lajes de betão pré-esforçado*

La tubería compuesta SP .....8  
*Tubo acoplado SP*

Uniones perfectas de tramos de tubería mediante mecanizado posterior .....12  
*Conexão perfeita de tubos por meio do pós-processamento*

Un sistema en circuito completo para vigas de hormigón pretensado .....16  
*Sistema circulatorio completo para suportes de betão pré-esforçado*

Los Dolos – Una historia llena de éxitos para el hormigón prefabricado .....20  
*O Dolos – uma parte pré-fabricada de betão faz carreira na protecção costeira*

Vibración armónica – un revolucionario sistema de vibrado .....26  
*Vibração harmónica – sistema de vibração revolucionário*

Sistema optimizado de medición de la humedad en industrias del premoldeado .....34  
*Sistema optimizado para medição de humidade na produção de pré-moldados*

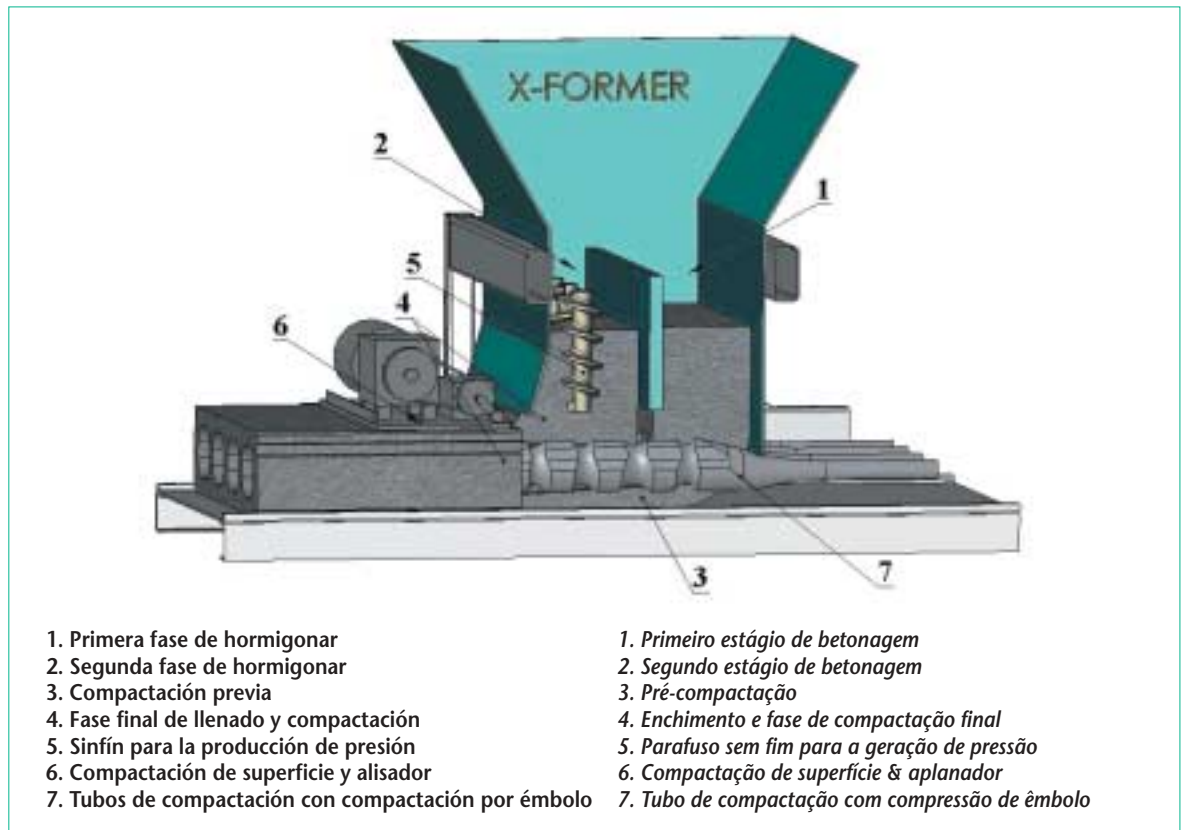


**BFT NOTES** .....40

Exposiciones / **Eventos** .....33

Impresión / **Impressão** .....56

▶▶▶ [www.bft-online.info](http://www.bft-online.info)



## Conceptos innovadores para forjados de hormigón pretensado

# El X-Former – La nueva tecnología para las plantas de elementos prefabricados de hormigón

Los primeros forjados de hormigón pretensado se fabricaron con moldeadora por vibración que se desarrollaron en los años 1950 en Alemania. En los años 1960 esta tecnología llegó a Canadá, donde se inventó la extrusora. Ambas tecnologías llegaron a emplearse en los EE.UU. y Canadá. Al principio, estas máquinas fueron, sin embargo, muy ruidosas. Las moldeadoras por vibración son conocidas por sus campos de aplicación flexibles y su economía referente a costes de piezas de desgaste y de repuestos. Las extrusoras se valoran mucho sobre todo por su buena compactación y su alta productividad.

En los años 1970 empezó en Finlandia un importante desarrollo de extrusoras y los sistemas de construcción y tecnologías correspondientes. Se desarrolló la primera extrusora finlandesa y desde 1984 las máquinas eran mucho menos ruidosas. Desde entonces ambas tecnologías de fabricación se optimizaron mediante varios inventos técnicos, sin perder sus características propias. Ahora se desarrolló un nuevo concepto para combinar las ventajas de ambas tecnologías en una sola máquina.

La motivación para el desarrollo del X-Former fueron dos aspectos: por una parte los clientes exigieron mejores rendimientos que con la extrusora o la moldeadora por vibración

Conceito inovador para a produçãõ de elementos de betão pré-fabricados

## O X-Former – Um novo conceito para lajes de betão pré-esforçado

As primeiras lajes de betão pré-esforçado foram fabricadas com uma espalhadora acabadora desenvolvida na Alemanha nos anos cinquenta. Nos anos 60, esta tecnologia chega ao Canadá, onde foi descoberto o extrusor. Ambas as tecnologias chegaram aos Estados Unidos e ao Canadá onde foram empregadas. A princípio as máquinas faziam muitos ruídos. As espalhadoras acabadoras são conhecidas pela sua flexibilidade de aplicação e rentabilidade em relação aos custos provindos de desgaste e peças sobressalentes. O extrusor é muito valorizado, antes de tudo, pela sua eficiência na compactação e sua alta produtividade.

respectivamente se hubieran podido alcanzado, y por otra parte existía el desafío de combinar estas dos tecnologías contrarias de producción. En X-TEC se había propuesto el objetivo estratégico de encontrar la mejor solución técnica en un periodo de tres años. Los resultados obtenidos del proyecto común de Hochtief-DynaSlab, como por ejemplo la tecnología IPP hicieron un papel clave.

Después de un periodo de investigación y desarrollo de un año y medio de soluciones constructivas para el X-Former vino una fase de desarrollo, durante la cual se proyectó y se construyó la máquina. Durante medio año el prototipo efectuó una fase práctica de desarrollo en la empresa Dycore en los Países Bajos. El resultado del proyecto común entre Hochtief y X-Tec fue un procedimiento de producción versátil para anchuras de producción hasta 3 m y alturas de 265, 320 y 400 mm con posibilidad de modulación interna. Los forjados prefabricados fueron armados exclusivamente con fibras para aumentar la ductilidad, especialmente bajo carga dinámica, por ejemplo cargas de tráfico. Los resultados fueron publicados en la revista BFT 03/2001 y presentados en la bauma 2001 conjuntamente con Hochtief. Los nombres para los productos desarrollados, el forjado DynaDecke XXL y DynaSlab XXL son marcas registradas.

De este proyecto extenso y exigente también ha nacido el X-Former. La compactación Multicomp, con la cual ya se equiparon los extrusoras de X-Tec, se seguía desarrollando y ha conducido a una construcción de máquina totalmente nueva. X-Tec había consultado durante el proceso de desarrollo muchos técnicos internacionales, entre ellos VTT (Technical Research Center) en Finlandia, la Universidad Delft, la Universidad Técnica Tampere, así como la Escuela Técnica Hame en Valkeakoski.

## Descripción técnica del X-Former

**El X-Former aplica presión de extrusión con una construcción totalmente nueva con una o dos fases de hormigonar.**

Con el X-Former XF10 se pueden fabricar perfiles de hormigón de diferentes secciones sobre pistas de tensor largas con una velocidad de hasta 5m/m – dependiendo del tipo de sección y de la aplicación del producto. La anchura típica de producción corresponde a la anchura estándar de 1.200 mm para pistas de tensor. Se pueden producir placas alveolares desde 120 hasta 700 mm de espesor, forjados macizos de 80 hasta 320 mm, perfiles U, vigas T, postes etc.

El X-Former está equipado con un depósito de hormigón con una capacidad de aprox. 4,2 m<sup>3</sup> de agua/2,5 hasta 3,0 m<sup>3</sup> hormigón seco, un dispositivo de dosificación para el hormigón, un dispositivo de transporte para el hormigón, una unidad de compactación y una unidad de accionamiento. Para la compactación se modificó el sistema Multicomp de X-Tec y ahora se compone de un sistema combinado de sinfines y de tubos. En el sistema Multicomp están previstos ajustes especiales para la regulación de amplitudes y frecuencias en los tubos de compactación. La ejecución separada permite una observación individual de ambas zonas de compactación, de manera que tanto los sinfines como también los tubos de compactación pueden cumplir óptimamente con su propia función en la compactación. Después de la segunda fase de hormigonar con los sinfines – parecidos a aquellos que se emplean en la tecnología de la extrusora – se realiza una compactación adicional mediante una compactación nueva mediante émbolos.

El sistema de mando eléctrico del X-Former incluye sensores de medición para la alimentación de hormigón y opcionalmente también para la geometría del producto. Mediante el sistema de mando se pueden ajustar la velocidad, la alimentación de hormigón, la intensidad de compactación y la dosificación de hormigón. Los ajustes se pueden realizar automáticamente, partiendo de los valores medidos por la máquina.

Nos años 70 inicia-se na Finlândia um período de grande desenvolvimento dos extrusores e seus sistemas de construção e tecnologia. O primeiro extrusor finlandês foi desenvolvido e desde 1984 as máquinas se tornaram mais silenciosas.

Desde então ambas as tecnologias de produção foram otimizadas através de numerosas invenções técnicas, sem as quais perderiam suas características próprias. Agora foi desenvolvido um novo conceito que combina a vantagem de ambas as tecnologias em uma só máquina.

Houve dois aspectos que motivou o desenvolvimento do X-Former: De um lado os clientes exigiam um desempenho melhor do que o extrusor e a espalhadora acabadora, pudessem desempenhar sozinhos, por outro lado, havia o desafio de combinar os dois processos contrários de tecnologia. Para o X-Tec havia um objetivo claro e estratégico, dentro de 3 anos desenvolver a melhor solução técnica possível para ele. As idéias que nasceram do projeto Hochtief DynaSlab, como p.ex. a tecnologia IPP, representaram aqui um papel importantíssimo.

Um ano e meio de pesquisa e desenvolvimento de soluções gerais para o X-Former foi seguido de 12 meses de fase de desenvolvimento, durante o qual a máquina foi projetada e construída. Esta fase foi seguida de um período de 6 meses de teste na firma Dycore na Holanda, uma fase prática de desenvolvimento.

O resultado do projeto comum entre Hochtief e X-Tec foi um sistema de produção versátil para uma largura de até 3 m e altura de 265 – 320 – 400 mm, com opções de modulação interna. Para o aumento da ductibilidade, especialmente sob carga dinâmica, p. ex. cargas móveis que foram reforçadas com fibras. O resultado desta cooperação foi publicado no BFT 03/2001 e apresentado para a Bauma 2001 juntamente com a Hochtief. Os produtos resultantes DynaDecke XXL e DynaSlab XXL são marcas registradas.

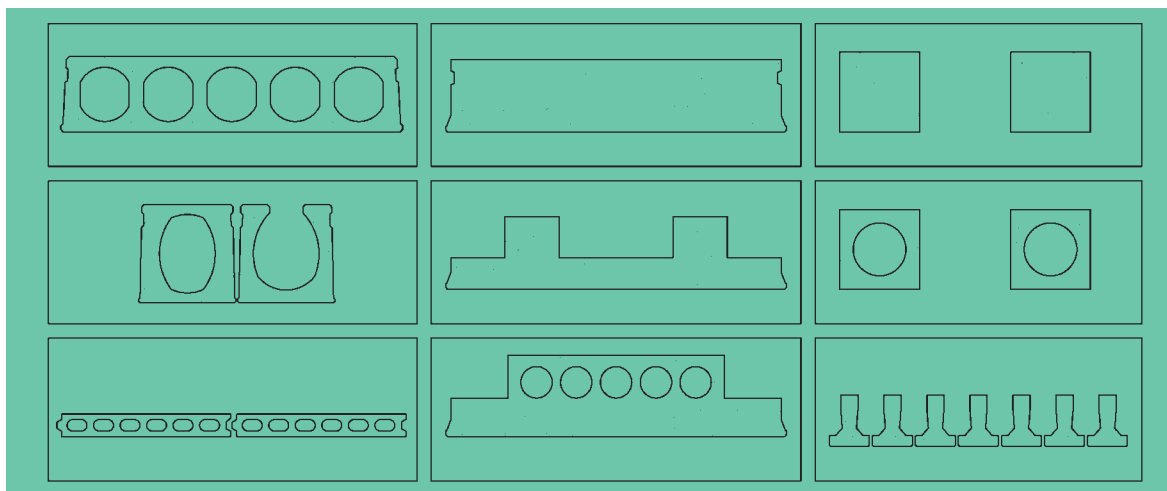
O X-Former é também um resultado excepcional deste complexo projeto. A compactação aplicada Multicomp, a qual foi equipada com o extrusor da X-Tec, foi alterada e mudou completamente a construção da máquina. Durante o processo de desenvolvimento a X-Tec consultou um grande número de profissionais a nível internacional. Dentre eles estão as instituições VTT (Technical Research Center) na Finlândia, a Universidade de Delft, a Universidade técnica de Tampere e a Escola profissional de Hame em Valkeakoski.

## Descrição técnica do X-Former

**O X-Former trabalha com pressão de extrusão com uma construção completamente nova da máquina e com um ou dois níveis de betão.**

Dependendo do tipo de corte e da aplicação do produto, o X-Former XF 10 pode produzir perfis de betão de diferentes cortes em longos leitos tensores com uma velocidade de até 5 m/min. A produção corresponde ao padrão de 1,200 mm por percurso do leito tensor. Poderão ser produzidas camadas ocas de 120–700 mm de espessura, placas de cobertura massivas de 80–320 mm, chapas de instalação, Suporte-T, estacas etc.

O X-Former contém todos os equipamentos operacionais necessários para a betonagem, entre outros um contentor de betão com uma capacidade volumétrica de aproximadamente 4,2 m<sup>3</sup>, água/2,5–3,0 m<sup>3</sup> betão seco, um dispositivo de dosagem para o betão, um transportador para o betão, uma unidade de compactação assim como uma unidade de accionamento. Para a compactação do betão, o Multicomp-System foi modificado pelo X-Tec, agora ele é composto por um sistema de tubos de parafuso sem fim de duas peças. No Multicomp-System há ajustes especiais para a regulação da amplitude e da frequência nos tubos de compactação. O Multicomp-System oferece a oportunidade de considerar ambas as áreas de compactação separadamente de maneira que, as



**Fig. 1. Con el X-Former se pueden fabricar diferentes secciones**  
**Fig. 1. Com o X-Former pode-se produzir uma variedade de cortes transversais**

El X-Former también incluye un molde intercambiable que principalmente determina la sección de los productos hormigonados. Se trata de una construcción relativamente sencilla, que se puede cambiar fácil y económicamente en caso de productos variables (véase abajo). Se suministra como grupo modular completo. Las secciones que se pueden fabricar con el X-Former están resumidas en **figure 1**.

### Características generales

Por el procedimiento de compactación altamente eficiente, el X-Former trabaja con hormigón muy seco. El nivel de ruido y el consumo de repuestos son mínimos. Parámetros como por ejemplo la cantidad de hormigón, la velocidad de hormigonar, la presión del hormigón así como la amplitud y la frecuencia para la compactación se pueden medir y adaptar fácilmente. Los resultados de la fase de prueba del prototipo del X-Former demuestran la aptitud del auto-ajuste de estos valores, lo cual conduce a una alta flexibilidad de la máquina. De esta manera la velocidad de trabajo del X-Former se adapta automáticamente al grado de compactación correspondiente de los forjados de hormigón pretensado.

Existe la posibilidad de fabricar placas alveolares con aislamiento térmico integrado y también con armadura de mallazos.

### Comparación con la moldeadora por vibración

A causa del procedimiento de compactación especial también es posible también hormigonar las secciones más difíciles con tan sólo dos fases de hormigonar, sin que sea necesario una tercera. El depósito de hormigón por lo tanto es relativamente compacto. El funcionamiento en conjunto de ambas fases de hormigonar no produce ningún problema, la compactación se efectúa homogéneamente sobre toda la sección.

A causa de coordinación entre transporte por sínfin y la presión de hormigonar hay semejanzas con la extrusora, de manera que es posible una producción con un hormigón muy seco. La velocidad de hormigonar se puede regular sin escalones y puede ser corregida a través de los ajustes más variables. También es posible la fabricación con una fase de hormigonar. Ni durante ni después de hormigonar es necesario un tratamiento de superficie. Por el sistema innovador de alimentación y compactación son posibles medidas de producto en muchas variantes (noyos anchos, nervios delgados). El peligro de un atascamiento queda eliminado por la alimentación de guía forzada y las características del hormigón.

rosas sem fim e os tubos de compactação possam exercer suas funções da melhor maneira possível. Depois do segundo nível de betonagem com rosas sem fim similares àquelas que são usadas pela tecnologia do extrusor, ocorre uma compactação adicional por meio de um inovador êmbolo de compactação.

O sistema eléctrico de controle do X-Former contém sensores de medição para o abastecimento de betão, e opcional, para a geometria do produto. Através do sistema de comando pode-se ajustar a velocidade, o transporte do betão, a intensidade de compactação e a dosagem. Os ajustes podem ser feitos automaticamente partindo dos valores medidos pela máquina. O X-Former está equipado com um bocal moldador permutável que tem como tarefa principal determinar o corte transversal do produto betonado. O bocal moldador é uma construção relativamente simples e permite que os produtos possam ser trocados de forma simples e económica (veja abaixo). O bocal moldador é fornecido como um módulo funcional completo. Os cortes transversais feitos com o X-Former estão apresentados na **figura 1**.

### Características gerais

Devido ao método eficiente de compactação, o X-Former trabalha com betão muito seco. Ele opera silenciosamente e o consumo de peças sobressalentes é mínimo. Parâmetros podem ser facilmente medidos e ajustados como o da quantidade de betão, velocidade de betonagem, pressão do betão assim como a amplitude e frequência para a compactação. Os resultados da fase de testes dos protótipos do X-Former provam a capacidade do auto-ajuste deste valor, tornando a máquina altamente flexível. Desta maneira, a velocidade de operação do X-Former ajusta-se automaticamente ao grau necessário de compactação para as lajes de betão pré-esforçado.

É possível produzir camadas ocas com isolamento térmica integrada e com malha reforçada.

### Comparação com a espalhadora acabadora

Devido ao método especial de compactação, é possível betonar cortes transversais difíceis com apenas dois níveis de betão, sem a necessidade de um terceiro nível. Por isso o contenedor de betão é bem compacto. A interação dos dois níveis de betão não é problemática, a compactação ocorre de maneira homogênea em todo o corte transversal.

Devido à coordenação entre o parafuso de alimentação e a pressão de betonagem, há semelhanças com o extrusor, de maneira a possibilitar uma produção com betão muito seco. A

## Comparación con una extrusora

Las posibilidades de variación de la sección son grandes, de modo que se pueden fabricar productos para las más diversas aplicaciones. El cambio de los moldes es fácil y económico. La relación de costes unidad de compactación/molde en la extrusora es de aprox. 45 %/55 % de los costes totales. Los costes del X-Former se pueden comparar con los costes para moldeadora por vibración y son de aprox. 85%/15% de los costes totales para unidad de compactación/molde, de manera que la fabricación de varias secciones es muy favorable en costes. El X-Former trabaja con una gran velocidad ya que sólo una parte del hormigón pasa por los sinfines.

Solamente la compactación final se realiza bajo presión, disminuyéndose el desgaste y la necesidad de material especialmente resistente se limita a un área pequeña. En la **tabla 1** se pueden observar las características especiales del X-Former.

## Fase de prueba en la práctica con un prototipo

Con el prototipo del X-Former se hicieron pruebas en la empresa Dycore, Osterhout/ Países Bajos (**figure 2**). Dycore produce alrededor de 1 millón de m<sup>2</sup> de forjados de hormigón pretensado por año. En la fábrica se producen forjados pretensados sobre 18 pistas con una longitud de 150 m respectivamente con diferentes tipos de máquinas. El personal encargado con las pruebas dispone de una gran experiencia con ambos tipos de máquina y en el campo de la técnica de prefabricados, de modo que X-Tec podía beneficiarse de los conocimientos técnicos de este innovador fabricante in situ. Jan de

velocidade de betonagem é ajustada continuamente e pode ser influenciada por diferentes ajustes.

A produção em um único nível de betonagem também é possível. Não é necessário um tratamento de superfície nem durante nem depois da betonagem. O sistema inovador de alimentação e compactação possibilita a obtenção de medidas do produto em diversas variações (amplo núcleo, tecido fino). Não há o perigo de entupimento devido ao modo de alimentação forçada e ao tipo de betão processado.

## Comparação com um extrusor

A possibilidade de variação do corte transversal da máquina é grande, de maneira que o produto poderá ser fabricado para diferentes fins. A troca do bocal moldador é simples e barata. Para extrusores, a relação de custos para unidade de compactação/bocal é de mais ou menos 45%/55% do custo total. Os custos do X-Former são comparáveis com os custos do espalhador acabador e importa aproximadamente 85%/15% do custo total da unidade de compactação/bocal, sendo assim, a produção em série de cortes transversais, é muito barata. O X-Former opera com uma velocidade muito alta que apenas uma parte do betão é guiado através das roscas sem fim.

Apenas a compactação final ocorre sob pressão, sendo assim o desgaste é reduzido e apenas uma pequena área terá que ser reforçada com materiais extraduráveis. É possível usar várias opções de reforço. A posição da máquina pode ser controlada com exatidão. A **tabela 1** nos dá uma visão detalhada das características do X-Former.

**Tabla 1. Comparación entre el X-Former y extrusoras modernas y tecnologías modernas de moldeadora por vibración**  
**Tabela 1. Comparação entre o X-Former e extrusores modernos assim como moderna tecnologia da espalhadora acabadora**

Característica Propiedades	Moldeadora por vibración Espalhadora acabadora	Extrusora Extrusor	X-Former X-Former
Concepto de compactación	Diferentes vibradores	Compactación por presión de sinfines; sinfín y tubo de compactación están integrados en un eje	Función dividida de los tubos y sinfines de compactación + compactación adicional de émbolo
Princípio de compactação	Diversos vibradores	Compactação através da pressão do parafuso sem-fim; parafuso semfim e tubo de compactação estão integrados em um eixo	Funções divididas do tubo de compactação e do parafuso sem-fim + pistão de compactação adicional
Alimentación de hormigón	2 ó 3 fases, dependiendo del campo de aplicación	Una fase	1 ó 2 fases, dependiendo del campo de aplicación
Alimentação do betão	2 ou 3 estágios, dependendo do campo de aplicação	Um estágio	1 ou 2 estágios, dependendo do campo de aplicação
Costes de material	Hormigón húmedo como la tierra, hay que tener en cuenta un tiempo de endurecimiento suficiente	Hormigón seco, económico, bajo consumo de cemento, tiempos de endurecimiento cortos y circuito de proceso efectivo	Hormigón seco, económico, bajo consumo de cemento, tiempos de endurecimiento cortos y circuito de proceso efectivo
Custo do material	Atenção, betão de consistência de terra húmida tem que ter o tempo suficiente de endurecimento	Betão seco, barato, baixo consumo de cimento, pouco tempo de endurecimento e processo de circulação eficiente	Betão seco, barato, baixo consumo de cimento, pouco tempo de endurecimento e processo de circulação eficiente
Costes de desgaste	En general bajos costes de desgaste y de repuestos; el mayor argumento para el empleo de moldeadoras por vibración	Requiere la optimación de las soluciones para la construcción de máquina, para hacer frente eficazmente al desgaste	Poco desgaste y costes bajos de repuestos
Custos de desgaste	Em geral baixo custo de desgaste e peças sobressalentes; o principal argumento para o uso da espalhadora acabadora	Requer a optimização das soluções da estrutura da máquina para controlar o desgaste	Desgaste mínimo e baixo custo de peças sobressalentes
Flexibilidad	Moldes para una gran variedad de productos	Empleada principalmente para forjados de hormigón pretensado; los moldes de X-Tec IPP, basándose en piezas intermodulares, conducen a soluciones económicas	Moldes para muchos productos
Flexibilidade	Bocais para aplicações múltiplas	Principalmente aplicadas às lajes de betão pré-esforçado; bocais IPP X-Tec, baseado nas partes intermodulares, levam a soluções económicas	Bocais para diversas aplicações



Fig. 2. El prototipo del X-Former en Dycore, Países Bajos  
Fig. 2. O protótipo de X-Former da Dycore, Holanda

Wit, director técnico de Dycore constató: «Nosotros opinamos que el X-Former es el principio de una nueva generación de máquinas de fabricación, con las cuales se pueden producir una gran variedad de productos con una máquina base. Dycore ha hecho pruebas con el concepto de desarrollo de X-Tec. Entre ambos partner se discuten los cambios de la máquina y los resultados de la prueba se consideran en la máquina de serie.»

En la fase de prueba se fabricaron en Dycore con el prototipo más de 5.500 m<sup>2</sup> de forjados de hormigón pretensado. Las placas se emplearon para la construcción de un cine en Almere en los Países Bajos y la autorización para su montaje fue otorgada por las competencias locales (figura 3, 3a). La fase de prueba intensiva resultó eficaz y abrió el mercado para el X-Former.

Antero Kajava, responsable para el desarrollo técnico en X-Tec, resume la cooperación como sigue: «Dycore nos ha facilitado las nuevas exigencias de hoy en día mediante los aspectos técnicos y económicos de los trabajos diarios en una planta de prefabricado. El regular intercambio de ideas durante el cual podíamos concebir sistemáticamente métodos de desarrollo, resultó extraordinariamente eficaz.»

La prueba piloto duró aproximadamente medio año. El objetivo de esta prueba piloto era probar los principios básicos con diferentes modificaciones. Durante la prueba surgieron ideas totalmente nuevas. Algunas de ellas se podrán aplicar como opciones en máquinas futuras según las exigencias de los clientes.

Una de estas opciones es, por ejemplo, la posibilidad de la colocación de armadura floja adicional como estribo. Esta tecnología se basa en un nuevo invento. Expertos en la Universidad Técnica de Delft han recomendado a causa de su experiencia en forjados con secciones altas, apoyos esbeltos, cargas dinámicas, grandes huecos o tensiones de torsión esta armadura adicional local que por el diseño del X-Former será posible (figura 4).

### El X-Former – listo para el mercado

Después de la fase eficaz de pruebas, ahora se realizan los siguientes pasos. La máquina, basándose en el prototipo probado en la empresa Dycore, fue presentada en la bauma 2004 en Munich y se vendió a E.B.M., Veenendaal en los Países Bajos, antes de su primera presentación en público.

### Fase práctica de teste com um protótipo

O protótipo do X-Former foi testado pela firma Dycore, Oosterhout/Holanda (figura 2). A firma Dycore produz cerca de 1 milhão de m<sup>2</sup> de lajes de betão pré-tensionado por ano. A firma produz lajes de betão pré-tensionado em 18 leitos com um comprimento de 150 m cada um, usando diferentes tipos de máquinas. O pessoal encarregado de fazer o teste tem muita experiência com ambos os tipos de máquinas e com a técnica de produtos acabados, assim a X-Tec pode beneficiar-se do conhecimento técnico do fabricante local. O senhor Jan Wit, diretor técnico da Dycore declarou: «Nós vemos o X-Former como o início de uma nova geração de máquinas para produtos acabados, que possibilitam a produção de uma variedade de produtos fabricados com uma máquina base. A Dycore testou o conceito projectista da X-Tec. Mudanças na máquina serão discutidas pelos dois sócios, e serão levados em consideração os resultados dos testes para máquinas em série». No período de testes, a Dycore produziu, com o protótipo da máquina, mais de 5,500 m<sup>2</sup> de lajes de betão pré-esforçado. As lajes foram usadas para a construção de um cinema em Almere na Holanda, a licença para a construção foi dada pelas autoridades locais (figura 3, 3a). O intensivo período de testes teve um resultado bem sucedido levando o X-Former ao mercado livre.

Antero Kajava, responsável pelo desenvolvimento técnico da X-Tec, resume esta cooperação da seguinte maneira: «Dycore nos mostrou, através dos aspectos técnicos e econômicos, o trabalho essencial na produção de produtos acabados, nos mostrou também as novas necessidades e a demanda actual. As reuniões regulares, que tinham como objetivo a troca de idéias, e nas quais os métodos de desenvolvimento foram concebidos, resultaram num grande sucesso.»

O teste piloto durou cerca de meio ano. O objectivo do teste foi, testar os princípios básicos com uma série de modificações. Durante o teste surgiram idéias completamente novas, das



Figs. 3, 3a. Las placas, fabricadas con el prototipo se emplean en un cine en Almere, Países Bajos  
Figs. 3, 3a. Lajes ocas construídas com o protótipo foram usadas para a construção de um cinema em Almere, Holanda



**Fig. 4. El nuevo X-Former de X-TEC**  
**Fig. 4. O novo X-Former da X-Tec**

El tiempo dirá como saldrá esta tecnología innovadora en comparación con la tecnología de la moldeadora por vibración y extrusora. El concepto de producción del X-Former está protegido mediante patente por X-Tec. Para convertir desarrollos prometedores en innovaciones eficaces, X-Tec invita expresamente las empresas de la industria de prefabricados a desarrollar conjuntamente nuevas soluciones.

X-Tec Oy Ltd.  
 Sammonkatu 10, 37600 Valkeakoski / Finland  
 ☎ +358 (0) 35 77 / 22 11, Fax: +358 (0) 35 77 / 22 50  
 E-Mail: info@x-tec.fi, www.x-tec.fi

quais algumas servirão como opções para futuras máquinas que serão construídas segundo as necessidades específicas do cliente.

Uma destas opções é a possibilidade do uso de uma armadura adicional não tencionada como reforço. Esta tecnologia é baseada em uma nova invenção. Os peritos da universidade técnica de Delf recomendam esta armadura local adicional, baseado nos resultados experimentais obtidos com lajes de betão pré-esforçado com cortes transversais altos, suportes finos, com laje sujeita a um carregamento dinâmico, com grandes corpos ocos ou esforço de torsão, através da montagem do X-former este reforço será possibilitado (figura 4).

### O X-former preparado para o mercado

Os próximos passos estão sendo implantados depois de uma fase de testes bem sucedida. A máquina, baseada no protótipo que foi testado pela Dycore, foi lançada pela Bauma 2004 em Munique e vendida, antes mesmo da sua primeira apresentação, à E.B.M., Veenendaal na Holanda.

O tempo dirá como esta inovadora tecnologia se sairá, em comparação com as próximas gerações de tecnologia de acabamento e de extrusores. O princípio de produção do X-Former está patenteado pela X-Tec. Para transformar invenções promissoras em invenções inovadoras e bem sucedidas, a X-Tec convida as companhias do ramo a desenvolver juntas novas soluções práticas.





## Nueva generación de tuberías de desagüe

# La tubería compuesta SP

Las tuberías de hormigón que se muestran en muchos estudios y publicaciones pueden considerarse únicamente como elemento detractor. La superficie de hormigón está profundamente atacada por los ácidos y la tubería inutilizada para cualquier propósito práctico. Es interesante puntualizar que no es propiamente el agua residual lo que corroe y destruye de esta manera las tuberías – el daño está causado por un proceso muy complejo que culmina en un ácido sulfúrico muy concentrado.

### Corrosión en el hormigón – ¿cuales son las causas?

El ácido sulfhídrico,  $H_2S$ , se produce durante la biodegradación de los constituyentes orgánicos del agua de deshecho. En condiciones de flujo laminar la concentración de  $H_2S$  aumenta y en flujo turbulento – por ejemplo, en la transición entre distintos diámetros nominales – pasa a fase gaseosa. El hidrógeno se libera por oxidación y forma agua; lo que resulta es azufre elemental y éste forma depósitos. El azufre es un nutriente de varias bacterias que contribuyen a la formación de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Se dan tres especies de bacterias diferentes que encuentran condiciones óptimas de vida a diferentes valores

## Nova geração de tubos de esgoto

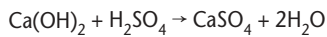
# Tubo acoplado SP

Alguns estudos e publicações mostram tubos de betão, os quais servem apenas como exemplos assustadores. A superfície de betão está profundamente corroída por ácido e o tubo destruído. O interessante é que, não é a água de esgoto em si que é tão corrosiva e destrói o tubo – o estrago é causado por um processo externo bem mais complexo no qual há uma alta concentração de ácido sulfúrico.

### Corrosão no betão – Quais são as causas?

Ácido sulfídrico,  $H_2S$ , é produzido durante a biodegradação dos componentes orgânicos da água de esgoto. No fluxo laminar a concentração de  $H_2S$  aumenta, aumenta também em caso de fluxo turbulento – p. ex. na transição para outros diâmetros nominais – vai para um estado de gás. Através da oxidação o hidrogênio é separado e se transforma em água, o que resta é enxofre elementar (Sulfur) que se deposita. Este

de pH, es decir, en soluciones con distintos grados de acidez. Estas áreas se solapan de forma que las ramas de bacterias, cuando aumenta la concentración de ácidos, pueden volver a crear las condiciones óptimas para la siguiente ramificación. En el caso más desfavorable queda finalmente ácido sulfúrico con un pH 1, es decir, extremadamente corrosivo. Este proceso se analiza en un estudio de la Universidad de Hamburgo de una reacción acelerada artificialmente en una cámara de aguas residuales. Este ácido sulfúrico «biogénico» reacciona con el cemento Portland de la siguiente manera:



Ya que el yeso es soluble en agua ( $\text{CaSO}_4$ ), en caso de que las condiciones sean favorables, puede liberarse y la siguiente capa de cemento Portland queda expuesta de forma que el hormigón se destruye sucesivamente.

### ¿Cuáles son las alternativas disponibles?

Desde el punto de vista de la industria de piezas de hormigón prefabricado, las tuberías de hormigón reforzado resistentes al ácido son la única alternativa viable.

Se ha publicado mucho sobre este tema en los últimos tiempos. El número de artículos refleja la gravedad del problema. La solución debe ser practicable y al mismo tiempo viable desde el punto de vista económico para la industria – en otras palabras, debe adecuarse a la fabricación industrial de tuberías. Un medio aglomerante de aplicación es el cemento aluminoso (CAC), que ha demostrado ser apropiado para este propósito durante cincuenta años.

En contraposición al cemento Portland, se produce aquí una reacción química con el ácido sulfúrico cuyo producto no es yeso, si no un gel aluminoso que es insensible al ataque del ácido sulfúrico y que al mismo tiempo cierra los poros del hormigón. Además, el CAC tiene un efecto neutralizador muy superior, elevando el pH en el medio, lo que a su vez reduce de nuevo el ataque con ácido.

El CAC es sin embargo de 4 a 5 veces más caro que el cemento Portland y por ello no puede contemplarse como un sustitutivo completo, si no únicamente como suplemento en áreas especiales de aplicación. En relación a la industria de fabricación de tuberías de hormigón reforzado, el empleo sistemático de CAC en sustitución del cemento Portland no es una solución desde el punto de vista económico. Es cierto que una especie de revestimiento con dicho material lo sería. El CAC ya se empleaba con este propósito en los cincuenta, principalmente asociado a tuberías coladas, tuberías de hormigón según Rocla o fabricación en centrifugadora. Ninguno de los dos procesos puede definirse económicamente efectivos. Se plantea por tanto la pregunta de cómo puede fabricarse a nivel industrial una tubería con dos distintos hormigones.

### La prensa radial – una solución óptima

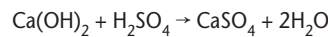
El propósito de asociar dos diferentes tipos de hormigón frescos durante la fabricación para formar una unidad casi monolítica ha sido practicado durante décadas en la producción de bloques de pavimentación y piedras para bordillo. Es considerado un procedimiento standard. ¿Por qué no hacer lo mismo en la fabricación de tuberías?

Schlosser Pfeiffer se empleó en esta labor en colaboración con Lafarge Aluminates, el suministrador de CAC, y Bortubo, un fabricante principal de tuberías en España. Bortubo participó en el desarrollo con una motivación especial ya que Murcia, la región en la que la empresa está localizada, demanda tuberías con alta resistencia a la corrosión.

En la planta de Bortubo se llevaron a cabo ensayos a nivel industrial. Los resultados fueron tan sobresalientes que un ejemplo de la serie se mostró en BAUMA 2004 en el stand de Hess Group, que como es conocido, pertenece a Schlosser-

enxofre é nutriente para diferentes bacterias, que contribuem para a formação de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Há três tipos diferentes de bacterias as quais encontram suas condições perfeitas de vida em diferentes valores de PH, ou seja, diferentes soluções de acidez. Estas áreas sobrepõem-se de maneira que, as bacterias, quando a concentração de ácido aumenta, pos-sam criar novamente ótimas condições de sobrevivência para a próxima linhagem.

Num caso desfavorável, resta finalmente ácido sulfúrico com um valor de PH 1, extremamente corrosivo. Este processo foi comprovado em um estudo feito pela universidade de Hamburgo, em uma reação artificial acelerada em uma câmara de esgoto. Este ácido sulfúrico «biogénico» reage com betão Portland da seguinte maneira:



Como o gesso solúvel em água ( $\text{CaSO}_4$ ), pode ser enxaguado se as condições ecológicas forem adequadas, as próximas camadas de betão Portland podem ficar expostas e com isso o betão é sucessivamente destruído.

### Quais são as alternativas existentes?

Sob o ponto de vista da indústria de partes pré-fabricadas de betão, um tubo de betão armado resistente ao ácido é a única alternativa viável.

Ultimamente há muitas publicações sobre este tema. O número de contribuições mostra que se trata de um problema agudo. Uma solução deve ser, ao mesmo tempo praticável e economicamente plausível para a indústria, ela deve ser apropriada para a produção industrializada de tubos. Um agente adesivo aqui oferecido é o cimento de cálcio aluminato (CCA), que há mais de 50 anos vem provando o seu desempenho.

Em contraste com o betão Portland, ocorre uma reação química com o ácido sulfúrico, na qual, no lugar do gesso, há um gel de alumínio o qual é insensível a um ataque de ácido sulfúrico e ao mesmo tempo fecha os poros do concreto. Além disso o CCA tem um efeito de neutralização muito maior e aumenta o valor do PH no meio ambiente, o que reduz o ataque ácido.

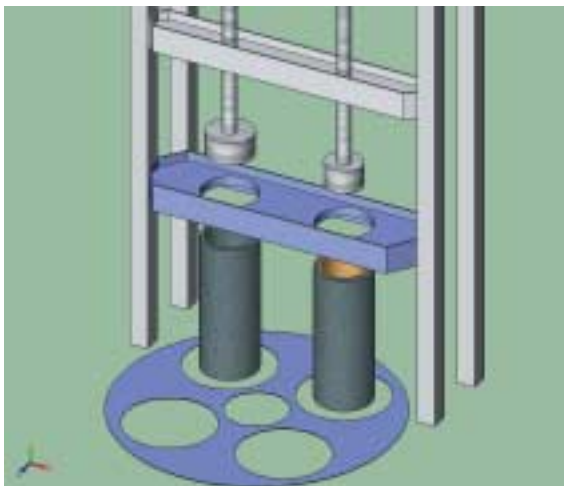
Sem dúvida o CCA é 4 ou 5 vezes mais caro que o betão-Portland. Por este motivo não pode ser considerado como um substituto completo e sim apenas como um suplemento para áreas de aplicação especial. Com relação à produção industrial de tubos de betão armado, isso significa que, um uso constante de CCA ao invés de betão Portland para o tubo completo, não é uma solução econômica, apenas um tipo de forro. Já nos anos de 50 o CCA foi usado em conjunto com tubos fundidos ou com tubos de betão na produção de Rocla ou betão centrifugado. Nenhum destes métodos podem ser considerados economicamente eficientes. Questiona-se como um tubo, feito por dois tipos diferentes de betão, poderá ser industrializado.

### A prensa radial – a melhor solução

O pensamento de reunir dois tipos de betão diferentes quando estão ainda frescos durante a produção, em uma unidade quase monolítica, vem sendo praticada há décadas e considerado padrão na produção de pavimento e pedras de meio-fio. Por que não fazer o mesmo na produção de tubos?

Schlosser-Pfeiffer, em colaboração com a firma Lafarge Aluminates, os fornecedores da CCA e a firma Bortubo, um renomado produtor de tubos da Espanha, levaram esta tarefa a cabo. Bortubo está especialmente motivada em participar deste desenvolvimento, já que na cidade de Murcia, onde a companhia se localiza, necessita-se de tubos com alta resistência contra corrosão.

Na fábrica da firma Bortubo foram feitos experimentos segundo as condições industriais de produção. Os resultados foram



Diseño de equipo para fabricación de tuberías, basado en prensas radiales, para la producción simultánea de dos tuberías standard por ciclo de trabajo o de una tubería compuesta en un ciclo normal con la conexión en serie de los escalones de producción

Projeto de uma máquina de tubos baseada numa prensa radial para a produção simultânea de 2 tubos normais por processo de trabalho ou um tubo composto em um processo normal de trabalho por conexão em série dos dois estágios de produção

Pfeiffer. Están a disposición los métodos de producción siguientes:

En el caso más simple, en el que sin embargo se requieren, como Bortubo tiene, dos prensas radiales, se fabrica en la máquina 1, equipada con un cabezal de rodillos con un diámetro 30 mm superior al diámetro nominal, el cuerpo externo soporte de la tubería en hormigón convencional. Una carretilla de horquilla traslada este cuerpo de tubería a la máquina 2. Aquí, empleando el cabezal de rodillos standard para el diámetro nominal considerado, la tubería es fabricada a su dimensión final utilizando CAC y finalmente transportada.

El enlace entre los dos hormigones, como evidencian varias secciones transversales realizadas, puede considerarse monolítico. La tubería no está constituida por capas individuales: se trata de una unidad, aún a pesar de estar formada por dos tipos diferentes de hormigón.

Desde el punto de vista económico, la situación es la siguiente: Para tuberías con diámetros nominales, en las que la máquina trabaja tan deprisa que la carretilla de horquilla puede suponer un cuello de botella, la situación no es favorable porque el «output» es inferior al alcanzado con tuberías normales. Para diámetros nominales mayores, la carretilla puede, en términos de tiempo, realizar el trayecto adicional, pero es precisa una

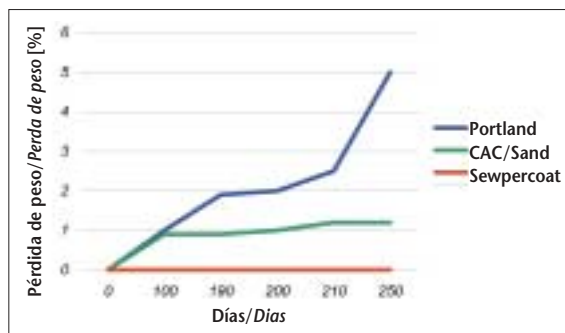


Figura 1. Pérdida de peso ensayada en diferentes hormigones bajo ataque ácido

Fig. 1. Perda de peso de diferentes betões abaixo o ataque ácido

tão excelentes, que um exemplar desta série de experimentos foi mostrado na BAUMA 2004, no stand do Hess-Gruppe, uma companhia que pertence ao Schlosser-Pfeiffer. Os métodos de produção abaixo estão disponíveis:

No caso mais simples, no qual é necessário ter, como no Bortubo duas prensas radiais, fabrica-se na máquina 1 com uma cabeça cilíndrica ampliada em 30 mm de diâmetro em relação ao diâmetro nominal, o revestimento de sustentação externo com betão convencional. Um empilhador com garfos leva o revestimento do tubo para a máquina 2. Nesta, usando o padrão do revestimento do tubo deste diâmetro nominal, o tubo, usando CCA, é manufaturado em sua dimensão final e só depois é transportado.

A ligação entre os dois betões seria, quantos cortes realizados podem ser considerados como monolíticos. Não se trata de camadas individuais, e sim de um verdadeiro tubo acoplado, um tubo de betão puro, mesmo sendo feito com dois tipos diferentes de betão.

Do aspecto econômico a situação é a seguinte:

Em tubos de diâmetro nominal pequeno, onde a máquina trabalha muito rápido, que o empilhador com garfos possivelmente já esteja no passo estreito, a situação piorará, isso significa que a quantidade de produção é menor do que a do tubo normal. Em diâmetros nominais grandes, o empilhador pode, em termos de tempo, agüentar uma volta adicional, sem dúvidas, será necessária uma terceira estação de moldagem. Neste caso, o empilhador equipado com um garfo leva, durante a fabricação do próximo revestimento de sustentação exterior na máquina 1, o revestimento exterior precedente para a máquina 2, e de lá o tubo precedente completamente pronto para o armazém. Depois de retirar a fôrma, ela será levada para a máquina 1 onde o procedimento será repetido.

Se uma fábrica de tubos dispõe de apenas de uma prensa radial, é necessário então, o uso de uma cabeça especial com dimensões ajustáveis, assim como uma segunda alimentação para o betão CCA. Num primeiro ciclo é manufaturado o revestimento de sustentação externa do tubo, em seguida o diâmetro da cabeça rolante automaticamente ajustado, num segundo ciclo é manufaturado o tubo final com camadas protetoras internas. Aqui o tempo do ciclo será prolongado em mais ou menos 60%, o que resulta ou em uma baixa produção, ou em mais horas de trabalho.

Quando o tubo acoplado SP se impor no mercado, o uso de uma máquina completamente nova com duas estações de produção, fará sentido. Aqui, um tubo como este pode ser manufaturado no mesmo tempo de ciclo como um tubo normal. Quando os tubos normais forem manufaturados numa máquina destas, a capacidade será duas vezes maior do que a de hoje. Sem dúvida, o uso de uma máquina destas, exige uma alta penetração do tubo acoplado SP no mercado, e um mercado mais atraente para os tubos.

Para este modelo foi registrada a protecção de invenção pela patente.

## Propriedades técnicas do tubo acoplado SP

CCA pode ser processado com agregados normais e, com esta combinação, melhora consideravelmente a resistência ao atrito. Notavelmente melhor, são estas propriedades em conjunto com uma argamassa pré-misturada, na qual a areia é baseada em alumínio, ou seja produzida de clínquer CCA. A tabela 1 mostra que, a resistência ao atrito que pode ser obtida com esta argamassa é mais alta do que a do vidro ou granito. Mesmo com agregados normais a resistência ao atrito é de três vezes a do betão normal.

Como foi explicado acima, a resistência ao atrito é antes de tudo significativa. Isto foi demonstrado através de testes realizados, que através de experimentos, simularam as condições de aplicação de 16 anos em 250 dias. O resultado é mostrado na figura 1.



**Tabla 1. Comparación de resistencias a la abrasión**  
**Tabela 1. Comparação da resistência ao atrito**

Ensayo CNR (Francia) Teste CNR (França)	Desgaste (índice) Profundidade de desgaste (índice)
Vidrio/Vidro	1
PC/agregados naturales / PC/agregado natural	4
PC/agregados de sílice y piedra / PC/sílica e agregados de rocha rígida	2
CAC/agregados naturales / CAC/agregado natural	1,5
Granito/Granito	0,6
CAC/arena Alag con base Al / CAC/Areia Alag baseada em Al	0,45

tercera estación de moldeado. En este caso la carretilla traslada el cuerpo externo de tubería dispuesto en el momento a la máquina 2, mientras el próximo cuerpo es fabricado en la máquina 1, y desde allí la tubería previamente terminada al área de almacenamiento. Después del desmoldado, el molde se transporta a la máquina 1 y se repite el proceso completo.

En caso de que un fabricante de tubería tenga sólo una prensa radial, se requiere un tipo especial de cabezal de rodillos con diámetro ajustable, en adición a una segunda alimentación de hormigón para el hormigón CAC. Aquí, en un primer paso, la tubería externa soporte es fabricada, el diámetro del cabezal es ajustado en concordancia y la tubería final con el revestimiento interno protector se produce en un segundo paso. El ciclo de fabricación se alarga aproximadamente un 60 %, lo que lleva consigo una menor producción o un tiempo de trabajo más largo. Una vez introducida en el mercado la tubería compuesta SP, el empleo de una máquina completamente nueva con dos estaciones de producción cobra sentido. En este caso una tubería tal puede ser fabricada en el mismo espacio de tiempo que una tubería normal. Cuando se fabrican tuberías standard con uno de estos equipos, se dobla la capacidad frente a la actual. El empleo de semejante equipo presupone sin embargo un mercado de las tuberías fuerte con una penetración de las tuberías SP alta.

Ha sido solicitada una patente para este sistema de fabricación.

### Características técnicas de la tubería compuesta SP

El CAC puede procesarse con áridos comunes y ya en esta combinación mejora considerablemente la resistencia a la abrasión. Se consiguen resultados notablemente mejores en combinación con morteros premezclados, en los que la arena se gana con base aluminosa, es decir de clinker CAC. La **tabla 1** muestra que la resistencia a la abrasión que puede alcanzarse con este mortero es superior a la del vidrio o granito. Aún con agregados comunes, la resistencia a la abrasión es tres veces superior a la del hormigón común.

Como se explica en lo anterior, la resistencia a la corrosión es en particular de importancia. Se demostró con diversos ensayos en los que se simulaban las condiciones de aplicación de 16 años durante 250 días. El resultado se muestra en la **figura 1**.

Puede observarse claramente que el uso de CAC reduce drásticamente la pérdida en peso, y esto ya cuando se emplea arena como agregado, pero especialmente utilizando mortero premezclado especial. Este mortero está disponible en el mercado bajo el nombre de Sew-percoat y se ha aplicado con éxito en el revestimiento de alcantarillas de agua de deshecho.

Con la posibilidad de una producción a gran escala industrial, la tubería compuesta, como una unidad de hormigón, debería tener una situación enormemente favorable en su competencia con otros materiales.

Diseño de equipo para fabricación de tuberías, basado en prensas radiales, para la producción simultánea de dos tuberías standard por ciclo de trabajo o de una tubería compuesta en un ciclo normal con la conexión en serie de los dos escalones de producción.

Nota-se claramente que, o uso do CCA reduziu drasticamente a perda de peso, já com o uso de areia como agregado, mais especificamente quando se usou a argamassa especial pré-misturada. Esta argamassa está disponível no mercado com o nome de Sewpercoat, ela é usada com muito êxito há anos nos Estados Unidos, no revestimento de poços de água de esgoto.

Com a possibilidade de uma produção industrial em larga escala, o tubo acoplado como tubo de puro betão, deveria ter uma excelente situação de concorrência, comparado com outros materiais.

Günter Becker



## Conexiones fresadas

# Uniones perfectas de tramos de tubería mediante mecanizado posterior

La creciente preocupación por la protección de las aguas subterráneas frente a la exfiltración de aguas residuales de los conducciones de desagüe y la infiltración de agua subterránea en los sistemas de desagüe, ha ocasionado un incremento de los requerimientos exigidos a los sistemas de conducción. Los continuos desarrollos en los métodos de fabricación aplicados en el sector de las tuberías de hormigón y hormigón armado dan lugar a una alta calidad standard de estas tuberías. Para lograr un funcionamiento óptimo de la canalización, las juntas de tubería deben satisfacer los mismos altos requerimientos de estanqueidad que los de las propias tuberías. Para asegurar que se cumplen estos altos requisitos, FBS ha establecido recomendaciones de calidad y control de los procedimientos para la fabricación y ensayo de tuberías y sus juntas que superan la reglamentación DIN.

La estanqueidad de una unión de tuberías depende del acoplamiento perfecto entre ambos extremos macho y hembra de los tubos, es decir, de una unión segura y de fácil instalación.

La fabricación segura y eficiente de las juntas debe ser posible bajo todas las condiciones que pueden surgir en una obra.

### Sistemas de sellado y requerimientos principales

Las recomendaciones de FBS para tuberías fabricadas según este estricto standard, clasifican según los siguientes tipos de unión:

- ▶ Anillo deslizante fijo preinstalado en el manguito (Fig. 1a)
- ▶ Anillo deslizante en el extremo macho sobre un saliente (Fig. 1b)
- ▶ Anillo deslizante en el extremo macho en una cámara (Fig. 1c)

### Tuberías y requerimientos principales

La estanqueidad al agua de las conducciones de desagüe se prueba en la práctica convencional tras su fabricación, aplicando una sobrepresión de agua.

Se considera una junta estanca al agua cuando la junta que consiste en un elastómero de estructura densa, se comprime

## Conexão fresada

# Conexão perfeita de tubos por meio do pós-processamento

Para proteger o lençol freático contra exfiltração de água de esgoto dos canais e infiltração do lençol freático para a área de esgoto, as exigências para com os tubos usados na canalização estão cada vez mais rígidas e em maior número. Um contínuo desenvolvimento dos métodos de pré-fabricados pelos fabricantes de tubos de betão e betão armado usados nesta área, levou os tubos a adquirirem um alto padrão de qualidade.

Para obter um funcionamento eficiente do canal, a conexão de tubos tem que satisfazer as mesmas exigências de densidade como a do tubo. Para que estes padrões sejam mantidos, o FBS, através das determinações do DIN (Instituto Alemão de Normas), estabeleceu directrizes para a produção, teste e conexões dos tubos, controlando sua realização. A densidade de uma conexão de tubos depende do encaixe, de um tubo perfeito, de uma densidade eficiente, quer dizer, uma união segura e fácil de montar.

Tem que haver, abaixo todas as condições que possam surgir nos estaleiros de obra, a possibilidade de produzir uma conexão segura e confiável.

### Sistema de vedação e suas exigências

Nas directrizes de qualidade do FBS estabelecidas para tubos deste padrão, os seguintes modelos foram estipulados:

- ▶ Vedação com anel deslizante instalado fixamente na conexão luva (Figura 1a)
- ▶ Vedação com anel deslizante no encaixe em um ombro (Figura 1b)
- ▶ Vedação com anel deslizante no encaixe em uma câmara (Figura 1c)

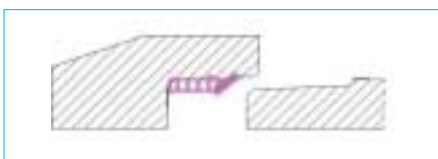


Fig. 1a. Anillo deslizante, fijo, instalado en fábrica, en el manguito  
Fig. 1a. Gaxeta circular instalada de fábrica na conexão luva

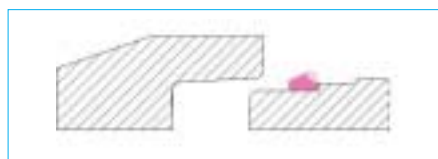


Fig. 1b. Anillo deslizante para diseño en escalón  
Fig. 1b. Gaxeta circular para a formação de degraus

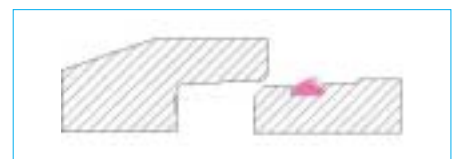


Fig. 1c. Anillo deslizante para sello con cámara  
Fig. 1c. Gaxeta circular para a vedação da câmara

de un 25 % a 45 % en la unión prefabricada. Una compresión inferior del sello resulta en pérdidas, una compresión superior puede ocasionar daños en el manguito. Adicionalmente, supone una ventaja en la fabricación de una junta estanca al agua y en las buenas propiedades de centrado seleccionar un sello lo más esbelto posible para unir el manguito y el extremo en punta sin aplicar fuerzas excesivas. Dependiendo del tamaño de la tubería y de la precisión con que ha sido fabricado el manguito, debe alcanzarse una tolerancia en el diámetro del extremo en punta de aproximadamente alrededor de  $\pm 1$  a  $\pm 2$  mm.

Para alcanzar los requerimientos en las uniones, deben tomarse medidas excepcionales – en particular para las tuberías producidas mediante el procedimiento convencional con desmoldado inmediato. Con el desmoldado inmediato, debido a la deformación que se produce en la tubería todavía no endurecida, se concentran posibles inexactitudes dimensionales típicamente en el extremo macho.

Esto último puede evitarse mediante el empleo de anillos soporte: estos se acoplan durante el desmoldado y se mantienen en la tubería hasta que ésta ha fraguado. En adición a las altas inversiones destinadas a este equipo, el montaje, retirada y limpieza de las juntas anulares requiere un trabajo considerable. Una precisión dimensional duradera del extremo macho sólo puede lograrse con anillos metálicos. Con anillos soporte de plástico únicamente puede alcanzarse la precisión requerida dentro de un margen limitado.

### Mecanizado posterior del extremo macho para una alta calidad final

Un método excelente para lograr una mejor precisión dimensional y una calidad superficial mejorada es el mecanizado del extremo después de la fabricación.

Las tuberías de hasta un DN 1200 fabricadas en líneas de producción automatizadas se ensayan típicamente en una línea de pruebas cuando son preparadas para el transporte. Todas las tuberías siguen de modo uniforme un ciclo en esta línea de pruebas y se ensaya su estanqueidad al agua, se miden las dimensiones del extremo macho y se marcan apropiadamente. Los resultados de la prueba de estanqueidad y los diámetros máximo y mínimo del extremo en punta se introducen y graban en el sistema. Estos valores pueden asociarse posteriormente a una tubería a través de su número de serie.

Cuando se incluyen estaciones de mecanizado en la línea para la fabricación de tuberías en serie, se integra la maquinaria de mecanización y este proceso se efectúa en el mismo periodo requerido para la prueba de estanqueidad. Todos los procesos en la línea están completamente automatizados (Fig. 2). Un diseño especialmente cómodo es un sistema que selecciona automáticamente las tuberías defectuosas y empaqueta para el transporte aquellas libres de defecto. Para el mecanizado del hormigón se emplean comúnmente máquinas de fresado equipadas con herramientas de diamante.

Las tuberías que han sido procesadas con una maquinaria de fresado, mediante un proceso patentado y en una planta especialmente diseñada para este propósito pueden alcanzar una forma circular y exactitud dimensional de pocas décimas de milímetro. Resultados comparables no pueden alcanzarse con ningún otro método de fabricación con desmoldado inmediato. Los extremos macho de las tuberías se fabrican con un ligero sobredimensionado. El exceso de material, así como cualquier excentricidad, son eliminados completamente en el curso del mecanizado. Los anillos soporte no son necesarios durante la fabricación de las tuberías.

### Ventajas del mecanizado

(1) Un extremo macho mecanizado, empleado junto a una junta integral instalada en fábrica en el manguito, proporciona una superficie lisa, dimensionalmente exacta. La superficie libre

### Tubos e seus requisitos

Na prática, é normal que os canais, depois de sua produção, sejam testados quanto a estanqueidade com uma sobrepressurização de água.

Uma junta impermeável que possa resistir ao excesso de pressão é realizável, quando a vedação composta de um elastómero com uma estrutura densa é comprimida em 25 % até 45 %, na junta produzida. Uma compressão menor da vedação causa vazamento, uma compressão maior pode causar danos na conexão luva. Além disso, é vantajoso para a produção de uma conexão densa e com boas propriedades de centragem, escolher a vedação mais fina possível para a junção da conexão luva e do encaixe, sem aplicar forças excessivas. Dependendo do tamanho do tubo e da precisão da conexão luva, deve-se alcançar aqui uma precisão do diâmetro da junção por volta de  $\pm 1$  até  $\pm 2$  mm.

Para satisfazer as exigências da conexão, são necessárias medidas adicionais principalmente na produção convencional de tubos com descofragem imediata. Com a descofragem imediata, possivelmente uma relevante variação dimensional para a junta concentra-se na conexão luva através da deformação do tubo não endurecido.

Isto pode ser evitado, usando um anel de encosto anti-extrusão que é montado durante a descofragem e que deve permanecer no tubo até o seu endurecimento. Além do alto investimento que este equipamento exige, a montagem, a remoção e a limpeza representam um esforço considerável de trabalho. Uma precisão dimensional durável só pode ser alcançada com o uso de anéis de metal, com anel de encosto anti-extrusão de plástico, a precisão requerida será alcançada apenas em medida limitada.

### Pós-processamento da junta para a obtenção de uma alta qualidade

Um melhoramento da estabilidade dimensional e da superfície é possível através de um trabalho de pós-processamento da junta.

Tubos de até DN 1200 de tamanho, produzidos automaticamente, geralmente passam por uma via de testes ao serem transportados. Aqui a estanqueidade de todos os tubos é testada em ciclos uniformes, a junta é medida e marcada. Ao mesmo tempo, os resultados da estanqueidade assim como as dimensões máximas e mínimas da extremidade são registradas e armazenadas. Mais tarde estes valores podem ser coordenados com o respectivo tubo e seu número de série.

Máquinas de processamento serão dispostas na via de testes onde há o emprego de processamento para a produção de tubos em série, o processamento ocorre dentro do período de tempo que é necessário para o teste de estanqueidade. Nesta via, todos os processos ocorrem automaticamente (Figura 2).



Fig. 2. Gráfico de uma linha de prova  
Fig. 2. Diagrama da via de testes



Fig. 3. Extremo macho con un sello de cámara  
Fig. 3. Encaixe com vedação de câmara

de poros favorece las propiedades para el deslizamiento durante la fabricación de la junta y la estanqueidad.

(2) Al emplear anillo deslizante en los extremos macho, la exactitud dimensional que puede alcanzarse mediante el mecanizado es también enormemente significativa. En esta aplicación, es una ventaja adicional fabricar un saliente con cantos agudos para el sello. Esto también presenta problemas en caso de desmoldado inmediato. Un saliente defectuoso puede traer problemas durante la instalación de la tubería.

(3) La mayor ventaja del mecanizado del extremo macho se consigue con la manufactura de una cámara dentro de la cual se instala el anillo deslizante (Fig. 3). Aparte de las ventajas que conllevan una forma perfecta y la exactitud dimensional que se alcanzan con el mecanizado posterior, se consigue un considerable ahorro ya que el precio del anillo deslizante es inferior al de un sello comparable instalado en el manguito. La superficie



Fig. 5. Extremo macho en procesamiento en el equipo de fresado  
Fig. 5. Pós-processamento do encaixe na fresadora



Fig. 4. Extremo macho procesado para sello en manguito  
Fig. 4. Encaixe processado para a vedação da conexão luva

Um procedimento especialmente confortável para isso, seria aqui uma seleção automática de tubos com defeitos e um empacotamento dos tubos sem defeitos prontos para o envio. Para o trabalho mecânico de pós-processamento do betão, é normal o uso de fresadoras com ferramentas equipadas com diamantes.

Tubos que foram trabalhados com fresadoras podem, em máquinas especialmente desenvolvidas através de métodos patenteados, alcançar uma circularidade e precisão dimensional de poucos décimos de milímetros. Isto não se compara com nenhum outro tipo de processamento envolvendo a descofragem imediata. A produção de tubos ocorre, nos campos pontiagudos, com uma leve desproporção de medida. Através do trabalho de pós-processamento, o excesso de material será removido e a descentragem totalmente eliminada. Não é necessário o uso de anéis de encosto anti-extrusão durante a produção.

### Vantagens do pós-processamento

(1) Um encaixe pós-processado usado em conjunto com a vedação instalada na conexão luva proporciona uma superfície lisa com dimensões precisas. Isso favorece as propriedades deslizantes na fabricação da junta e a impenetrabilidade através de superfícies sem poros.

(2) Usando uma junta de estanqueidade rotativa no encaixe, a precisão dimensional alcançada através do reprocesso é de grande significado. Uma vantagem adicional aqui é a produção de um ombro com canto pontiagudo para a vedação. Isto pode ser problemático na descofragem imediata, um ombro sujo pode causar falhas durante a colocação do tubo.

(3) A maior vantagem do reprocesso no encaixe é a produção de uma câmara para a utilização de uma junta de estanqueidade rotativa em uma câmara (Figura 3). Além das vantagens de uma perfeita forma e precisão dimensional adquirida através do reprocesso, faz-se ainda uma economia considerável através dos baixos custos da junta de estanqueidade rotativa



interior lisa propia del manguito sirve de superficie deslizante; el número de operarios necesarios para la instalación de la tubería es considerablemente inferior.

La exactitud dimensional de los extremos macho para la instalación de los sellos en la cámara o frente al saliente tiene la ventaja adicional de que puede optimizarse el hueco restante. Es el saliente tras la cámara el que soporta el sello durante la instalación del trazado. En caso de hundimientos, el hormigón entra en contacto directo entre el manguito y el extremo macho; el hormigón transmite los esfuerzos y se evita una carga excesiva del sello. La conexión de la tubería permanece estanca con el paso del tiempo.

En la práctica, los costes resultantes del mecanizado posterior son más que compensados con el incremento considerable de la calidad.

## Máquinas fresadoras y modos de operación

Las máquinas destinadas al mecanizado de los extremos macho se clasifican en dos tipos: aquellas que operan con una herramienta rotativa y aquellas que operan con una tubería rotativa.

Los equipos fabricados por Jung & Oehler, presentados en este artículo y cuyo modo de operación es descrito, trabajan con una tubería rotativa. Tiene la ventaja de que el fango producto del fresado en proceso húmedo puede drenarse de una forma específica y que el agua necesaria puede reutilizarse (Fig. 4).

En esta maquinaria se centran las tuberías mecánicamente y por lo tanto con gran precisión.

Otra ventaja de estas máquinas, protegidas por patente, es que cada imprecisión del espesor de la pared en el extremo macho que haya podido darse durante la fabricación es eliminada como resultado del centrado mecánico. De esta manera se evita la formación de «escalones» en la canalización (Fig. 5).

Una de las características especiales de esta maquinaria es que en la práctica, en una sola operación, la tubería puede ser completamente procesada, calibrada y la calibración realizada quedar documentada. Aquí se combina, con la consecuente eficiencia en coste, en una única máquina las operaciones que de otro modo se realizan en dos equipos distintos.

comparando com a vedação da conexão luva. O polimento natural do interior da superfície da conexão luva serve como superfície lisa, sendo assim é necessário um número consideravelmente menor de operários para o assentamento.

Além disso, encaixes com dimensões precisas para a montagem da vedação numa câmara ou contra o ombro, possuem a vantagem da eficiência da fenda. Este ombro está situado atrás da câmara, o qual apóia a vedação durante o assentamento. Quando ocorre o assentamento, há o contacto do betão entre a conexão luva e o encaixe, as forças são transmitidas pelo betão e o excesso de carga da vedação é evitado. A conexão do tubo permanece impermeável.

Na aplicação, considerando o aumento da qualidade, os custos para o processamento estão mais do que compensados.

## Máquinas de fresar e modos de operação

Há uma diferença entre os dois tipos de máquinas de processamento, umas são equipadas com ferramenta rotativa e outras com tubo rotativo.

As máquinas feitas por Jung & Oehler, as quais estão apresentadas neste artigo e cujo modo de operação está aqui descrito, trabalha com tubo rotativo tendo a vantagem de que, o sedimento molestandor que é produzido durante a fresagem usual em procedimento molhado, pode ser escoado para um meio já especificado e a água pode ser usada para a circulação (Figura 4).

Com estas máquinas os tubos são centrados mecanicamente, sendo a centragem por esta razão, extremamente precisa.

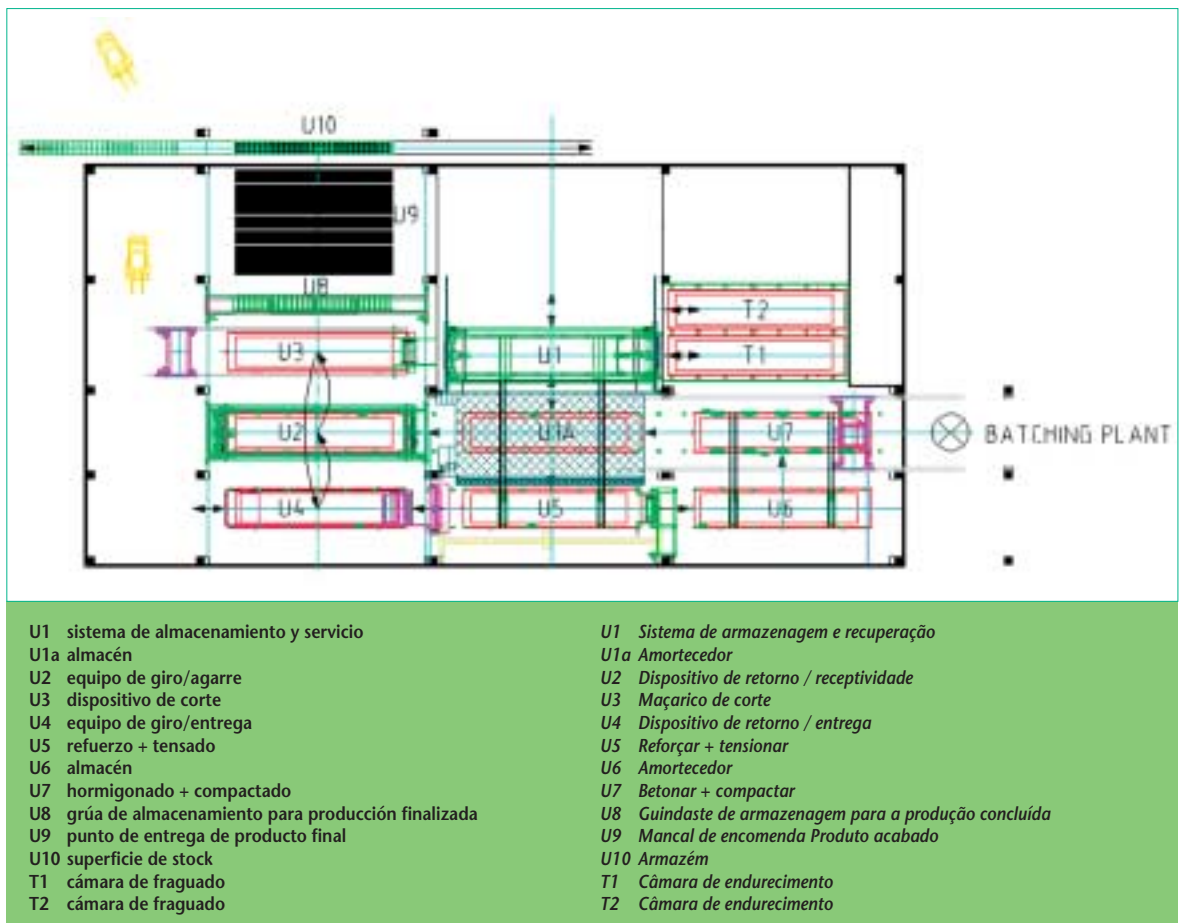
Outra vantagem desta máquina, protegida de invenção pela patente é que, através da centragem mecânica qualquer desigualdade da espessura da parede do encaixe que ocorreu durante a produção é eliminada. Desta maneira, não ocorre a formação de degraus no canal (Figura 5).

Uma das propriedades especiais destas máquinas desenvolvidas na prática é que, o tubo pode ser completamente processado e medido, sendo os resultados da medição documentados, tudo isso em apenas um processo. Aqui, o trabalho que normalmente seria feito por duas máquinas independentes será combinado e feito por apenas uma máquina, o que economicamente é uma vantagem.

Eberhard Tritschchak

Jung + Oehler Automation – Regeltechnik  
Gewerbestr. 12, 77731 Willstätt-Eckartsweier / Germany  
☎ +49 (0) 7854 / 9892-0  
E-Mail: Jung\_Oehler@baden-mail.de  
www.jung-oehler.de





**Rector Lesage pone en operación la planta de fabricación de vigas de hormigón pretensado más moderna del mundo**

## Un sistema en circuito completo para vigas de hormigón pretensado

Rector Lesage desarrolló en la segunda mitad del año 2002 – tras realizar estudios preliminares en 2001/2002 – en colaboración con las empresas alemanas Vollert, Weckenmann y Unitechnik un sistema para la producción eficaz de vigas de hormigón pretensado sobre pallets en un sistema en circuito.

La historia de Rector Lesage comienza en Mulhouse/Francia en 1953. Desde entonces, más de 400 millones de vigas han sido

**A firma Rector Lesage colocou em funcionamento o mais moderno mecanismo de suporte de betão pré-esforçado do mundo**

## Sistema circulatório completo para suportes de betão pré-esforçado

No segundo semestre de 2002, a firma Rector Lesage juntamente com as firmas alemãs Vollert, Weckenmann e Unitechnik desenvolveu, após vários estudos internos nos anos de 2001/2002, um sistema de produção de vigas de betão pré-esforçado sobre paletas num sistema circulatório eficiente.

Fig. 1. Rector Lesage en Mulhouse, Francia  
Fig. 1. Rector Lesage em Mulhouse / França



producidos en diferentes localidades. Rector se ha convertido en un grupo multinacional con un beneficio anual de 1,5 millardos de euros.

La producción se distribuye en cinco regiones por toda Francia. A nivel internacional son seis los socios con puntos de producción.

El gran éxito en el desarrollo de Rector Lesage se basa en una constante investigación de los nuevos materiales de construcción y soluciones técnicas, en instalaciones y laboratorios propios, para satisfacer las demandas de un mercado en continuo movimiento.

## El curso del proyecto

Las compañías alemanas participantes son especialistas en los campos fundamentales de la fabricación de piezas de hormigón pretensado: Vollert, como líder en el sector de la tecnología de pallets en circulación, desarrolló significativamente el transporte de pallets y la tecnología de la compactación; Weckenmann sentó medidas en la distribución automática del hormigón y en la limpieza/lubricación; Unitechnik es uno de los líderes en la tecnología de control.

La asociación de las compañías, un éxito durante muchos años, considera que un desarrollo intenso y exitoso puede alcanzarse únicamente concentrándose en las competencias principales y llevándolas a cabo correctamente.

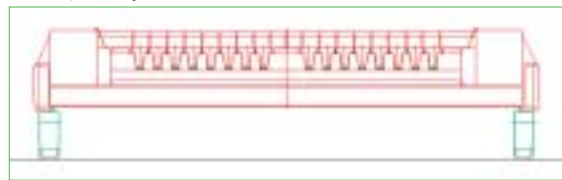
Rector Lesage ha desarrollado y realizado diversos sistemas de circulación de pallets para la fabricación de cubiertas y paredes dobles en cooperación con Vollert, Weckenmann y Unitechnik. Esta experiencia sentó la base para hacer realidad por primera vez la producción de vigas de hormigón pretensado mediante la tecnología de pallets en circuito (Fig. 2 y 2a).

Gracias a una planificación preliminar y a la colaboración profesional del equipo involucrado en el proyecto, se logró un desarrollo del trabajo según los plazos establecidos y una puesta en marcha puntual en Noviembre del 2003.



**Fig. 2, 2a. Fabricación de vigas de hormigón pretensado mediante proceso de pallets en circulación**

*Figs 2, 2a. Produção de vigas de betão pré-esforçado por meio da tecnologia de circulação de paletas*



A história da firma Rector Lesage começa em 1953 em Mulhouse/França. Desde então, mais de 400 milhões de vigas foram fabricadas em diferentes locais de produção, e a firma Rector transformou-se em uma companhia multinacional com um faturamento anual de 1,5 bilhões de Euros.

A produção é feita em 5 regiões da França. Há mais 6 sócios internacionais com local de produção.

O extremo sucesso do desenvolvimento da firma Rector Lesage é baseado nas incessantes pesquisas sobre novos materiais de construção e soluções técnicas que satisfaçam as necessidades do mercado que estão sempre a mudar. As pesquisas são feitas nos próprios escritórios técnicos e nos laboratórios de pesquisas.

## Andamento do projecto

As companhias alemãs participantes, se especializaram há muitos anos, principalmente na produção de partes pré-fabricadas de betão: Vollert, um dos líderes em tecnologia na área de técnica de circulação de paletas, desenvolveu de maneira significativa, o transporte de paletas e a técnica de compactação. Weckenmann padronizou a automação na distribuição do betão, e na limpeza/lubrificação. A firma Unitechnik é uma das líderes em tecnologia de controle.

O grupo das companhias leva em consideração o fato de que, só se pode alcançar um desenvolvimento bem sucedido quando focamos as principais competências de maneira precisa.

A firma Rector Lesage, em cooperação com as firmas Vollert, Weckenmann e Unitechnik, desenvolveu e implantou vários sistemas de circulação de paletas para a produção de elementos de cobertura e paredes duplas. Foi implantada pela primeira vez, baseada nesta experiência, a produção de vigas de betão pré-esforçado por meio da tecnologia circulação de paletas (Figura 2, 2a).

Graças a um planejamento preliminar intenso e a interação profissional do time do projecto, as encomendas foram entregues no prazo e colocadas pontualmente em funcionamento, em novembro de 2003.

Os dados técnicos da instalação foram dados na tabela 1.

## Andamento da produção

### U1 Estante do aparelho de comando

A estante do aparelho de comando manuseia 2 câmaras de endurecer, onde paletas 2 x 14 com dimensões de 14,5 m x 3,25 m serão armazenadas. Esta solução oferece simultaneamente um acesso

opcional para cada paleta individual, para que, durante a produção possam ser feitos pedidos especiais em curto prazo, ou para possibilitar

**Tabla 1. Especificaciones técnicas**

Dimensiones de los pallets:	Longitud: 14.500 Ancho: 3.250
Marco tensor:	Número de correas: 16 Tipo de correas: RS110 Tipo de correas: RS130 Barra tensora: fija 1 Barra tensora: móvil 1
Propiedades:	Transporte sobre banda de rodillos posible Giro posible
Capacidad:	225 m por pallet 28 pallets / 7 h
Personal:	3 operarios

**Tabela 1. Dados técnicos**

Dimensão da paleta:	Comprimento: 14.500 Largura: 3.250
Quadro esticador:	Número de calhas: 16 Tipo de calha: RS110 Tipo de calha: RS130 Jugo tensor: sólido 1 Jugo tensor: móvel 1
Propriedades:	Capaz de ser transportado por rolamento Capaz de ser girado
Capacidade:	225 m por paleta 28 paletas em 7 horas
Pessoal:	3



**Fig. 3. Agarre y giro de pallet fraguado**  
*Fig. 3. Giro da paleta endurecida*

Las especificaciones técnicas se dan en la **tabla 1**.

## El recorrido de la producción

### U1 sistema de almacenamiento y servicio

El sistema de almacenamiento y servicio cuenta con dos cámaras de fraguado en las que se almacenan 2 x 14 pallets con dimensiones 14,5 m x 3,25 m. Con esta solución es posible el acceso libre a cada pallet individual para poder dar también curso rápido a requerimientos especiales de la producción en marcha o para cumplir con prontitud requisitos del cliente relativos a formatos específicos.

#### U1a

La posición U1a se emplea como almacén, es decir, los pallets que llegan de las cámaras de fraguado T1 y T2 ya fraguados se ponen a disposición del dispositivo de giro en U2. También se preparan pallets hormigonados frescos, que llegan desde U7, para el almacenamiento con el equipo de servicio de estantes.

#### U2

Según demanda, los pallets fraguados se desplazan de U1a a U2 sobre rodillos accionados por accionamiento de rueda de fricción. En la posición U2 los pallets pretensados ya fraguados se agarran por el dispositivo de giro, se giran 180° y se trasladan a la posición U3 (Fig. 3).

#### U3

El pallet girado se dispone sobre una firme mesa de corte mediante un dispositivo de giro. El equipo para relajación de esfuerzos se acopla al marco tensor del pallet y el producto se descarga de tensiones (Fig. 4).

Las vigas de hormigón pretensado se separan del pallet y se sitúan individualmente sobre la mesa de corte. Los pallets vací-

**Fig. 4. El equipo para relajación de tensiones se acopla al marco tensor del pallet**

*Fig. 4. Acoplamiento do aparelho de relaxamento*



pedidos que correspondam aos requerimentos actuais do cliente.

#### U1a

A posição U1a será usada como amortecedor isso significa que, as paletas endurecidas que vêm da câmara de endurecimento T1 ou T2, serão, com o mecanismo de retorno, preparadas na posição U2. Da mesma, maneira as paletas recém betonadas que vêm do U7 serão preparadas, pelo aparelho de comando, para ser armazenadas.

#### U2

Ao serem requeridas, as paletas prontas e endurecidas são transportadas de U1 para U2 sobre uma roda de fricção. Na posição U2 as paletas pré-tensionadas prontas e endurecidas serão recebidas pelo mecanismo de retorno, serão giradas em 180° e movidas para a posição U3 (Figura 3).

#### U3

As paletas viradas serão colocadas através do mecanismo de retorno, sobre uma mesa de corte firmemente posicionada. O aparelho de relaxamento acopla-se ao quadro esticador da paleta e relaxa o produto (Figura 4).

As vigas de betão pré-esforçado desagregam-se da paleta e são posicionadas individualmente sobre a mesa de corte. Em condição virada, a paleta vazia será colocada na posição U4 e rebaixada. Nesta condição, a limpeza da paleta é feita automaticamente. A paleta é novamente girada em 180° e colocada sobre um transportador rolante. Sendo requisitada, a paleta é conduzida para a posição 5 (Figura 5).

#### U8

O manipulador do guindaste recebe uma extensão completa de vigas cortadas de betão pré-esforçado, as empilha em duas camadas uma sobre a outra as comissionando U9 (Figura 6, 7).

#### U9

As camadas de vigas comissionadas serão entregues a um carro descarregador no U10 que opera no depósito (Figura 8).

#### U10

A mercadoria encomendada em 2 camadas em comprimentos específicos diferentes será ou armazenada em entreposto, ou descarregada pela empilhadora diretamente no camião.

#### U5

As paletas que já estão na posição U5 serão equipadas com novos arames tensores e ajustadas no comprimento específico (Figura 9).

A seguir acopla-se uma máquina tensora a qual tenciona automaticamente os arames de tensão suspensos, no quadro esticador, na tensão prévia necessária. Desta maneira o jugo tensor será fixado.



**Fig. 5. Retorno del pallet limpiado automáticamente**  
*Fig. 5. Retorno das paletas limpas*



Fig. 6. Amontonado ...  
Fig. 6. Empilhamento ...

os se trasladan girados a la posición U4, donde descienden. En esta posición se limpia el pallet automáticamente, vuelve a girarse 180° y se sitúa sobre una banda de rodillos. Respondiendo a demanda, se traslada el pallet a la posición 5 (Fig. 5).

#### U8

El manipulador grúa agarra un tramo completo de vigas pretensadas ya cortadas, las sitúa en dos capas, una sobre otra, y las entrega en U9 (Fig. 6 y 7).

#### U9

Las capas de vigas se ponen a disposición de un carro en U10 que da servicio a la superficie almacén.

#### U10

El material entregado dispuesto en dos capas, según distintas longitudes especificadas, se almacena temporalmente o se carga directamente en camiones mediante un apilador.

#### U5

El pallet disponible en U5 se equipa con nuevos cables tensores y se prepara a longitudes especificadas (Fig. 8). El equipo tensor tensiona los cables suspendidos en el marco portador de esfuerzos a la pre-tensión requerida. Así se fija la barra tensora. El equipo pretensor se desacopla del pallet, que se traslada a la posición de almacenaje U6 (Fig. 9).

#### U7

Respondiendo a demanda, el pallet ya pretensado se traslada a la estación de hormigonado U7 por dos carros elevadores transversales y allí se sitúa sobre bloques de vibrado. El pallet es hormigonado y vibrado allí.

Una vez concluido el trabajo y tras la inspección final, el pallet hormigonado fresco vuelve a trasladarse a la posición de almacenamiento U1, donde el sistema de almacenamiento y servicio lo recibe y almacena en las cámaras de fraguado T1 o T2.



Fig. 9. Aprovisionamiento del pallet con nuevos cables tensores  
Fig. 9. Montagem dos arames de tensão



Fig. 7. ... y entrega de tramos completos de vigas de hormigón pretensado  
Fig. 7. ... e encomenda da viga talhada de betão pré-esforçado



Fig. 8. Superficie de stock  
Fig. 8. Armazém

A máquina pré-tensora é liberada da paleta e conduzida por sua vez para a posição tampão U6 (Figura 10).  
U6 Posição de amortecimento

#### U7

Se houver demanda, a paleta pré-tensionada será conduzida por 2 carros elevadores transversais para o local de betonagem U7 e lá será colocada sobre cavaletes vibrantes.

Lá, a paleta será betonada e vibrada. Depois de finalizado o trabalho e o controle final, as paletas recém betonadas serão conduzidas novamente para o local de amortecimento U1, serão apanhadas pelo sistema de armazenagem e recuperação, e armazenadas na câmara de endurecimento T1 ou T2.  
Bernd Strobel



Fig. 10. Fijación de la barra tensora  
Fig. 10. Fixação do jugo tensor

Vollert GmbH + Co. KG  
Anlagenbau  
Stadtseestr. 12  
74189 Weinsberg / Germany  
☎ +49 (0) 71 34 / 52-0  
Fax: +49 (0) 71 34 / 52-202  
E-Mail: info@vollert.de  
www.vollert.de

Weckenmann  
Anlagentechnik GmbH + Co. KG  
Birkenstr. 1  
72358 Dormettingen  
☎ +49 (0) 74 27 / 94 93-0  
Fax: +49 (0) 74 27 / 94 93-29  
info@weckenmann.de  
www.weckenmann.de

Unitechnik  
Cieplik & Poppek GmbH  
Fritz-Kotz-Str. 14  
51674 Wiehl-Bomig / Germany  
☎ +49 (0) 22 61 / 987-0  
Fax: +49 (0) 22 61 / 987-510  
info@unitechnik.de  
www.unitechnik.de



Hormigón prefabricado para la industria marina

## Los Dolos – Una historia llena de éxitos para el hormigón prefabricado

Fig. 1: Un dolo de 30 t, pintado con la bandera sudafricana

Figura 1: Um dolo de 30 t com a bandeira da África do Sul estampada

En pocas áreas de ingeniería civil los elementos de hormigón prefabricado han demostrado ser tan indispensables como en el caso de la industria marina en el campo de blindajes de protección y en la construcción de escolleras y diques rompeolas. De todos los sistemas desarrollados, el de los dolos es uno de los más exitosos con muchos miles de elementos prefabricados cada año. En Sudáfrica, el país de origen de los dolos, el desarrollo actual del nuevo Puerto de Ngqura cercano a Port Elizabeth está viviendo la mayor producción de dolos que este país jamás había experimentado. Con una eficiencia productiva notable, un total de 26.500 elementos de 30 toneladas están siendo producidos en un período aproximado de 24 meses, representando así el mayor proyecto de hormigón prefabricado que en la actualidad se está llevando a cabo en el continente africano.

Para la construcción de escolleras y elementos de protección de línea costera, las unidades de blindaje de hormigón prefabricado proporcionan a menudo la mejor solución en términos de estabilidad y eficiencia de costes. Las dos funciones principales de la capa de blindaje son las de proteger el material más fino debajo de la capa de blindaje contra la acción severa de las olas y la de disipar la energía de las mismas con el fin de reducir su avance, el descollamiento y la reflexión de éstas.

Partes pré-fabricadas de betão para a indústria marítima

## O Dolos – uma parte pré-fabricada de betão faz carreira na protecção costeira

Em poucas áreas da engenharia civil, partes pré-fabricadas de betão provaram ser tão indispensáveis como para a indústria marítima, no campo da protecção costeira para a construção de quebra-mares. De todos os sistemas desenvolvidos, o Dolos que foi desenvolvido nos anos 60 na África do Sul, é um dos mais bem sucedidos. Com a construção do porto Ngqura nas proximidades do Port Elisabeth na África do Sul, inicia-se a maior produção de Dolos de sua história. Com uma notável eficiência na produção de um quebra-mar de 3,8 km de extensão num total de 26.500 30-toneladas de Dolos foram construídas em um período de aproximadamente 24 meses representando o maior projecto de partes pré-fabricadas de betão do continente africano.

Estas dos funciones requieren una construcción del blindaje pesada y porosa al mismo tiempo. Hasta los años 40 del siglo pasado, las únicas unidades de blindaje de hormigón disponibles eran grandes cubos y bloques prefabricados cuya estabilidad frente a la acción de las olas únicamente se derivaba del peso de los elementos. En los años 50 se introdujeron elementos que proporcionaban una seguridad adicional a base de entrelazarse entre sí. El tetrápodo, que se desarrolló en Francia y está formado básicamente por cuatro patas unidas a un punto central, fue la primera unidad de blindaje entrelazado disponible en el mercado.

Los dolos de hormigón se desarrollaron en Sudáfrica en 1963 y básicamente tienen la forma de la letra H con una extremidad retorcida a 90° (Figura 1). Los dolos están diseñados de forma que cuando se apilan de una forma más o menos aleatoria se entrelazan y disipan la energía de la ola de forma controlada. A través de la alta relación de espacio hueco de las escolleras y rompeolas así construidos, las olas se fragmentan y tienen un camino tortuoso con muchas desviaciones antes de que puedan alcanzar aquello que necesita ser protegido. La forma de ancla de los elementos se dice que tiene su origen en un incidente que tuvo lugar en los primeros tiempos de la historia del puerto del este de Londres. En el proceso de remolque de los barcos en la dársena del puerto se perdían muchas anclas y la barcaza que se mandó para recogerlas, sufrió tal sobrecarga que se hundió a la entrada del puerto. Las anclas estibadas se entrelazaron entre sí de tal forma que toda la embarcación y su contenido únicamente pudo ser retirada mediante el uso de explosivos. Esta historia puede ser o no cierta, pero las propiedades de interconexión de los dolos hacen de ellos las unidades de rompeolas más eficaces del mundo.

Como resultado de la creciente estabilidad proporcionada por el efecto de entrelazado, pueden utilizarse unidades mucho más ligeras en comparación a otras unidades de rompeolas comunes. Esto conlleva grandes ahorros en la cantidad de hormigón requerido y facilita la colocación de los elementos con equipos más pequeños. En Sudáfrica, las dimensiones de los dolos oscilan normalmente entre 3 y 30 toneladas, pero a nivel mundial se han llegado a producir elementos con un peso de hasta 50 toneladas. El nombre de los dolos tiene su verdadero origen en Sudáfrica y proviene del nombre que se le daban a las tabas de ovejas o cabras utilizadas como juguetes por los niños en otros tiempos.

### **La protección de las líneas costeras es una de las mayores industrias de Sudáfrica**

Una gran parte de las infraestructuras de Sudáfrica están desarrolladas a lo largo de las costas del océano Atlántico e Índico. La protección de la línea de costa es, por lo tanto, una de las mayores industrias de construcción en Sudáfrica. En la actualidad se están llevando a cabo a lo largo de todo el país un número de proyectos de construcción que implican la producción de dolos prefabricados. Desde el punto de vista de ingeniería civil, el proyecto más impresionante de todos es la construcción del nuevo puerto en Coega, a unos 25 kilómetros de Port Elizabeth en la costa este del país. La zona de desarrollo industrial de Coega se encuentra localizada en un área de 15.000 hectáreas y ha sido diseñada para proporcionar a la región de una base globalmente competitiva para el establecimiento y la operación de diferentes industrias. En total, más de 20.000 puestos de trabajo permanentes y 50.000 puestos de construcción se crearán como resultado de la fase inicial del proyecto. Parte de este proyecto es la construcción del Puerto Ngqura, que comenzó en septiembre de 2002 y cuya finalización está programada para octubre de 2005. Ngqura Harbour Contractors NHC es un consorcio formado por Hochtief Construction de Alemania, Concor Holdings de Sudáfrica, y Ngqura Empowerment Contractors. Hochtief, con gran experiencia internacional en la construcción de escolleras, es el contratista principal y tiene una participación del 75 % del proyecto.

As partes pré-fabricadas de betão oferecem a melhor solução em termos de estabilidade e custos para construções marítimas e de quebra-mares. As duas principais funções do quebra-mar são: a proteção da estrutura nuclear do dique contra a ação provocada por ondas severas e a dissipação da energia da onda evitando assim o escoamento de água e reflexão. A combinação de ambas as funções exige uma estrutura pesada, porém porosa. Até os anos 40 os quebra-mares existentes eram feitos de blocos de betão, sua estabilidade contra a ação das ondas devia-se unicamente ao seu imenso peso. Nos anos 50, foram desenvolvidos elementos que ofereciam maior estabilidade através do seu mecanismo interligado. O tetrapode, que foi desenvolvido na França e que é feito basicamente com quatro pernas fixadas em um ponto central, foi a primeira unidade deste tipo disponível no mercado.

O dolos foi desenvolvido na África do Sul em 1963, sua forma básica tem a forma da letra H com uma perna em 90° (Figura 1). A forma e as medidas do Dolos garantem que, a disposição dos elementos amontoados acidentalmente, interliguem-se uns aos outros. Como resultado, forma-se uma cavidade entre os elementos, na qual a energia da onda será recebida com eficácia antes que as ondas através de sua longa e tortuosa rota, alcancem a estrutura. A forma do Dolos, que lembra uma âncora, tem a sua origem em um incidente ocorrido há muito tempo no porto de East London na costa leste da África do Sul. Várias âncoras foram perdidas no processo de reboque dos veleiros na baía portuária, a barcaça que recolhia as âncoras foi sobrecarregada de tal maneira que afundou na entrada do porto. Por isso o caminho foi impedido a outros navios, sendo assim, tentou-se levantar as âncoras novamente. O que foi possível somente com a ajuda de explosivos, já que as âncoras estavam fixamente interligadas umas nas outras, de maneira que já não podiam ser separadas. Se esta história é verdadeira ou não fica em suspense, mas a excelente propriedade de interligação do Dolos torna-o o quebra-mar mais eficiente do mundo.

Como resultado da estabilidade obtida pelo efeito de interligação, unidades mais leves podem ser usadas em comparação com outros quebra-mares comuns. Isto produz uma baixa nos custos devido a pouca quantidade de betão usada e facilita a construção. Na África do Sul a dimensão comum do Dolos é de 3 a 30 toneladas, enquanto que em outros lugares como por exemplo no Japão, os mesmos elementos são feitos de, e até 50 toneladas. O nome Dolos é originário da África do Sul e significa osso de ovelha e de cabra, e foi usado como brinquedo infantil durante o período pioneiro da África do Sul.

### **A proteção costeira é uma grande parte da indústria de construção civil da África do Sul**

A maior parte da infra-estrutura sul-africana encontra-se na costa do oceano atlântico e do oceano índico. A construção hidráulica exerce um papel importante na indústria de construção civil do país. Atualmente são produzidas quantidades enormes de Dolos para uma série de projectos em todo país. Do ponto de vista técnico, o projeto mais interessante é a construção de um porto em Coega perto de Port Elizabeth na costa leste da África do Sul. A área industrial de Coega, a qual atingirá uma área de 15.000 ha, deve prover a região de uma base competitiva global, atrairindo diferentes ramos industriais para que se estabeleçam na região. Um total de 20.000 postos de trabalho permanente e durante a fase de construção 50.000 postos de trabalho serão criados. Uma parte do projeto é a construção do Ngqura Harbour que iniciou em setembro de 2002 e deverá ser concluído em outubro de 2005. A firma que comanda, Ngqura Harbour Contractors, é uma junção das firmas Hochtief da Alemanha, Concor Holdings of South Africa e da firma Ngqura Empowerment Contractors. A firma Hochtief tem uma vasta experiência internacional na construção de diques quebra-mar, por isso ela tem uma parte de 75 % no projecto Porto Ngqura.



## Para la construcción del Nuevo Puerto Ngqura, se están produciendo actualmente 26.500 dolos de 30 toneladas

En total, se utilizarán cerca de 800.000 m<sup>3</sup> de hormigón en la construcción del puerto y la única planta de cemento de la zona, la planta de cemento Pretoria Portland Cement en Port Elizabeth, está operando a su capacidad máxima para producir las 240.000 toneladas de cemento necesarias. Los áridos para la producción de hormigón son triturados en una cantera de 60 hectáreas cercana al lugar de construcción. En total, alrededor de 5 millones de toneladas de roca serán extraídas de la cantera, principalmente para su uso como material de blindaje para la construcción de las escolleras. El Puerto Ngqura estará protegido por dos diques rompeolas de 2,6 y 1,2 km de longitud, con una profundidad media en baja marea de 15 metros y diseñado para olas de un máximo de 9 metros. En su parte final, la base del rompeolas es más ancha que un campo de rugby y en su cresta se está construyendo una carretera temporal de dos vías para permitir a los transportes especiales llevar las rocas y los dolos a su lugar de instalación. La capa superior de los rompeolas estará formada por un total de 26.500 dolos, para los que se producirán un total de 331.000 m<sup>3</sup> de hormigón. Con un peso de 30 tons cada uno, es probablemente el mayor proyecto del continente. Los dolos se sitúan sobre una capa de rocas protectoras con un peso de entre 3 y 6 toneladas cada una. Las rocas, por su parte, descansan sobre una base de material constituido por roca triturada de entre 3 kilogramos y 3 toneladas. El extremo redondeado de los diques rompeolas en la dirección del mar es la parte de la estructura más crítica ya que se encuentra expuesta a la acción de las olas desde todos los lados. Para proteger el extremo y añadirle estabilidad, éste se construye con cajones de hormigón prefabricados en la costa y situados en posición. Los cajones se inundan con agua, lo que les hace hundirse al fondo, y con posterioridad se llenan de arena. Ya que las especificaciones de diseño demandaban la posibilidad futura de ensanchar la boca de entrada del puerto, los últimos 100 metros del rompeolas están contruidos con un total de cuatro cajones que pueden retirarse en una etapa futura. Los cajones tienen 23 metros de largo, 65 de ancho y 20 de altura, con un espesor de paredes y fondo de 600 y 800 milímetros respectivamente. Una vez situados y rellenos de arena, se aplicará in-situ a los cajones una tapa superior de 2 m de espesor.

La prefabricación de los dolos comenzó en febrero de 2003, con una producción media mensual de aproximadamente 1.500 elementos. Para producir un dolo de 30 toneladas, se



Fig. 2: Los dolos se retiran del molde tras 18 horas de fraguado

Figura 2: Os dolos são descimbrados após 18 horas de endurecimento

## Actualmente 26.500 30-t de Dolos estão sendo produzidas para a construção do porto Ngqura

Em total cerca de 800.000 m<sup>3</sup> de betão serão usados na construção do porto Ngqura e a indústria de betão PPC Pretoria Portland Cement, instalada em Port Elizabeth, a única fábrica de betão na área, está a trabalhar com toda sua capacidade para produzir as 240.000 t de betão. Agregados para a produção de betão serão retirados de uma pedreira de 60 ha, que foi levada para perto do estaleiro de obra. Cinco milhões de toneladas de pedra e material rochoso são produzidos no local, principalmente para a estrutura central e suporte dos dois diques, os quais terão um comprimento de 2,6 e 1,2 km. A média mais baixa de profundidade de água do dique é de 15 m, o projecto é para uma onda com uma altura de 9 m. A base do dique é mais larga que um campo de futebol e sobre o topo será construída uma rua com duas vias para o transporte e instalação do Dolo. A camada exterior do dique será constituída de 26.500 Dolos, cuja produção necessitará de mais de 330.000 m<sup>3</sup> de betão. Com um peso de 30 t cada um, eles são provavelmente os maiores Dolos do continente africano e serão trasladados sobre uma camada protegida por rochas de 3 até 6 toneladas. Estas estão localizadas no núcleo do dique, que é composto por rochas de 3 kg até 3 toneladas. Do ponto de vista estático o ponto mais crítico do dique é a extremidade que está em contacto com a água, a qual está exposta à carga das ondas vinda de todas as direcções. Por este motivo, as extremidades dos diques possuem paredes gigantes de betão, as quais são produzidas em terra e depois colocadas em sua posição. Por causa das especificações que estão contidas no projecto, há a possibilidade de, mais tarde aumentar a extensão da entrada do porto, por isso os últimos 100 m do dique serão feitos com 4 tinas de betão que poderão ser retiradas futuramente. As tinas têm 65 m de largura, 23 m de comprimento e 20 m de altura. Elas têm um reforço de 600 ou então 800 mm na parede e no solo. Depois de sua instalação e de serem preenchidas com areia, as tinas receberão uma cobertura de betão com 2 m de espessura fabricada na obra. A fabricação do Dolo começou em fevereiro de 2003 e a produção mensal momentânea é de 1.500 peças. Para produzir um Dolo de 30 t, são usadas 4 t de cimento para 12,5 m<sup>3</sup> de betão trabalhado. As cofragens de duas peças, que foram projectadas na Itália e construídas na África do Sul, possuem um total de 52 metades inferiores e 26 superiores (Figura 2). Para evitar rupturas pré-maturas, as metades superiores são removidas 12 horas após o preenchimento e imediatamente utilizadas para produzir o próximo elemento, de modo que, diari-



Fig. 3: El molde para cada dolo cuenta con un total de 9 vibradores externos

Figura 3: Cada cofragem possui 9 vibradores externos



**Fig. 4:** La nave de almacenamiento temporal tiene capacidad para 2000 elementos prefabricados  
*Figura 4: O depósito temporário do produto acabado tem uma capacidade de armazenamento para 2000 dolos*



**Fig. 5:** En primer plano puede observarse las grúas especiales de transporte de 10 m de altura. Al fondo se observa los primeros cientos de metros del rompeolas  
*Figura 5: Em primeiro plano os guindastes de transporte especialmente projetados com 10 m de altura. No fundo os primeiros metros da barragem quebra mar*

utilizan 4,3 toneladas de cemento para preparar 12,5 m<sup>3</sup> de hormigón. Los moldes, que fueron diseñados en Italia y fabricados en Sudáfrica, están formados por dos partes por cada elemento, y en total se produjeron 52 piezas de fondo y 26 piezas superiores (**Figura 2**). Las piezas superiores de los moldes normalmente se retiran tras un período de 12 horas de fraguado para evitar tensiones y grietas e inmediatamente se utilizan para producir los siguientes elementos. De esta forma, pueden fraguarse cada día hasta 52 elementos en una opera-

amente no máximo 52 Dolos podem ser produzidos. Para a descofragem o betão necessita de uma resistência mínima de pressão de 5 MPa e para a suspensão da parte inferior da cofragem depois de aproximadamente 18 horas, uma resistência à tracção de 2 MPa. Os 28 dias de força de pressão de projecto e resistência a tracção são 40, ou seja, 4 MPa.





ción sin paradas de 24 horas. Antes de la retirada de la parte superior de los moldes, se requiere una resistencia de compresión de 5 MPa mientras es necesaria una resistencia de flexión mínima de 2 MPa en la retirada del elemento de base, lo que tiene lugar aproximadamente después de 18 horas. Las resistencias de diseño de flexión y de compresión a 28 días son de 4 MPa y 40 MPa respectivamente.

### La producción de dolos requiere un total de 1 millón de litros de aditivos

Las especificaciones de la mezcla de hormigón para los dolos incluyen un contenido de cemento mínimo de 340 kg/m<sup>3</sup> y un máximo de agua para fraguado del 0,5. El cemento utilizado es una mezcla de un 50% de OPC y un 50% de PPC Sure-build, siendo este último una mezcla de aproximadamente un 90% de OPC y un 10% de cal viva. Cómo era esencial una mezcla de hormigón manejable con facilidad, el diseño requería una retracción de entre 180 y 200 mm para así asegurar una colada correcta y reducir la porosidad. Se probaron una variedad de aditivos con el fin de cumplir los requisitos de manejabilidad y resistencia. El producto que fue elegido como el más apropiado es el superplastificador Chryso SA's Premia 100. Pruebas más extensas llevaron a un óptimo de 2,7 litros de aditivo por metro cúbico de hormigón (0,8% de la masa del cemento). Por lo tanto cada dolo contiene 34 litros de aditivo y la cantidad total de superplastificador utilizado para la producción total de los dolos es de cerca de 1 millón de litros. Chryso es una compañía francesa que ofrece una variedad de aditivos en todo el mundo y el Premia 100 se dice que se ha diseñado específicamente para la producción de hormigón armado donde la manejabilidad tiene que alcanzarse sin sacrificar la resistencia inmediata.

La temperatura de la mezcla de hormigón para los dolos se eleva a aproximadamente a 30°C para acelerar el beneficio de la resistencia inmediata. Esto se realiza calentando el agua de la mezcla a la temperatura requerida, que era de hasta 80°C durante los meses del invierno de 2003. Con el fin de alcanzar la manejabilidad requerida desde un punto de vista del árido, se especificó un tamaño de grano de 40 mm. Debido a la altura de 4 m de los moldes, existe una caída considerable de la parte superior a la inferior, por lo que era crítico utilizar una mezcla homogénea que no produjera segregación. Probetas taladradas de elementos completos revelaron que la combinación de hormigón y mezcla se comporta muy satisfactoriamente con una mínima segregación. La compactación del hormigón fresco se lleva a cabo a través de 9 vibradores externos sujetos a los moldes (Figura 3) y 4 vibradores manuales. En función del tamaño del volquete de hormigón, los elementos se vuelan en etapas de 5 m<sup>3</sup>, siendo vibrada cada etapa durante un periodo aproximado de 30 segundos.



Fig. 6: El transporte de los elementos se realiza mediante remolques especialmente diseñados arrastrados por tractores

Figura 6: O transporte é feito com reboques especialmente construídos os quais são puxados por tratores



Fig. 7: Instalación del primer dolo del rompeolas de Ngqura  
Figura 7: Instalação do primeiro dolos para a barragem quebra mar Ngqura

### A produção de Dolos requer 1 milhão de litros de aditivo

A especificação para a mistura de betão inclui um conteúdo mínimo de betão de 340 kg/m<sup>3</sup> e uma proporção máxima relação água-cimento de 0,5. Para assegurar o processamento e impedir o aparecimento de cavidades suplementares a depressão foi fixada em 180 a 200 mm. Uma variedade de aditivos foi testada para garantir as propriedades de processamento e a resistência inicial. O produto que foi escolhido como o mais eficiente foi o liquefactor Premia 100 da firma Chryso SA, cujo teor, após vários testes, foi estipulado em 2,7 l/m<sup>3</sup> ou então 0,8% do peso do cimento. Para cada Dolos são usados 34 litros de aditivos, a quantidade total para o projecto é de aproximadamente 1 milhão de litros. A firma Chryso estabelecida na França oferece uma variedade de aditivos a nível mundial, o liquefactor Premia 100 foi desenvolvido especialmente para a pré-fabricação de peças de betão, na qual um processamento sem perda de resistência inicial tem que ser assegurado.

A temperatura da mistura do cimento é elevada a 30°C para apoiar o processo de solidez. Para isso a água adicional será aquecida de acordo com a estação do ano, no inverno de 2003 foram necessárias temperaturas de até 80°C. Por motivos de processamento, foi estipulado um suplemento granulométrico máximo em 40 mm. Devido à altura da cofragem de 4 m, é especialmente importante obter na consistência líquida uma mistura homogénea com boas propriedades de solidez. Núcleos perfurados, retirados do Dolos para provas, revelaram que a combinação de concreto com aditivos é uma excelente estrutura para betão com o mínimo de segregação. A compactação ocorre através de 9 vibradores externos, fixados na cofragem (Figura 3), assim como através de 4 vibradores de barra manuais. Para ajustar-se às medidas da cuba de betão, os Dolos serão fabricados em camadas de 5 m<sup>3</sup>, cada camada será comprimida durante 30 segundos.

A fábrica temporária de produtos acabados para a produção de Dolos foi construída no início do dique de 2,6 km e abrange uma superfície de produção e de armazenagem de aproximadamente 3 ou então 7 ha (Figuras 4 e 5). Os quatro silos de cimento de quatro 100-t cada, assim como o depósito de agregados e de mistura, encontram-se num ponto central do qual o betão é transportado para a cofragem por um sistema de carril. Com uma capacidade de mistura de 1,5 m<sup>3</sup> pode ser produzido por hora aproximadamente 60 m<sup>3</sup> de betão, o suficiente para produzir 5 Dolos. Com a ajuda de um guindaste com capacidade de 15 t, eles são suspensos do vagão para a cofragem por uma caçamba 5-m<sup>3</sup> equipada com uma válvula de abertura hidráulica. O mesmo guindaste apoiado por um automóvel-grua adicional, realiza a transferência da parte superior da cofragem. Depois de aproximadamente 18 horas de endurecimento, os Dolos são suspensos da cofragem por um guindaste com capacidade de 30 t e colocados ao lado da via do guindaste. O transporte para o armazém é feito por reboques puxados por tratores que foram especialmente desenvolvidos para esta finalidade (Figura 6). O carregamento e o descarregamento do reboque é feito por dois guindastes de transporte rolantes com 10 m de altura. Antes da instalação, os Dolos ficam 28 dias armazenados. Em geral, os Dolos poderão ser armazenados em pilhas, um sobre o outro. Porém a liberação para transportar carreiras a qual foi usada novamente em um projecto no Taiwan, com guindastes de apenas 10 m, em conexão com as grandes dimensões dos elementos levou à decisão de armazenar os elementos individualmente. A capacidade do armazém comporta aproximadamente 2.000 elementos.

La zona de prefabricación temporal para la producción de dolos se situó cerca del comienzo del rompeolas de 2,6 km y proporciona unas áreas de producción y almacenamiento de 3 y 7 ha respectivamente (Figuras 4 y 5). La planta hormigonera cuenta con cuatro silos de cemento con una capacidad de 100 toneladas cada uno y las estaciones de mezcla se encuentran localizadas en un punto central desde el cual el hormigón se transporta a los moldes a través de un sistema de raíles. Con una capacidad de mezcla de 1,5 m<sup>3</sup>, pueden producirse cada hora aproximadamente 60 m<sup>3</sup> de hormigón, cantidad necesaria para 5 dolos. El transporte del hormigón fresco se lleva a cabo en volquetes de 5 m<sup>3</sup> de capacidad en vagones sobre raíles, remolcados por una de las tres locomotoras. Una grúa pórtico de 15 toneladas de capacidad que opera mediante una válvula hidráulica, iza los volquetes de los vagones a los moldes. La misma grúa pórtico y otra grúa adicional se utilizan para ensamblar los moldes y retirar las piezas superiores de los mismos. Aproximadamente después de 18 horas de la colada, una grúa pórtico de 30 ton eleva los elementos de la parte inferior del molde y los sitúa cerca de la línea de producción. Para transportar los elementos por la zona, se colocan sobre unos remolques especiales que son remolcados por unos tractores (Figura 6). La carga y descarga de los dolos de los remolques se realiza con dos transportadores de horquilla con una altura de 10 m y que operan sobre ruedas. Antes de su colocación, los elementos se almacenan durante un periodo de 28 días. Los dolos pueden almacenarse en varias alturas unos sobre los otros. Sin embargo, la altura de los transportadores de horquilla, que están siendo reutilizados de un proyecto anterior en Taiwan, de «sólo» 10 m unido al gran tamaño de los elementos llevó a la decisión de almacenar los elementos de forma individual. La capacidad actual de la zona de almacenamiento es de 2.000 elementos.

### **Cada uno de los 26.500 elementos tiene su propia posición GPS y se colocan con una precisión de 20 mm**

El conductor de la grúa que levanta los elementos de los remolques con una enorme grúa de alta tecnología se guía por un sistema de posicionamiento global (Global Positioning System GPS) adaptado al extremo del brazo de la grúa (Figura 7). Maniobrando los dolos a lo largo del rompeolas, automáticamente recibe una señal para colocar los dolos cuando se alcanza su posición precisa. La precisión del sistema GPS es de 20 mm y por razones de seguridad es extremadamente importante que cada dolo se sitúe exactamente en su lugar designado. Los elementos no se giran a una posición específica y por lo tanto caen más o menos de forma aleatoria en su lugar, creando así el efecto de interconexión deseado. Hasta ahora, se han producido 11.000 dolos y la finalización de los trabajos de prefabricación se ha anticipado para principios de 2005. La visión de Sudáfrica es la de desarrollarse como una de las mayores zonas de producción industrial, de las que el proyecto de Coega es parte importante. La primera visión que tendrán las embarcaciones al llegar a la entrada del puerto, será la de miles de enormes dolos de hormigón prefabricado. Viendo la historia de éxitos de los dolos a lo largo de los últimos 40 años existe una razón para esperar que esta primera impresión que el puerto de Ngqura deje en sus visitantes sea una fuente de buena suerte que ayudará a hacer realidad esta visión.

Hans-Dieter Beushausen

#### **Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento a Stephan Hock de Ngqura Harbour Contractors por proporcionarnos la información técnica del Puerto Ngqura Harbour y las fotos publicadas en este artículo.

### **Cada um dos 26.500 Dolos tem sua própria posição GPS (global positioning system) e é trasladado com uma precisão de 20 mm**

O gruista que apanha os Dolos do guindaste e os leva para a posição de montagem, é orientado por um sistema guiado por satélite (GPS) global positioning system, o qual está fixado na extremidade da lança do guindaste (Figura 7). Enquanto o gruista reboca os Dolos ao longo do dique, ele recebe automaticamente um sinal, assim que a posição do elemento é alcançada. A precisão do GPS é de 20 mm e, por motivos de seguro, é muito importante que todos os elementos sejam colocados exactamente nas posições designadas. Os elementos não são girados em uma posição específica, são colocados mais ou menos aleatoriamente em seu lugar, criando-se assim o desejado efeito de interligação.

Até abril de 2004 foram fabricados 11.000 Dolos e a conclusão da produção está prevista para o início de 2005. A visão da África do Sul é de se transformar em uma das maiores produções locais do mundo e o projecto Coega é parte importante desta realização. A primeira visão que os navios que estiverem chegando no porto de Ngqura terão, é a de milhares de Dolos de betão pré-fabricado. Olhando para a história bem sucedida do Dolos, esperamos que eles tragam muita sorte para o país e que ajude a visão sul africana transformar-se realidade.

#### **Agradecimentos**

Agradecemos ao engenheiro Stephan Hock da Ngqura Harbour Contractors, África do Sul, pela disposição das informações técnicas e pelas fotos usadas neste artigo.



De la idea al lanzamiento al mercado

## Vibración armónica – un revolucionario sistema de vibrado

Al contrario que la vibración por impacto en uso hasta el momento, el método de vibración armónica no precisa de placas de golpeo y tampoco de moldes de pretensado ajustable. Esto permite alcanzar un ajuste óptimo y reproducirlo con facilidad. La fijación del molde al tablero de producción asegura una uniformidad absoluta en la distribución de las fuerzas de vibración en toda el área a fabricar. Esto asegura no sólo una compactación uniforme sino, gracias a la pre-vibración, un llenado particularmente homogéneo. La eliminación de los impactos reduce el ruido y el deterioro de los moldes.

En BFT 9/2000, el Profesor Schlecht escribió por primera vez sobre la vibración armónica como variante llevada a la práctica por la compañía Schlosser-Pfeiffer. Allí hizo la siguiente afirmación: la fuerza excéntrica de 600 KN precisa para compactar por vibración armónica «no puede realizarse mediante sistemas de excitación excéntrica electromecánicos».

Todas las ventajas descritas en esa publicación se han reflejado con el paso del tiempo en los dos sistemas que se encuentran en operación y sin embargo, hasta el momento no se ha unido a ellos un tercer sistema. La razón estriba en el alto precio atribuido a la hidráulica. Entonces, no se encontraban a disposición en el mercado ni los motores de accionamiento requeridos, ni los rodamientos adecuados para crear las fuerzas excéntricas mediante la solución hoy comúnmente extendida con cuatro ejes. Por esta causa se seleccionó un sistema hidráulico que funciona a la perfección. La desventaja es que la servo-técnica requiere un aceite hidráulico absolutamente puro y además una estación hidráulica separada verdaderamente grande para accionar los vibradores. El servo-cilindro en sí es extremadamente costoso y, como parte crítica, su disponibilidad tiene que estar asegurada. Estas son las razones por las que, a pesar del enorme interés y éxito de los dos sistemas en operación, no ha habido hasta el momento más clientes.

### Desarrollo técnico por IFF Weimar

Por una parte el éxito técnico de la vibración armónica y por otra el precio y esfuerzo prohibitivamente alto no han dejado descansar a IFF en Weimar. Se presentó y aprobó un proyecto de investigación cuya meta era la realización de la vibración armónica por medios electromecánicos. El camino seguido para alcanzar este reto fue el siguiente: Para empezar, las fuerzas necesarias se calcularon exactamente y se establecieron con un margen apropiado de seguridad. A partir de aquí se dimensionaron los excitadores individuales requeridos. Siguió un diseño constructivo de cada cuerpo excéntrico extremadamente compacto para evitar cualquier flexión también a muy altas velocidades de giro y con esto posibilitar el empleo de cilindros con rodamientos de rodillos (Fig.1). Se continuó con una búsqueda exitosa de rodamientos con duraciones extremadamente largas, que tenían que existir sin embargo como producto de fabricación en serie.

Los mismos requerimientos se plantearon para los sistemas de accionamiento: alta capacidad y exactitud en la regulación con una producción en serie y con ella disponibilidad a corto plazo. También fueron encontrados, pero se observó que, a

Da ideia à maturidade do mercado

## Vibração harmônica – sistema de vibração revolucionário

Ao contrário da vibração por choque usual até ao presente, a vibração harmônica não necessita de réguas batedoras, nem de moldes pré-esforçados ajustáveis, pelo que é possível encontrar facilmente o ajuste otimizado, que também pode ser reproduzido com facilidade. A fixação do molde sobre a prancha da base proporciona uma distribuição absolutamente uniforme da vibração sobre toda a superfície de produção. Desta maneira, consegue-se não apenas uma compactação uniforme, mas também um enchimento particularmente uniforme, através da vibração prévia. A renúncia aos golpes de percussão reduz o ruído e o desgaste dos moldes.

Na edição da BFT (técnica de fabrico de betão) 9/2000, o prof. Schlecht relatou, pela primeira vez, a variante da vibração harmônica implantada na prática pela firma Schlosser-Pfeiffer. Observou, aí, que a força de desequilíbrio de 600 KN necessária para uma compactação por vibração harmônica «não se consegue realizar com os sistemas mecânicos actuadores de desequilíbrio».

Todas as vantagens descritas nesta publicação também deram bons resultados, no longo prazo, nos dois sistemas em utilização, contudo, até ao presente, não apareceu mais nenhum sistema. A razão disso reside no elevado preço, devido ao dispendioso sistema hidráulico. Naquela altura, não estavam disponíveis nem os motores de accionamento necessários, nem os rodamientos adequados para realizar as forças de desequilíbrio que hoje são vulgares com a solução de 4 ondas. Por essa razão, foi escolhida a solução hidráulica, que também funciona de forma irrepreensível. Desvantagem: A servotecnologia exige óleo hidráulico absolutamente puro levando, assim, a mais uma estação hidráulica própria de dimensão considerável, só para o accionamento das vibrações. O servocilindro, em si, é extremamente caro e tem de estar permanentemente disponível como um componente crítico. Estas razões levaram a que, apesar do enorme interesse pelos dois sistemas correntes e visitas de sucesso aos mesmos, ainda não tenha sido possível encontrar até à data mais clientes.

### Desenvolvimento técnico pelo IFF Weimar

O sucesso tecnológico da vibração harmônica, por um lado, bem como os custos proibitivamente elevados, pelo outro, não permitiram que o IFF em Weimar ficasse parado. Foi solicitado e autorizado um projecto de investigação que tinha como objectivo a execução da vibração harmônica pela via electromotora. O percurso, em detalhe: Primeiro as forças foram calculadas, uma vez mais, com exactidão e definidas com uma segu-

pesar de una muy buena regulación, la extrema excentricidad de la masa exige requisitos especiales al sistema de control. Finalmente, se estudiaron las consideraciones precisas en la mesa de vibración: Las fuerzas que se aplican requieren una mesa absolutamente rígida en cuanto a su resistencia a la flexión, pero su masa no debía ser demasiado grande. Se probaron muchas formas para el diseño mediante el método de los elementos finitos hasta que se llegó al óptimo. Se concluyó la parte de diseño de la mesa con un sistema de suspensión de muelles.

Los rodamientos utilizados requieren una lubricación confiable. Sin embargo, es de esperar un considerable calentamiento debido a las fuerzas creadas. Por esto se eligió una lubricación con aceite en circulación; este método asegura una buena disipación del calor cuando se emplea el refrigerador de aceite. Como medida de seguridad adicional para los costosos rodamientos, se equiparon los 16 rodamientos con sensores de temperatura continuamente monitorizados. El esfuerzo aplicado ya se ha amortizado en el momento actual.

### Puesta en práctica de los conocimientos

Una característica fundamental de la situación económica actual, en la que no se aprueban inversiones globales en la forma de plantas completas, es el hecho de que con un nivel de esfuerzo aceptable es posible afrontar una implantación en maquinaria existente. Se pone especial atención en el uso de instalaciones de moldes ya existentes y que no necesitan ninguna modificación. Esta es una ventaja decisiva sobre la solución aplicada hasta ahora, a pesar de que este punto precisa todavía de cierta optimización.

La fase descrita arriba en el diseño constructivo se tuvo que poner en operación en dos etapas: una etapa el centro técnico de IFF y otra práctica en la planta Therman de la compañía F. C. Nüdling.

En el primer paso se comprobó la funcionalidad de todos los componentes y fue posible resolver muchos de los problemas asociados al sistema de control. Con esto se aseguró que el sistema funcionaría, una vez instalado, en todos los casos. Como medida adicional de seguridad, se diseñó la mesa de modo que los antiguos sacudidores hubieran podido instalarse en cualquier momento – una decisión lógica ya que todas las modificaciones debían ser realizadas a mediados de la temporada actual.

### Motivación desde la planta de piezas prefabricadas en hormigón cooperadora

IFF Weimar encontró el socio ideal en la planta de piezas prefabricadas en hormigón de FCN en Therman, ya que participó de forma extremadamente constructiva para poner en servicio el nuevo sistema. A pesar de la experiencia acumulada durante muchos años con maquinaria de fabricación de bloques de hormigón convencional, se admitió abiertamente que no se controló siempre el proceso de moldeo y compactación con una constancia óptima.

Debido a muchos factores de influencia por parte de la maquinaria y/o de las cantidades de hormigón a tratar, los especialistas de la compañía tuvieron que afrontar en algunas situaciones considerables dificultades.

La influencia del tiempo, temperatura y materia prima en la producción y producto final, como por ejemplo

- ▶ grado de desgaste en la mesa y sacudidores
- ▶ características de los muelles, o,
- ▶ grado de maquinabilidad variable de la mezcla de hormigón,

conlleva situaciones que causan los indeseados contratiempos. Las consecuencias fueran pérdidas de productividad y calidad. Estas son particularmente dolorosas en la actual situación económica.

El mercado exige, a pesar de unos precios en constante descenso, unos standards de calidad cada vez más alta que



Fig. 1. Vista general del sistema de vibración  
Fig. 1. Vista general do sistema de vibração

rança correspondente. A seguir, a partir delas foram dimensionados os activadores individuais. Seguiu-se uma versão do corpo de desequilíbrio individual numa construção extremamente compacta, para evitar a deformação por flexão, mesmo a velocidades de rotação mais elevadas, possibilitando assim a utilização de rolamentos de rolos cilíndricos (figura 1). Seguiu-se a procura de rolamentos com uma durabilidade extremamente elevada que estivessem disponíveis, não obstante, numa versão de série.

A mesma solicitação foi posta aos accionamentos: Elevada potência e capacidade de regulação exacta, mas em versão de série, permitindo assim uma disponibilidade rápida. Estes últimos também se encontraram, mas verificou-se que, apesar da excelente capacidade de regulação, a massa extrema em desequilíbrio colocava solicitações especiais ao comando. Finalmente, a mesa vibradora também colocava solicitações especiais: as forças utilizadas exigiam uma mesa absolutamente resistente à flexão, sendo que a sua massa não podia ser demasiado grande. Com o auxílio do método dos elementos finitos encenaram-se muitas formas de execução até ser encontrado o ponto óptimo. O ajuste da suspensão da mesa formou a conclusão do componente construtivo.

Os rolamentos utilizados necessitam de uma lubrificação fiável. Simultaneamente, há que contar com um aquecimento considerável, devido às forças que se produzem. Por essa razão, foi escolhida uma lubrificação por óleo em circulação, que proporciona uma boa dissipação térmica através dos radiadores a óleo utilizados.

Para uma segurança adicional dos rolamentos caros, todos os 16 rolamentos estão equipados com sensores de temperatura e são monitorizados permanentemente. Até á data, estes gastos pagaram-se por si mesmo.

### Implantação dos conhecimentos na prática

Um aspecto fundamental da actual situação conjuntural que não permite fazer investimentos em sistemas completamente novos, consiste no facto de ser possível fazer montagens nas máquinas existentes, a custos razoáveis. Neste caso, teve-se em vista a aplicabilidade dos dispositivos de moldagem existentes, sem necessidade de transformação. Este aspecto também é uma vantagem decisiva em relação às soluções actuais, se bem que este ponto ainda necessite de uma certa optimização.

À fase acima descrita de dimensionamento construtivo, seguem-se duas fases de experimentação: Uma fase teórica no instituto técnico do IFF e uma fase prática na instalação fabril da firma F.C. Nüdling em Therman.

Na primeira fase, inspeccionou-se o funcionamento de todos os componentes individuais, tendo sido possível eliminar, sobretudo, muitos pequenos problemas no comando. Assim,



sobrepasan a veces lo establecido por las normas y regulaciones vigentes. Considerando lo anterior, los responsables de Themar recurrieron a técnicas de fabricación con alta flexibilidad y calidad garantizada en todos los grupos de productos que abarcan pavimentos, placas, bordes, empalizadas o bloques para construcción de paredes.

La vibración armónica, generada por la circulación de excentricidades, parece contar con potencial para alcanzar estos requerimientos y posiblemente implantará en el futuro a los sistemas de vibración convencionales en servicio en la actualidad. Esta fue la razón que llevó a participar activamente en la realización de este proyecto, desarrollando y probando la viabilidad del nuevo sistema de vibración en la planta de la propia compañía.

#### Labor preparatoria anterior a la instalación del sistema

Durante la preparación del proyecto tuvieron lugar en IFF numerosas discusiones y visitas a la planta piloto instalada en el centro técnico. Estos intercambios se dieron inicialmente a nivel de la dirección. Sucesivamente fueron seguidos en el curso de las preparaciones específicas por más grupos de trabajo en las materias de electricidad/electrónica, diseño y construcción e hidráulica y neumática. En particular, el requerimiento de no modificar las dimensiones de las conexiones de los moldes, teniendo en cuenta los requerimientos en espacio

Fig. 2. Desmontaje de los elementos portantes de cargas, alimentación de molde, mesa de vibrado y accionamiento de vibración

Fig. 2. Ampliação da sobrecarga, guia de molde, mesa vibradora e accionamento vibrador



Fig. 3. Eliminación de la estructura soporte de la antigua mesa de vibrado

Fig. 3. Remoção dos componentes de sustentação da mesa vibradora velha



ficou garantido, que o sistema, em princípio, funcionaria em todos os casos. Como segurança adicional, a mesa foi concebida de forma a que as régua batedoras originais pudessem ser utilizadas em qualquer momento – no fim de contas, a transformação deveria efectuar a meio da época em curso.

#### Motivação de cooperação da fábrica de blocos de cimento pré-fabricados

O IFF Weimar encontrou um parceiro ideal na fábrica de blocos de cimento pré-fabricados da firma FCN em Weimar, que participou de forma extremamente positiva na introdução prática do novo sistema. Apesar da experiência prática de longos anos com os fabricantes de blocos de cimento pré-fabricados, foi dito, sem rodeios, que o processo de moldagem e compactação nem sempre foi dominado com estabilidade óptima.

Devido aos vários factores de influência resultantes da tecnologia mecânica e/ou da mistura de betão a ser processada, os especialistas da empresa eram confrontados com problemas consideráveis.

As influências sobre a produção e o produto final, em função do tempo, temperatura e matérias primas, como, por exemplo,

- ▶ o grau de desgaste das régua perfuradas e régua batedoras,

- ▶ os valores característicos dos elementos amortecedores ou
- ▶ a processabilidade variável da mistura de betão, muitas vezes levavam a situações que provocavam problemas indesejados. A consequência disso eram os défices de produtividade e qualidade, altamente dolorosos na actual situação económica.

O mercado, apesar de os preços baixarem constantemente, exige padrões de qualidade cada vez mais altos que ultrapassam, frequentemente, o âmbito definido nas fábricas normalizadas. Perante este cenário, os responsáveis da fábrica em Themar exigiram uma técnica de fabrico que pudessem ser dominada, com elevada flexibilidade e qualidade garantida para todos os grupos de produtos, independentemente de se tratar de pavimentos, chapas, bordas, paliçadas ou componentes para paredes.

A vibração harmónica gerada pela excentricidade rotativa, parecia conter o potencial para satisfazer aquela exigência e substituir, possivelmente, no futuro, os sistemas de vibração convencionais. Por essa razão, foi decidido trabalhar-se activamente na implantação deste projecto e desenvolver e testar em conjunto na própria fábrica, a aplicabilidade prática do novo sistema de vibração.

#### Preparativos para a instalação do sistema

Durante a preparação do projecto houve várias trocas de opiniões na IFF e visitas à instalação piloto que tinha sido instalada, primeiramente, no instituto técnico. No início, tal verificou-se ao nível das gerências mas, para a preparação concreta, reuniram-se cada vez mais grupos de trabalho para os temas sistema eléctrico/electrónico, construção e sistema hidráulico/pneumático. Sobretudo, a exigência de não alterar as dimensões de conexão do parque de moldes existente, colocou os construtores do IFF perante uma tarefa difícil, tomando em consideração as condições de espaço exigido da pavimentadora. Por fim, foi decidido, integrar o novo sistema de vibração na máquina de moldar blocos Schlosser SV<sup>plus</sup> 40 1400/1100 (ano de construção 1992) na fábrica de Themar. Numa pavimentadora situada numa localização seleccionada, vão ser produzidos artigos de todos os grupos de produtos. Assim, proporciona-se a esta fábrica o ambiente ideal para o novo sistema de compactação poder dar bons resultados.

Por razões várias, foi necessário instalar o sistema durante o mês de Julho, ou seja, durante a corrente época. O calendário era apertado e todos os participantes tinham a consciência de que era absolutamente necessário evitar o atraso do arranque. Não obstante, os participantes concordaram que a seguir ao

de la maquinaria de producción, constituyó una labor muy complicada para los diseñadores de IFF.

Se tomó la decisión de integrar el nuevo sistema de vibración en el equipo de fabricación de bloques modelo SV<sup>plus</sup> 40 1400/1100 de Schlosser (fabricado en 1992) en operación en la planta Themar. En esta planta se fabrican elementos de todos los grupos de producción con la misma y única máquina y por esta razón constituyó el lugar ideal para instalar un nuevo sistema de compactación.

Numerosas razones obligaban a la instalación del equipo en el mes de Julio, es decir, a mediados de la temporada en curso. Se trazó una programación intencionadamente estricta y todos los participantes fueron conscientes de que debía evitarse cualquier retraso en la puesta en marcha del equipo. Estos supondrían la invasión del periodo en el que debía acometerse el ajuste del proceso para cada grupo de productos.

### Cambio del sistema de compactación

Previamente a la actual fase de montaje, se posicionaron nuevos componentes eléctricos y electrónicos suplementarios y se preparó el sistema de control existente en la antigua instalación para la integración de la nueva instalación.

El desmontaje de los elementos de carga, la alimentación de molde, la mesa de vibrado y el accionamiento de vibración supuso el primer paso (**Fig. 2**). En el segundo paso, como se muestra en la **Figura 3**, se separaron los elementos soporte de la antigua mesa de vibrado del marco de la máquina. En paralelo, se modificaron las cargas y rodamientos de la alimentación de molde de acuerdo a los nuevos requerimientos. La **Figura 4** muestra el marco constructivo separado de la

arranque do novo sistema seguir-se-ia uma fase que requereria para cada grupo de produtos um novo ajuste básico da sequência do processo.

### Substituição dos sistemas de compactação

No fase preliminar da montagem verdadeiramente dita, foram colocados, adicionalmente, componentes eléctricos e electrónicos novos e o comando existente do velho sistema foi preparado para a integração do novo sistema.

A primeira fase de montagem consistiu na desmontagem dos elementos de carga, condução de moldes e mesa vibradora, assim como o accionamento de vibração (**figura 2**). Na segunda fase, foram retirados do quadro da máquina os componentes de sustentação da mesa vibradora, como se mostra na **figura 3**. Paralelamente, modificou-se a sobrecarga e os rolagens da guia do molde, tendo em vista as novas condições.

A **figura 4** mostra a subestrutura separada da nova mesa vibradora montada na terceira fase. Paralelamente, foram instalados os motores de accionamento e o dispositivo de lubrificação circulante, assim como as tubagens eléctricas e hidráulicas novas ou adicionais. Na quarta fase, foi colocada na subconstrução a nova mesa vibradora com quadro (**figura 5**) e foi posicionada, novamente, na pavimentadora a sobrecarga modificada e a guia do molde. Finalmente, na quinta fase, fez-se a ligação eléctrica, hidráulica ou pneumática dos respectivos componentes e o sistema foi activado pela primeira vez.

Durante a montagem de todos os novos componentes, teve-se particular cuidado em que as reparações e manutenção posteriores não fossem demasiado dispendiosas. Mas essa circunstância não exclui a reformulação de alguns pormenores.



**Fig. 4. Marco constructivo independiente para la nueva mesa de vibrado**  
**Fig. 4. Subconstrução separada para a nova mesa vibradora**

nueva mesa de vibrado que fue montado en el tercer paso. En paralelo, se instalaron los motores de accionamiento y el sistema de lubricación de circulación de aceite con el material eléctrico e hidráulico nuevo o suplementario. En el cuarto paso se colocó la nueva mesa de vibrado completa con marcos en la estructura inferior (Fig. 5) y se posicionaron las cargas y la alimentación de molde nuevamente en la máquina. Los componentes se conectaron eléctrica-, hidráulica- y neumáticamente en el paso quinto y el sistema se activó por primera vez. Durante todo el proceso de instalación de los nuevos componentes se prestó especial atención para evitar que las reparaciones y el mantenimiento futuros resultaran costosos. Este aspecto tampoco excluye la revisión de ciertos detalles.

#### Las experiencias durante la puesta en marcha

Los ensayos realizados en el centro técnico de IFF constituyeron la base para comenzar con la puesta en marcha. Había que encontrar sin embargo, las nuevas condiciones base para la precompactación y compactación principal de todos los grupos de producto para las nuevas y distintas condiciones. Bajo las condiciones secundarias dadas, supuso una labor com-



**Fig. 6. Resultados de la fabricación óptimos**  
**Fig. 6. Optimização dos resultados de produção**



**Fig. 5. Montaje de la nueva mesa de vibrado**  
**Fig. 5. Montagem da nova mesa vibradora**

#### Experiências com o arranque

Primeiro, os ajustes básicos determinados pelos ensaios no instituto técnico IFF, foram a base para o início do arranque. Todavia, o que se pretendia era encontrar os novos ajustes básicos para a compactação prévia e a compactação principal, em função da alteração das condições. O que, nas condições básicas existentes, era uma tarefa difícil e morosa, atendendo à enorme diversidade de artigos. A exigência de garantia de capacidade de entrega para todos os produtos, continuava a não deixar muito espaço de manobra temporal para fazer variações no espectro global das possibilidades que se ofereciam. Este ponto é visto como mais um potencial de optimização, pelo que, nas fases mais tranquilas do ano será, seguramente, possível testar uma vez mais as diferentes variações da sequência do processo, sob o acompanhamento e a assistência do IFF para as medições técnicas.

Surpreendentemente, o ajuste da compactação aos produtos pesados e altos, quase que não causa problemas. Em particular, o novo sistema adapta-se quase sem dificuldades aos produtos difíceis de produzir, no passado, com moldes pesados e/ou grandes massas de betão. A excentricidade e o sistema de accionamento disponibilizam, em todas as fases, uma reserva confortável de força excitadora. O carácter da produção actual é marcado por um enchimento uniforme ao longo de toda a prancha e pela boa formação do remate lateral (figura 6).

No princípio, o ajuste para alguns tipos de pavimento supostamente simples, revelou-se mais difícil do que se pensava. Em especial, a sintonização entre a sobrecarga e a pressão de sobrecarga com o ajuste da velocidade de rotação e excentricidade seleccionadas na mesa vibradora, tiveram de ser sincronizadas entre si. Verifica-se, como resultado desta sincronização, que actualmente se trabalha na área da compactação de pavimentos com menos energia do que se pensava anteriormente.

#### Monitorização das características do produto

As características do produto são monitorizadas intensivamente e comparadas com os resultados anteriores à instalação

plicada y costosa debido a la gran variedad de artículos producida. El condicionante que supone un suministro asegurado para todos los productos no ha dejado todavía hoy suficiente margen temporal para permitir variar todo el espectro de opciones disponibles.

En este momento se aprecia potencial para la optimización por lo que se prevén test adicionales con diferentes variaciones en el proceso, con el acompañamiento y apoyo de IFF, durante una época del año con menos volumen de trabajo.

Resultó sorprendente el hecho de que la instalación del sistema de compactación no supuso casi ningún problema en los productos pesados y altos. En particular para aquellos elementos que en el pasado había resultado problemáticos en su fabricación, con moldes complicados y/o con grandes masas de hormigón empleadas, operó el nuevo sistema casi sin el menor esfuerzo. El sistema de excentricidad y accionamiento permiten una reserva cómoda en la potencia de excitación de cada fase. La uniformidad en el llenado de todo el tablero y un buen acabado de los bordes (Fig. 6) caracterizan la fabricación actual.

El ajuste para algunos tipos de pavimento supuestamente sencillos trajo más dificultades de las esperadas. Debían ser compatibles el ajuste de las cargas y presión de carga y la regulación en velocidad y excentricidad de la mesa de vibrado. Puede afirmarse, como resultado de este ajuste, que es posible operar en el campo de la compactación de pavimentos con un consumo de energía considerablemente menor que el previamente asumido.

#### Monitorizado de las características de los productos

Las características de los productos se monitorizaron con intensidad y han sido comparadas con los resultados previos al



Fig. 7. Distribución de masa en los resultados de fabricación mediante equipos con vibración por impacto

Fig. 7. Distribuição da massa dos resultados de produção de uma máquina com vibração por choques



Fig. 8. Distribución de masa en los resultados de fabricación mediante equipos con vibración armónica

Fig. 8. Distribuição da massa dos resultados de produção de uma máquina com vibração harmónica





empleo del método de vibración armónica. El pesado y examen de la densidad superficial se realizan durante el curso del proceso. Se determinan los valores a los 7 y 28 días de resistencia a la presión y torsión. La resistencia a heladas y punto de rocío salino recibe una atención especial. Se ensaya en los laboratorios de la compañía de acuerdo a los procedimientos CDF. Simultáneamente se tomaron muestras y se realizaron pruebas en las instalaciones de ensayo y medida de IFF.

La gran variedad de productos en las áreas de pavimentos, placas, bordes, empalizadas y bloques para construcción de paredes ha impedido en el presente sacar conclusiones verificadas y significativas. Los distintos valores objetivos y pruebas requieren del apropiado tiempo y cuidado. Actualmente no se puede llegar a una conclusión sobre la cantidad de cemento que es posible ahorrar gracias al incremento en la resistencia. Cada usuario determinará las ventajas del sistema para su aplicación particular. Puede obtener beneficios mediante la mejorada calidad y reducir gastos gracias a la menor cantidad de agente aglomerante requerida.

Es de resaltar la uniformidad en el llenado, así como la alta calidad superficial final de los bloques, a ver posteriormente. Lo anterior resulta en un incremento de la densidad en la zona próxima a la superficie y ésta soporta carga más altas una vez en servicio. Investigaciones especiales muestran una significativa mejora en este punto. ¡En el caso de ensayo del comportamiento frente a las heladas de cuatro bordes circulares producidos en un ciclo, se determinó un valor medio  $< 100 \text{ g/cm}^2$ ! Los valores de resistencia a la torsión de esta serie se encontraban entre 7,8 y 8,3 N/mm<sup>2</sup>. Las mejoras en la uniformidad del llenado deben estudiarse mediante la comparación de la distribución de masas de dos producciones de pavimentos 20/10/8. Los diagramas de las Figuras 7 y 8 comparan un Schlosser I SVplus en operación en el grupo de compañías con la vibración armónica del Schlosser III. Ambos sistemas emplean el mismo agente aglomerante y los mismos agregados.

### Perspectivas de futuro

Consideraciones a largo plazo hablan a favor de la vibración armónica – particularmente en su empleo en nuevas instalaciones y sistemas. Los principales argumentos para un cambio según la planta de Themar son una calidad del producto mejorada, simultáneamente una mayor flexibilidad en la producción y un descenso del nivel de ruido considerable.

A vista de la experiencia acumulada durante el reemplazamiento, el plazo preciso para instalar el nuevo sistema en un equipo existente en servicio puede ser estimado en menos de dos semanas.

El periodo de tiempo transcurrido hasta el momento no es suficientemente largo para hacer consideraciones a cerca de la productividad y disponibilidad.

Los inconvenientes que aparecen en la planta piloto no son de principio, si no más bien cuestión de detalle con solución. Si en el futuro se prueba la menor susceptibilidad de la vibración armónica que los métodos tradicionales, la posibilidad de la suplantación de los viejos métodos convencionales basados en la vibración por impacto por este método es alta.

Por último y no por ello lo menos importante, gracias a los costes atractivos que no son mucho más elevados que los de los modelos disponibles en el presente y mucho más bajos que los de la versión basada en el sistema hidráulico, el sistema demostrará su madurez para su entrada en el mercado y encontrará amplia aceptación no más tarde de la próxima «bauma».

Betonwerk Themar  
Schleifmühlenweg 22, 98660 Themar/Thüringen / Germany  
☎ +49 (0) 3 68 73 / 2 46 10, Fax: +49 (0) 3 68 73 / 2 46 20  
E-Mail: fcn.themar@nuedling.de, www.nuedling.de

da vibração harmónica. A pesagem fresca e a avaliação da espessura superficial são executadas em funcionamento contínuo. São determinados os valores referentes a 7 e a 28 dias para a pressão ou resistência à flexão e tração. Especial atenção é dedicada à capacidade de resistência ao sal para derreter o gelo. Os ensaios são efectuados no próprio laboratório segundo o processo CDF. Paralelamente a isso, as amostras são testadas nos serviços de medição e teste do IFF. Devido à grande variedade de produtos das áreas de pavimentos, chapas, bordas, paliçadas e componentes para paredes, de momento ainda não é possível fazer um balanço final, com segurança. A dimensão variada dos objectivos e dos testes requer tempo e cuidado correspondentes. Neste momento, prescinde-se, conscientemente, de fazer afirmações sobre as possíveis economias do cimento devido aos aumentos de resistência. Em última análise, cumpre ao utilizador fazer valer em seu favor as vantagens do sistema. Pode expor-las como vantagem de qualidade ou como possibilidade de reduzir os custos de aglutinante.

Particularmente surpreendentes são a uniformidade do enchimento e o remate superficial bem pronunciado, resultante de um aumento da densidade na zona superficial dos blocos submetidos posteriormente a esforços. Estudos especiais mostraram que neste ponto se verifica um claro aumento. No teste do sal para derreter gelo com quatro bordos redondos produzidos num ciclo, detectou-se um valor médio de desintegração  $< 100 \text{ g/m}^2$ ! Nesta série, a resistência à flexão e tração situou-se entre 7,8 e 8,2 N/cm<sup>2</sup>. Pretende-se explicar o melhoramento da uniformidade de enchimento com uma comparação exemplificativa da distribuição das massas resultantes de duas produções de pavimentos 20/10/8. Os gráficos das Figuras 7 e 8 comparan um sistema Schlosser I SVplus em actividade na associação de empresas, com a vibração harmónica do sistema Schlosser III. Os dois sistemas processam os mesmos aglutinantes e inertes.

### Perspectivas para o futuro

Numa perspectiva de longo prazo, existem inúmeros factores a favor da vibração harmónica – sobretudo, também, na utilização em sistemas novos. Um aumento da qualidade do produto com um aumento simultâneo da flexibilidade da produção e nitidamente menos barulho são, hoje, os argumentos principais da fábrica em Themar para fazer o reapetrechamento.

Olhando, retrospectivamente, para as experiências acumuladas durante a substituição, estima-se que o tempo para a instalação do sistema numa pavimentadora existente é inferior a 2 semanas.

Efectivamente, o período de observação decorrido até à data, não permite fazer amplas afirmações estimativas sobre a produtividade e disponibilidade, devidamente fundamentadas.

As deficiências que ainda se produzem na instalação piloto não são de natureza essencial, mas sim questões de pormenor solúveis. Se, no futuro, ficar comprovado que a vibração harmónica é menos vulnerável do que os sistemas convencionais, terá boas hipóteses de substituir totalmente no futuro os velhos sistemas baseados na vibração por choques.

E por último, devido aos custos atractivos que são relativamente inferiores aos dos modelos standard e muito inferiores à versão hidráulica, o sistema tem de demonstrar a sua maturidade de mercado e obter ampla aceitação, o mais tardar na próxima «bauma».

Günter Becker, Steffen Mothes

IFF Institut für Fertigteiletechnik und Fertigbau Weimar e. V.  
Cranachstrasse 46, 99423 Weimar / Germany  
☎ +49 (0) 36 43 / 86 84-0, Fax: +49 (0) 36 43 / 86 84-13  
E-Mail: kontakt@iff-weimar.de, www.iff-weimar.de

Fecha/Data	Lugar/Local	Exposición/Eventos	Información/Informação
09.-12.11.2004	Beijing / China	<b>BMME – Building Materials Machinery Expo 2004</b> The 11 <sup>th</sup> International Building Materials Machinery Expo (CTC-Construction Technology China)	Adsale Exhibition Services Ltd. 4/F Stanhope House, 734 King's Road North Point, Hongkong ☎ +852 2516 3352 / 343 Fax: +852 2516 5024 E-Mail: build_con@adsale.com.hk www.adsale.com.hk
16.-19.11.2004	Shanghai / China	<b>bauma China</b>	IMAG – International Exhibition and Fair Service Ltd. Messegelände 81823 München / Germany ☎ +49 (0) 89 / 949-22-116 Fax: +49 (0) 89 / 949-22-350 E-Mail: info@imag.de www.bauma-china.com
20.-24.11.2004	Dubai / VAE	<b>The Big 5 Show</b>	International Conferences & Exhibitions Ltd. 2 Churchgates, The Wilderness Berkhamsted, Herts. HP4 2UB / UK ☎ +44 14 42 / 87 82 22 Fax: +44 14 42 / 87 99 98 www.dmgdubai.com
18.-21.01.2005	Las Vegas / USA	<b>World of Concrete 2005</b>	Hanley Wood Exhibitions 426 South Westgate St. Addison, IL 60101 / USA ☎ +1 630-543-0870 Fax: +1 630-543-3112 E-Mail: woc@wocnet.com www.worldofconcrete.com
11.-13.02.2005	Indianapolis / USA	<b>MCPX 2005</b> Manufactured Concrete Products Exposition	NPCA National Precast Concrete Association 10333 North Meridian Street, Suite 272 Indianapolis, Indiana 46290 / USA ☎ +1 317 571-95 00 Fax: +1 317 571-00 41 E-Mail: npca@precast.org www.mcpix.org
01.-05.03.2005	Zaragoza / Spain	<b>SMOPYC 2005</b> 13. Salón Internacional de Maquinaria para Obras Públicas, Construcción y Minería	Feria de Zaragoza Ctra. N-II, km 311 50012 Zaragoza / Spain ☎ +34 976 76 47 00 Fax: +34 976 33 06 49 E-Mail: info@feriazaragoza.com www.smopyc.com
18.-23.04.2005	Barcelona / Spain	<b>Construmat 2005</b> Salón Internacional de la Construcción	Fira de Barcelona Av. Reina Maria Cristina 08004 Barcelona / Spain ☎ +34 93 2 33 20 00 Fax: +34 93 2 33 23 19 E-Mail: infofira@firabcn.es www.construmat.com
11.-14.05.2005	Amsterdam / The Netherlands	<b>BIBM 2005 Congress</b> International Bureau for Precast Concrete	BIBM Congress and Exhibition secretariat Ir. A.P. (Ton) Pielkenrood P.O. Box 194 3440 AD Woerden / The Netherlands ☎ +31 348 484 484 Fax: + 31 348 484 475 E-Mail: info@bibm2005.com www.bibm2005.com

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



Sensor inteligente multifrecuencia con un sensor de temperatura y aceleración integrado y un módulo microcontrolador externo para el procesamiento de las señales y la conexión al bus de campo Sensor inteligente de microonda de múltipla frequência, com um sensor de temperatura e aceleração integrado, um módulo externo de micro-controlo para o processamento do sinal, e ligação field-bus



Conceptos y Métodos Avanzados

## Sistema Optimizado de Medición de la Humedad en Industrias del Premoldeado

En nuestros días, la cadena de producción en la industria de premoldeado se encuentra casi totalmente automatizada. Los sistemas utilizados para la automatización de la producción de cemento premoldeado tienen unas muy altas exigencias de precisión y fiabilidad. Esto es debido, principalmente, a las bajos rangos de tolerancia que se manejan en las características que determinarán un cemento fresco y premoldeado de calidad. Dentro de este proceso de automatización, los subprocesos más críticos son los de dosificación y mezcla, ya que en este punto pequeñísimas desviaciones de la receta original pueden provocar que las tolerancias queden fuera de rango, siendo esto inaceptable. Así, la experiencia demuestra que hoy en día el proceso de dosificación y mezcla aún es propenso a originar incertidumbres y errores, siendo el problema más crítico en esta fase la variación en la humedad de los áridos.

Actualmente los sistemas de medición y compensación de la humedad en la producción de premoldeados, que incorporan tecnologías de medición, son, mayormente, una parte integrante de los sistemas de automatización utilizados en los procesos de dosificación y mezcla [1, 2]. Sin embargo los niveles de certidumbre, fiabilidad, usabilidad y mantenibilidad que dan estos sistemas no son suficientes para procesos que deban asegurar las tolerancias [3]. Esto es particularmente cierto cuando se trata de cementos nuevos (autocompactantes y «ultra high-strength»), ya que en estos casos la predisposición hacia las desviaciones es extremadamente alta, por tanto las tolerancias a cumplir deberán ser muy ajustadas. La creciente presión ejercida por el mercado en términos de costes y exi-

Conceitos e métodos avançados

## Sistema Optimizado para Medição de Humidade na Produção de Pré-Moldados

Nos nossos dias, a cadeia de produção da indústria de pré-moldados é um processo quase totalmente automatizado. Devido à estreita margem de tolerância das características de qualidade do betão fresco e pré-moldado, a exactidão e confiabilidade exigidas dos sistemas de automatização para a produção de pré-moldados são em general muito elevadas. Em particular, o sub-processo mais crítico é o relacionado com a dosagem e mistura dos agregados, uma vez que pequenos desvios da receita nominal podem resultar em desvios inaceitáveis à tolerância permitida. No entanto, a experiência prática demonstra que em particular o processo de dosagem e mistura dos agregados é ainda dado a incertezas e erros, sendo a diferente humidade dos agregados o problema mais crítico.

Actualmente, os sistemas tecnológicos de medição e compensação da humidade na produção de betão são, na sua maioria, uma parte integral dos sistemas da automatização para o processo de dosagem e mistura de agregados [1, 2]. Não obstante, a exactidão e a fiabilidade, assim como o âmbito de uso e

gencias de calidad, ha hecho que la optimización de los sistemas para la medición y compensación de la humedad en la producción de premoldeados se haya hecho indispensable [3]. Es este el principal objetivo del proyecto de investigación MICROSEC («Tecnología Avanzada de Sensores Microondas para un Sistema de Control Robusto, Remoto y Mantenible en la Elaboración de Productos de Cemento»). El proyecto MICROSEC ha sido llevado a cabo por un fuerte consorcio internacional compuesto por entidades de la industria y de la investigación. Los principales resultados obtenidos en este proyecto se presentan a continuación.

### **Método de Medición de Microondas de Múltiples Parámetros en Combinación con un Procesamiento y Calibración Multidimensional de la Señal para una Medición de Humedad de una Alta Precisión e Independizada de la Densidad.**

Hoy, en el ámbito de la producción de premoldeados, se puede conseguir una mayor exactitud en la medición de la humedad por medio de sensores microondas basados en técnicas de «open resonator» [1, 2]. Este método de medición de microondas se basa en la fuerte correlación entre el contenido en agua y la compleja permitividad del material húmedo para ser medido al usar el detuning del «open resonator» (desplazamiento en frecuencia resonante y atenuación) causado por el material húmedo en el campo alterno sobre la ventana dieléctrica para la medición indirecta de humedad [4].

El principal problema de todos los métodos microondas de medición de la humedad se basa en el hecho de que el contenido en agua dentro del rango de medición y el medidor físico del sensor no sólo dependen de la humedad sino también de la densidad aparente del material a medir. Así que cada vez que la densidad del material durante la medición difiere de la densidad durante la calibración, surgen errores en la medición de la humedad [5]. Esto se conoce como «problema de la densidad» y se ha reconocido siempre como uno de los más importantes objetos de investigación y desarrollo en el ámbito de la medición de la humedad mediante microondas. Actualmente existen varios métodos para resolver este problema [6, 7, 8], pero están ligados a dispositivos de alto coste, no sólo de compra sino también de mantenimiento, no siendo nunca aceptados por la industria del premoldeado.

En relación con el problema de la densidad, la solución avanzada MICROSEC se basa en una combinación de 2 sensores de tecnología innovadora (técnica «open resonator») inmersos en un solo dispositivo, los cuales capturan diferentes frecuencias de medida. Estas frecuencias son seleccionadas de manera que cada elemento de medida muestra una diferente sensibilidad lineal frente a la humedad y la densidad aparente del material a medir.

Es éste un método de medida multi-parámetro que requiere de un adecuado procesamiento de las señales, así como de una precisa calibración, para conseguir por separado una medición on-line de alta precisión, tanto de la humedad como de la densidad aparente. La aplicación de este nuevo método tan sólo supone un ligero incremento en los costes de producción y mantenimiento del sensor, en comparación con los métodos existentes. Así mismo, el tiempo de medida a penas se ve afectado con respecto a los métodos de medida de un solo parámetro [9].

Dentro del marco de MICROSEC se han desarrollado los primeros prototipos de estos sensores microondas multifrecuencia, probándose en entornos de producción reales, con el fin de ser comparados con los sensores monofrecuencia. Así, se han generado variaciones significativas en el rango de medidas de la densidad aparente a través de la modificación sistemática de las líneas de cribado de los materiales a medir. Con la utili-

de manutenção destes sistemas são frequentemente insuficientes no que diz respeito a processos de dosagem e mistura que pretendam assegurar as suas tolerâncias [3]. Isto é particularmente verdade no que diz respeito à produção de betão novo (auto-comprimido e extremamente consistente), uma vez que a sensibilidade aos desvios da receita nominal é extremamente elevada, pelo que as tolerâncias a respeitar são muito próximas.

A crescente pressão exercida pelo mercado, em termos de aumento dos custos de produção e exigências crescentes de qualidade, torna indispensável a optimização dos sistemas de medição e compensação da humidade na produção de betão [3]. Esta optimização foi o objectivo primordial do projecto de investigação MICROSEC («Advanced Microwave Sensor Technology for Robust, Remote, Maintainable Control System for Concrete Products Manufacturing»). O projecto MICROSEC foi levado a cabo por um forte consórcio internacional, composto por entidades da indústria e da investigação. Os resultados principais do projecto são apresentados no capítulo seguinte.

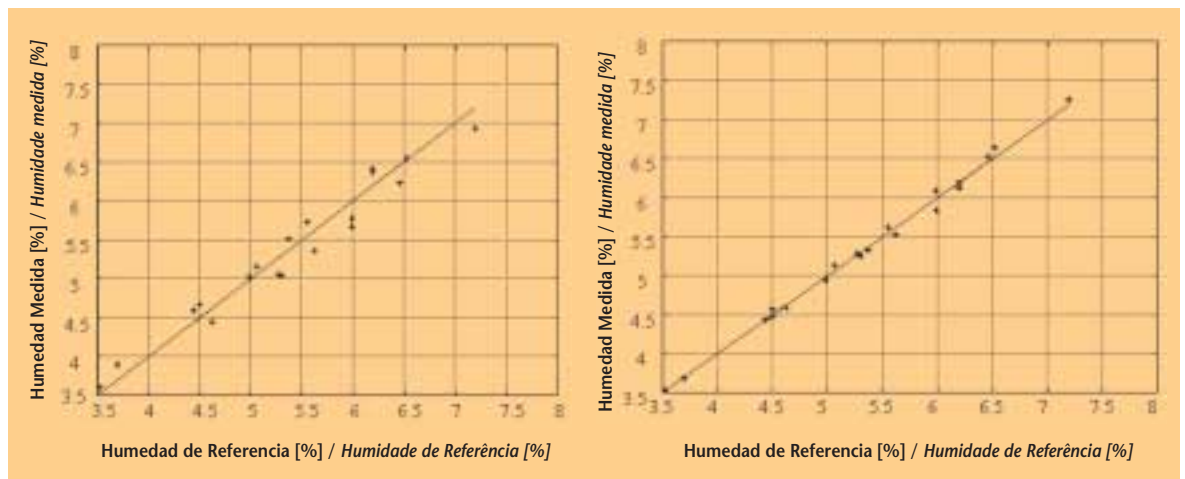
### **Método de Medição da Microonda de Parâmetros Múltiplos em combinação com o Processamento e Calibração Multi-dimensional do Sinal para uma Medição da Humidade de Alta Precisão e independente da Densidade**

Na produção de pré-moldados, a medição da humidade pode actualmente ser realizada, com maior precisão, através do uso de sensores microonda baseados em técnicas de ressonância aberta («open resonator» techniques) [1, 2]. Este método de medição da microonda é baseado na forte correlação entre a componente de água e a permissividade complexa do material molhado a ser medido, uma vez que usa a dessintonização do ressonador aberto (deslocamento na frequência ressonante e na atenuação) causada pelo material húmido no campo capacitivo disperso, acima da janela dieléctrica para a medida indirecta da humidade [4].

O problema básico de todos os métodos de medição microonda da humidade é baseado no facto de a componente de água na escala de medição (campo disperso capacitivo), e consequentemente o mesurando físico do sensor, depende não somente da humidade mas também da densidade volumétrica do material a ser medido. Assim, sempre que a densidade volumétrica do material durante a medição difere da densidade volumétrica durante a calibragem, surgem erros de medição da humidade [5]. Este «problema de densidade» foi sempre um dos tópicos mais importantes de actividades de investigação e desenvolvimento no que diz respeito à medição da humidade através de microondas. Hoje em dia existem diversos métodos para resolver o problema da densidade para diferentes técnicas de medição da microonda [6, 7, 8], mas como estão em geral associados a elevados custos de dispositivos (aquisição) e manutenção, nunca foram aceites pela indústria de produção de pré-moldados.

A solução avançada MICROSEC, no que diz respeito ao problema da densidade, é baseada numa combinação inovadora de dois sensores de microonda (técnica aberta de ressonância) com diferentes frequências da medida dentro de um só dispositivo de medida. Estas frequências de medida são escolhidas de tal modo que os mesurandos dos sensores mostram uma sensibilidade linear diferente à humidade e à densidade volumétrica do material a ser medido [9].

Com base neste método de medição com parâmetros múltiplos, em combinação com um adequado processamento multidimensional do sinal e uma calibragem do sensor, os dois parâmetros de influência humidade e densidade volumétrica podem ser separados online permitindo assim uma medição da humidade selectiva, independente da densidade volumétrica e portanto de alta precisão. A aplicação deste novo método



**Fig. 2. Medidas de prueba tomadas bajo condiciones de producción real con un sensor microondas actual y un sensor unidimensional de calibración (izquierda) comparado con un sensor multifrecuencia avanzado y un sensor de calibración multidimensional (derecha)**

**Fig. 2. Medições de teste tiradas sob condições reais de produção com um sensor microonda topo de gama e calibração unidimensional (à esquerda) em comparação com um sensor avançado de microonda de múltipla frequência e calibração multidimensional (à direita)**

zación de sensores monofrecuencia para la medición de la humedad, estas variaciones de la densidad aparente del material llevaron a obtener errores de hasta el 0,5 % en el cálculo de la humedad, mientras que los nuevos dispositivos multi-frecuencia prácticamente compensan el efecto de la variación de la densidad, pudiendo asegurar con el tiempo la precisión de medida del 0,25 % [3], tal y como se requiere. (La **Tabla 1** resume los resultados de las medidas.)

### Concepto de Medición Redundante en combinación con Métodos de Auto-monitorización y Auto-calibración para una medición de la humedad de alta disponibilidad y bajo coste de mantenimiento.

Actualmente existen 2 conceptos diferentes para la medición y compensación on-line de la humedad de los áridos en la producción de premoldeados. El más comúnmente utilizado es medir la humedad de la mezcla de áridos y cemento durante la fase de mezcla en seco. Esto se hace con un sensor instalado en la mezcladora, cuyo fin es calcular la cantidad correcta de agua a dosificar. Los métodos avanzados consisten en la medición de la humedad de cada árido durante la primera fase de dosificación, de manera no precisa (no teniendo en cuenta el contenido de agua de los áridos). Esto se realiza instalando sensores, por ejemplo, bajo los silos, teniendo la finalidad calcular, en primer lugar, la cantidad de agua correcta a dosificar

de medição, em contraposição ao anteriormente mencionados, pressupõe apenas um ligeiro aumento nos custos de produção e manutenção. Também o tempo de medição não aumenta em comparação com os métodos de medição de parâmetro único encontrados nos últimos modelos.

No âmbito do projecto MICROSEC, foram desenvolvidos os primeiros protótipos de sensores microondas de múltipla frequência e testados em muitas experiências em condições similares com as encontradas em ambientes reais de produção, cujas medidas foram comparadas com medidas recolhidas com sensores microonda de monofrecuencia. Assim, geraram-se variações significativas na densidade volumétrica dinâmica dos materiais, na escala de medições, através da modificação sistemática das sieve-line dos materiais a serem medidos. Ao usar sensores monofrecuencia para a medição da humidade, estas variações da densidade volumétrica do material conduzem a erros de medida da humidade críticos que podem ir até 0,5 %, enquanto os novos sensores microonda de múltipla frequência compensam quase completamente a influência perturbadora da densidade volumétrica de modo que a exactidão geralmente exigida de 0,25 % [3] para uma medição possa ser assegurada durante todo o processo. A **tabela 1** resume os resultados das medições.

### Concepto de medição redundante em combinação com métodos inteligentes de Auto-Monitoração e de Calibração Automática para uma medição da Humidade de Alta Disponibilidade e Baixa Manutenção

Actualmente existem dois conceitos diferentes para a medição e compensação online da humidade variável dos componentes usados na produção de pré-moldados. Predominantemente, no final do período de mistura em seco, a humidade da mistura homogénea formada por cimento e agregados é medida com um sensor instalado na misturadora, de forma a calcular a quantidade correcta de água a ser doseada. Soluções avançadas medem a humidade de cada agregado, durante uma primeira dosagem não precisa (não considerando o índice de água dos agregados), com sensores instalados, e.g., abaixo dos silos dos agregados ou nos transportes (conveyers) dos agregados, a fim de calcular tanto a quantidade correcta da água a ser doseada bem como a dosagem precisa dos restantes agregados (que compensa o índice de água nos agregados) [1, 2].

**Tabla 1. El análisis del error de medición en las pruebas confirman la reducción a la mitad en la incertidumbre de la medida de la humedad con los sensores microondas multifrecuencia**

**Tabela 1. As análises residuais das medições de teste confirmam a redução pela metade da incerteza da medição da humidade feita com um sensor avançado microonda de múltipla frequência em comparação com os sensores topo de gama**

Propiedades estadísticas de los errores de medición de la humedad - % Propriedades estatísticas dos erros de medição da humidade - %	1-dim. Calibración 1-dim. Calibração	2-dim. Calibración 2-dim. Calibração
Valor Medio del Error de Medición Valor Médio do Erro de Medição	-0.0052760	0.0020290
Valor Máximo del Error de Medición Valor Máximo do Erro de Medição	0.3188100	0.1545000
Varianza del Error de Medición/ <i>Variación de Erro de Medição</i>	0.0003910	0.0000460
Desviación Estándar del Error de Medición Desviação standard do Erro de Medição	0.1978050	0.0681500

y, en segundo lugar, una más precisa dosificación de áridos (compensación por el contenido de agua de los áridos) [1, 2]. Ambos métodos tienen ventajas e inconvenientes muy concretos. La clara ventaja de la medición de la humedad en la mezcladora es la consecución de medidas relativamente precisas a un bajo coste (único sensor). Si bien como desventaja cabe destacar el aumento de costes de operación debido al hacer la receta dependiente del proceso de calibración del sensor, alargando por tanto la fase de mezcla en seco. Además, al medir la humedad de la mezcla de áridos y cemento en la mezcladora, es imposible realizar una corrección en la dosificación de los áridos para prevenir desviaciones del valor nominal y las líneas de cribado.

Sin embargo, a parte del problema de densidad mencionado anteriormente, las deficiencias más críticas de ambos conceptos en la actualidad son que los posibles problemas en los sensores (suciedad, ajustes, incertidumbre de la medida demasiado grande...) no sean identificados por métodos de auto-monitorización inteligente y que no existan elementos redundantes que permitan llevar a cabo una «dosificación y mezcla tolerantes a fallos» de manera autónoma (p.ej. existencia de un sensor fallido) [3].

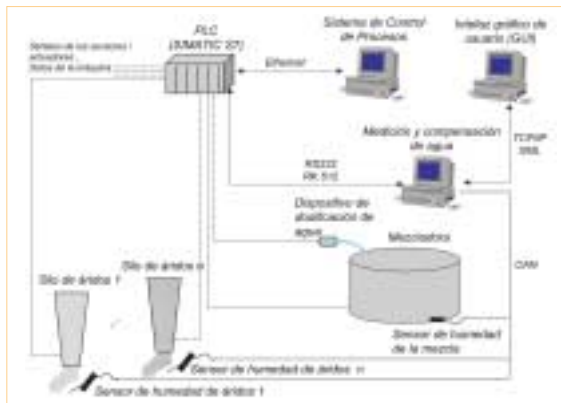
El método de medición avanzado desarrollado en MICROSEC provee de medidas de la humedad para los áridos en su fase de dosificación, para la mezcla de áridos y cemento en la fase final de la mezcla en seco y para la mezcla con agua, de manera que, en casos excepcionales (p.ej. cuando un sensor falla), el sistema puede cambiar automáticamente de la medida nominal de la humedad del árido a la medida redundante (no nominal) de la humedad de la mezcla. Esto significa que los sensores utilizados en la medición de la humedad de la mezcla actúan como respaldo de los sensores de medida de los áridos



Ambos os conceitos têm vantagens e desvantagens explícitas. A vantagem clara da medida da humidade na misturadora é que, até agora, ao aplicar este conceito conseguiu-se alcançar uma precisão elevada na medida da humidade com dispositivos de baixo custo (somente um sensor é necessário). No entanto esta vantagem é paga pelas desvantagens de elevados custos de manutenção do processo de calibração do sensor dependente da receita e alargado período de mistura dos agregados em seco. Para além disso, é impossível fazer qualquer correcção na dosagem dos agregados durante a medição da humidade na mistura agregados-cimento na misturadora, que é necessária para prevenir desvios críticos ao valor nominal do volume dos agregados e às sieve-line.

**Fig. 3. Prototipo del software: Interfaz gráfico de usuario distribuido para la configuración, calibración y visualización del proceso de medición de la humedad**

*Fig. 3. Protótipo do software: Interface Gráfica do Utilizador (em inglês Graphical User Interface, GUI) Distribuída do sistema para a configuração, calibração, e visualização do processo de medição da humidade*



**Fig. 4. Arquitectura de Integración de la tecnología de medición, consistente en sensores microondas multifrecuencia y componentes software altamente sofisticado para la medición de la humedad y compensación**  
*Fig. 4. Arquitetura de integração do sistema tecnológico de medição, constituída por sensores microonda de frequência múltipla e componentes de software altamente sofisticados para a medição e compensação da da humidade e interface com o utilizador*

(y viceversa), permitiendo una alta disponibilidad del proceso de dosificación y mezcla [9].

Para identificar estos casos excepcionales (p.ej. sensor de humedad fallido) se han desarrollado varios métodos de monitorización o diagnóstico. De esa forma, por ejemplo, los sensores con suciedad son reconocidos de manera individual gracias a un análisis adicional en tiempo real de la varianza en la señal del sensor; los ajustes del sensor se reconocen por un sensor integrado de aceleración; y las incertidumbres en las medidas que no son aceptables son reconocidas por un análisis de regresión multidimensional realizado periódicamente por el sistema.

Las características de auto-monitorización se basan en tecnologías de medida y redundancias de análisis provistas por el concepto avanzado de medida. De esta manera, el sistema, entre otras cosas, comprueba constantemente si el contenido total de agua de los áridos calculado en base a las mediciones de humedad de los sensores de cada uno de los áridos concuerda con la cantidad total de agua calculada a través del sensor redundante de la mezcladora. Adicionalmente, el sistema también analiza continuamente la calidad de la correlación entre la cantidad de agua dosificada después del período de mezclado



**Fig. 6. Los sensores para la medición de áridos con un alto nivel de escayola se limpian automáticamente después de cada dosificación por medio de una pistola de aire comprimido**

*Fig. 6. Os sensores para a medição da humidade dos agregados, com uma fracção elevada em barro, são automaticamente limpos após cada dosagem por um sistema de limpeza de ar comprimido*



**Fig. 5. Instalación estándar del sensor para la medición de la humedad de los áridos**

*Fig. 5. Instalação standard do sensor para a medição da humidade da mistura dos agregados*

Todavía, con excepción del problema con la densidad arriba mencionado, la falla más crítica de ambos los conceptos es que presentemente ninguno de los posibles problemas del sensor (suciedad, ajuste, incerteza de la medida es demasiado grande, etc.) es identificado automáticamente, por métodos inteligentes de auto-monitorización, e no existen redundancias apropiadas para asegurar automáticamente un preciso proceso de dosagem y mezcla, nem mesmo em casos excepcionais (e.g. um sensor defeituoso) [3].

O conceito de medição avançado desenvolvido no projecto MICROSEC fornece medições da humidade para agregados, tanto durante a sua dosagem como também para a mistura homogeneizada agregados-cimento para os períodos de mistura seca e de mistura húmida, de modo que, em casos excepcionais (e.g. quando um sensor para medir a humidade do agregado é defeituoso), o sistema possa automaticamente comutar da medição «nominal» da humidade dos agregados para a medição redundante, «não-nominal», da humidade da mistura. Isto significa que os sensores para medir a humidade da mistura fazem o «backup» dos sensores que medem a humidade dos agregados e vice-versa, permitindo uma elevada disponibilidade do processo de dosagem e mistura dos agregados [9].

Para identificar autonomamente os casos excepcionais (i.e. defeito no sensor de humidade) foram desenvolvidos diversos métodos inteligentes de auto-monitorização. Assim, por exemplo sensores sujos são reconhecidos automaticamente através de uma análise adicional em tempo real da variância do sinal do sensor; os ajustes do sensor são reconhecidos através de um sensor de aceleração integrado e incertezas, não permitidas, nas medições são identificadas automaticamente por uma análise de regressão multidimensional, efectuada pelo sistema regularmente.

Características de auto-monitorização adicionais são baseadas em tecnologia de medição e em redundâncias analíticas fornecidas pelo conceito avançado de medição. Desta forma, o sistema verifica continuamente, entre outras coisas, se o índice total de água dos agregados, calculado com base nos sensores para medir a humidade de cada agregado, está de acordo com a quantidade total de água calculada com base no sensor de humidade redundante que se encontra na misturadora. Para além disso, o sistema analisa continuamente a qualidade da correlação entre a quantidade da água que é doseada após o período de mistura seca e a diferença entre as medições feitas no final do período de mistura seca e de mistura húmida. Finalmente, o conceito de medição redundante permite a apli-

en seco y la diferencia entre medidas al final del mezclado en seco y del mezclado con agua. Finalmente el concepto de medición redundante permite la introducción de métodos de auto-calibración innovadores para los sensores de humedad. Tanto los sensores para la medición de la humedad de los agregados como los

sensores para la medición de la humedad de la mezcla se auto-calibran continuamente provocando reducciones drásticas en el coste de mantenimiento de los sensores. Con el fin de demostrar el concepto de medición avanzado, dentro del alcance del proyecto MICROSEC se ha desarrollado un prototipo de software muy sofisticado, basado en componentes y altamente configurable.

Dentro de las pruebas en entornos industriales se han integrado tanto el software mencionado como los sensores microondas multifrecuencia en procesos productivos previamente automatizados presentes en 2 empresas de medio tamaño de España y Alemania, encontrándose esta tecnología aún en período de prueba bajo condiciones de producción de real.

Los primeros resultados confirman la reducción en la incertidumbre de las mediciones de humedad con respecto a la tecnología existente hoy día. Así mismo permite reducir los costes de producción gracias a la optimización de la cantidad de cemento (generalmente sobrepasa la cantidad necesaria) utilizada para asegurar el valor nominal de la mezcla de cemento y agua. También se ha detectado una notable reducción de la necesidad de paradas manuales del proceso productivo, así como en esfuerzos mantenimiento (como puede ser la calibración de los sensores).

### Expectativas de Futuro

La aplicación en la industria del preformado de la tecnología de avanzada de medición y compensación de la humedad variable de los áridos generada dentro del proyecto MICROSEC incorporará en el futuro nuevas funciones de optimización. Además se obtendrán resultados cuantitativos de las mejoras de proceso obtenidas, así como los beneficios económicos que se conseguirán a largo plazo.

Jan Kickstein

### Socios del proyecto / Sócios do projeto

ATB Institut für angewandte Systemtechnik Bremen GmbH, Germany  
 Carsa Consultares de Automatización, Robotica S.A., Spain  
 Tubyder S.L., Spain  
 Betonsteinwerk Schröder GmbH & Co. KG, Germany  
 Franz Ludwig Gesellschaft für Mess- und Regeltechnik mbH, Germany  
 DFB Decken- und Fertigteilebaugesellschaft mbH & Co. KG, Germany  
 Tecmafer TMF, S.L., Spain

### Consultores externos / Consultantes externos

ibf Ingenieurbüro F. Fichtner, Germany  
 Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel, Germany

cação de métodos de auto-calibración innovadores nos sensores de humedad. Ambos os sensores para a medição da humidade dos agregados e para a medição da humidade da mistura são continuamente autocalibrados, de modo a reduzir significativamente os custos, ainda relativamente elevados, que

ainda existem para a operação e manutenção dos sistemas de medição de humidade.

A fim de realizar o conceito de medição avançado acima explicado, um primeiro protótipo altamente sofisticado, modular (component based) e extensivamente configurável foi desenvolvido no âmbito do projecto MICROSEC. No que diz respeito aos testes industriais efectuados, tanto o protótipo do software como os sensores microondas de frequência múltipla foram integrados em sistemas de automação já existentes em duas plantas de manufactura de betão, de dimensão média, na Alemanha e em Espanha. Assim, o avançado sistema tecnológico desenvolvido no âmbito do projecto MICROSEC encontra-se presentemente em período de testes industriais.

Os primeiros resultados confirmam a redução significativa da incerteza na medição da humidade quando comparada com os sistemas estado da arte. Assim, a quantidade excessiva de cimento, que é geralmente necessária para assegurar o valor nominal de água-cimento a longo prazo, pode ser reduzida, conduzindo a um decréscimo significativo dos custos de produção. Além disso, foi verificada uma redução notável na necessidade de interrupções manuais do processo de produção assim como em esforços de manutenção (em especial para a calibragem dos sensores).

### Prospectos Futuros

A aplicação industrial da solução avançada do sistema tecnológico para a medição e compensação da humidade dos agregados na produção de pré-moldados, desenvolvida no âmbito do projecto MICROSEC, será intensamente acompanhada no futuro, não somente para identificar possíveis potencialidades de optimização mas também para obter mais resultados quantitativos no que diz respeito às melhorias obtidas no processo e benefícios económicos a longo prazo.

## Complete reprint in German and English

# fib – Planning and Design Handbook on Precast Building Structures

In 1997, Bauverlag published the Planning and Design Handbook on Precast Building Structures. All copies of the Handbook prepared by the members of the FIP Commission, headed by its then-President Arnold von Acker, were sold only a short time after its publication. In 1998, through the merger of FIP (Federation Internationale Precontrainte) with CEB (Committee European du Béton), fib (Fédération internationale du béton) was created. The work on prefabrication is continued within fib Commission 6, Prefabrication. Owing to the great demand in recent times, a reprint of the bilingual work in German and English is once more available from Bauverlag.

The Handbook is aimed at architects, engineers and designers, as well as professors and students. It is intended to communicate knowledge about precast structures and their specific requirements.

The contents of the Handbook provides the necessary information for a correct preliminary design of a structure erected with precast members. The individual chapters contain information on the following subjects:

- ▶ Preliminary design considerations
- ▶ Examples of precast buildings
- ▶ General design principles
- ▶ Frame and skeletal structures
- ▶ Precast floors
- ▶ Bearing walls
- ▶ Architectural concrete cladding

The Handbook is available from the editorial office of BFT at the price of 18.50 Euro (excl. p & p).

Fax: +49 (0) 5241/80 94 114, E-Mail: bft@bauverlag.de





## Láminas de plástico reforzadas con fibra de carbono y «C-sheets»

### Refuerzos de las partes estructurales con fibras de carbono

Las láminas de fibras de carbono mejoran la resistencia a la tensión, compresión y torsión de los componentes estructurales. Las láminas de plástico reforzadas con fibras de carbono son ligeras y resistentes a la corrosión. Pueden instalarse rápida y sencillamente – incluso en lugares de difícil acceso.

Con el paso del tiempo numerosas y diferentes estructuras de hormigón armado sufren daños, por ejemplo, por corrosión. Estos daños reducen la capacidad de la carga a soportable y hacen peligrar la estabilidad estructural. Si la carga aumenta, por ejemplo en el caso de puentes frecuentemente transitados por grandes pesos, se hacen inevitables las reparaciones en los elementos de la estructura. Los componentes de difícil acceso dificultan el cuidado de una estructura realizada en acero.

Las fibras de carbono se caracterizan por su resistencia a la corrosión, estabilidad, alta resistencia a la tensión y su reducido peso. Por esta razón, las láminas de plástico reforzadas con fibra de carbono son adecuadas, por ejemplo, para el refuerzo transversal en puentes, para incrementar las cargas de trabajo en cubiertas y para robustecer construcciones en madera. Las columnas y los soportes pueden ser asegurados por elementos de fibra de carbono de únicamente algunos milímetros de espesor. Los elementos portantes de fuerzas se refuerzan a su alrededor envolviéndolos con láminas en C («C-sheets»).

Se pueden emplear al mismo tiempo diferentes láminas de StoCretec, con la aprobación de las autoridades de supervisión de construcciones. En comparación con el acero convencional, éstas soportan el doble de los esfuerzos de tensión. Además, el empleo de elementos de fibra de carbono supone, frente a los métodos convencionales, una reducción en la emisión de ruido y ensuciamiento durante su instalación. Su tamaño reducido permite su adhesión sin dificultad en lugares de difícil acceso. Información adicional, así como un catálogo actual acerca de las láminas de fibra de carbono puede solicitarse a StoCretec, Soporte Técnico de S&P Reinforcement GmbH, Kriftel, ☎ +49 (0) 6192/961 28-30, E-Mail: info@sp-reinforcement.de



Las láminas C, «C-sheets», de Sto S&P se ajustan de forma óptima a la geometría de la construcción. Por esta razón, pueden emplearse en el refuerzo de soportes y columnas  
*As folhas C da Sto S&P adaptam-se à geometria arquitetónica de forma optimizada. Assim, pilares e suportes também podem ser reforçados*



## Lamelas e folhas C da CFK

### Reforço de componentes de sustentação com fibras de carbono

As lamelas e folhas de fibras de carbono aumentam a resistência de tracção, de pressão e de flexão dos componentes de sustentação. As lamelas CFK são leves e resistentes à corrosão e, além disso, podem ser aplicadas de forma simples e rápida – mesmo nos pontos em que o acesso é difícil.

Em inúmeras construções de betão armado, com o tempo, surgem deteriorações provocadas, por exemplo, pela corrosão. Este facto reduz a capacidade de carga e ameaça a estática. Por isso, com o aumento da carga – por exemplo, nas pontes onde o trânsito é intenso – a reabilitação dos componentes de sustentação é inevitável. Os componentes de acesso difícil dificultam, adicionalmente, a protecção de uma construção com aço.

O material fibras de carbono caracteriza-se pela sua resistência à corrosão, estabilidade, elevada resistência à tracção e um peso reduzido. Assim, as lamelas CFK são apropriadas, p. ex., para o reforço lateral de pontes, para o aumento da carga útil de tectos e para o escoramento de construções de madeira. Os suportes e os pilares também podem ser protegidos com elementos de fibra de carbono com apenas alguns milímetros de espessura. São laminados sobre as vigas sob a forma de folhas C, reforçadas com reforço de fio de amarração.

As lamelas da StoCretec aprovadas e inspeccionadas para as construções, podem ser cruzadas. Além disso, em comparação com o aço de construção usual, absorvem mais do dobro da força de tracção. Além disso, os elementos de fibra de carbono originam menos sujidade e ruído durante a montagem, do que os métodos tradicionais. Devido ao seu tamanho reduzido, também podem ser coladas, sem problemas, nos pontos de difícil acesso.

Mais informações e uma brochura actual sobre as lamelas de fibra de carbono, encontram-se disponíveis na StoCretec, aconselhamento técnico, S&P Reinforcement GmbH, Kriftel, ☎ +49 (0) 6192/961 28-30, e-mail: info@sp-reinforcement.de

StoCretec GmbH  
Gutenbergstrasse 6  
65830 Kriftel / Germany  
☎ +49 (0) 61 92 / 401-104  
Fax: +49 (0) 61 92 / 401-123  
E-Mail: info.stocretec.de@stoeu.com  
www.stocretec.de

Ligeras, robustas y de sencilla operación, incluso en lugares de difícil acceso: Diferentes láminas de plástico reforzadas con fibra de carbono pueden también ser empleadas conjuntamente

*Leves, estáveis e podendo ser trabalhadas também nos pontos de acesso difícil: as lamelas CFK formadas por fibras de carbono, até podem ser cruzadas*

## Nano-tecnología en revestimientos

Stone Easy-to-clean es una forma de revestimiento de alto nivel basada en nano-tecnología muy adecuada para aplicar sobre placas, bloques y otras piezas de hormigón. El hecho de que este agente no contiene disolventes significa que no son necesarias medidas especiales en su transporte o en la seguridad en el trabajo. Puede incluirse en procesos ya operativos sin mayores dificultades. Tampoco es necesaria una inversión considerable ya que este puede aplicarse en forma de spray, vertido o mediante rodillo.

El tratamiento de las placas y los bloques de hormigón en la planta de prefabricación asegura superficies de fácil limpieza y con excelentes propiedades, protegidas contra la suciedad y contaminación cotidiana. De esta forma la superficie queda protegida frente al aceite, café, vino tinto, ácidos de fruta, te, hojas, lodo, etc.

Se asegura la resistencia a las heladas, una resistencia extremadamente alta frente a la abrasión y la estabilidad frente a los rayos UV. También se evita el problema de los brotes vegetales sobre placas y bloques de hormigón. Con el método de revestimiento Easy-to-clean existe ya una forma de revestimiento que permite al usuario final mantener limpias las placas y bloques de hormigón. ■



## Revestimiento Nano tecnologia

Stone Easy-to-clean é uma forma de revestimento de alta qualidade baseada na tecnologia Nano, que é perfeitamente apropriada para o revestimento de placas de betão, pedras e palissandas. O ponto positivo é que ela não tem solvente isso significa que não é necessário tomar medidas de protecção de transporte e de trabalho dignas de menção. Ela pode ser instalada sem problemas no processo de produção. Não são necessários grandes investimentos, já que ela pode ser pulverizada, fundida e enrolada.

Através do processamento das placas de betão ou pedras com o trabalho lateral, é garantida uma superfície fácil de limpar e com excelentes propriedades protetoras contra a sujidade cotidiana. Assim ela protege, por exemplo, contra a penetração de óleos, café, vinho tinto, ácido de frutos, chá, folhagem, barro e etc.

A resistência salina congelamento/degelo é exatamente dada como a extrema resistência ao desgaste e resistência ultravioleta. Não há problema na eflorescência das placas de betão e pedras. Com a forma de revestimento Stone Easy-to-clean há um revestimento que facilita ao consumidor a limpeza de placas de betão e pedras. ■

Stone-Steinveredelung GmbH  
Bertha-Benz-Str. 20, 26160 Bad Zwischenahn / Germany  
☎ +49 (0) 4403 / 949074, Fax: +49 (0) 4403 / 949073  
[www.Stone2000.de](http://www.Stone2000.de)

## Shanghai Yipin International Pigments

Yipin Pigments Co. forma parte de un Joint Venture con Partners internacionales. La Shanghai Oxide Pigment Factory con experiencia en la producción de Oxido de Hierro Sintetico de mas de 70 anos es el socio de China en este Joint Venture.

Debido a esta constelacion, Yipin Pigments Co. Ltd. es uno de los mas grandes productores de Oxido de Hierro en la China con una capacidad de mas de 50.000 toneladas/ano, los cuales se deviden entre Oxido de Hierro sintetico, Oxido de Chromo, Oxido de Titaneo (anatase) y Pigmentos basicos (anticorrosivos etc.).

La casa matriz de Yipin Pigments Co. Ltd. se encuentra en Shanghai, pero en los ultimos anos, Yipin tambien abrio producciones en las provincias de Zhejiang, Anhui, Hebei y Henan.

Un team joven y dinamico, formado por tecnicos entrenados, un departamento de control de calidad certificado y un departamento de mercadeo con experiencia internacional garantizan una confianza internacional y en el mercado local, Yipin acualmente es la mas conocida mara en la China de todos los productores locales. Yipin esta certificada en ISO 9002 y ISO 14000.

Ya desde hace algunos anos, Yipin empezo en establecer una red de distribucion internacional para el Oxido de Hierro y los demas productos. Hoy dia, los productos son aplicados exitosamente en America del Norte y Latino America, Europa, Africa y Medio Oriente y Asia.

Para Europa y los Países de hablar espanol, las companias Remy Group y Yipin GmbH (en formacion) situados en Hamburgo/Alemania y Caracas/Venezuela forman parte de la red de comunicacion y distribucion de la casa matriz.

Mas informaciones sobre los productos, las actividades etc. los pueden conseguir al visitar los siguientes WebSites: [www.yipin.de](http://www.yipin.de) y [www.remy-hamburg.de](http://www.remy-hamburg.de) ■

## Shanghai Yipin International Pigments

Yipin Pigments Co. faz parte de um Joint Venture com sócios internacionais. A Shanghai Oxide Pigment Factory com experiência na produção de óxido de ferro sintético com mais de 70 anos é o sócio da China neste Joint Venture.

Devido a esta constelação, Yipin Pigments companhia Ltda. é um dos maiores produtores de óxido de ferro na China, com uma capacidade de mais de 50.000 toneladas por ano as quais se dividem em óxido de ferro sintético, óxido de cromo, óxido de titânio (anatásio) e pigmentos básicos (anticorrosivos etc.).

A matriz da Yipin Pigments Co. Ltda. Situa-se em Shanghai, mas nos últimos anos Yipin abriu filiais nas províncias de Zhejiang, Anhui, Hebei y Henan.

Um time jovem e dinámico, formado por técnicos capacitados, um departamento de controle de qualidade certificado e um departamento de mercado com experiência internacional garantem uma confiança internacional e no mercado local, Yipin é atualmente a marca mais conhecida na China de todos os produtores locais. Yipin está certificada com o ISO 9002 e ISO 14000.

Faz alguns anos, Yipin começou a estabelecer uma rede de distribuição internacional para o óxido de ferro e os demais produtos. Atualmente os produtos são aplicados com sucesso na América do Norte e América Latina, Europa, África, Oriente Médio e Ásia.

Para a Europa e os países de língua espanhola, as companhias Remy Group e Yipin GmbH (em formação) situadas em Hamburgo / Alemanha e Caracas / Venezuela formam parte da rede de comunicação e distribuição da matriz.

Mais informações sobre os produtos, as atividades etc, são obtidos nos seguintes sites: [www.yipin.de](http://www.yipin.de) e [www.remy-hamburg.de](http://www.remy-hamburg.de) ■

**bfnb**  
The Dutch Precast Concrete  
Manufacturers Association

**bibm**  
International Bureau  
for Precast Concrete

May 11-14, 2005  
Amsterdam RAI



The Dutch Precast Concrete Manufacturers Association invites you to the international congress taking place from May 11<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> 2005 in the Amsterdam RAI. Please find detailed information at [www.bibm2005.com](http://www.bibm2005.com)

Media partner:

BFT Betonwerk + Fertigteile-Technik  
Concrete Plant + Precast Technology



## Empleo de moldes elásticos de Reckli para superficies en la cara vista

### Superficies texturizadas de hormigón en la cara vista

La utilización de moldes elásticos para texturizar la cara expuesta de superficies de hormigón, ha alcanzado un alto grado de aceptación tanto en términos de calidad como en eficiencia económica. Prueba de ello son muchos millones de m<sup>2</sup> producidos.

La elasticidad de las matrices permite un desmoldado sin roturas en el hormigón o el molde.

Este sistema da a arquitectos, diseñadores y constructores la posibilidad de realizar casi cualquier requerimiento en el diseño.

La fabricación de superficies texturizadas de hormigón de cara vista mediante moldes elásticos «cara vista» se lleva practicando en el mundo desde hace más de 35 años. Los moldes «cara vista» pueden emplearse tanto para la producción de elementos prefabricados como para el hormigonado in-situ. El usuario puede elegir entre cinco posibilidades de aplicación:

- ▶ Matrices standard con profundidad estructural de hasta 20 mm (150 diseños catalogados)
- ▶ Matrices standard con profundidad estructural de más de 20 mm (150 diseños catalogados)
- ▶ Matrices especiales (de acuerdo a los requerimientos del cliente según planos, esquemas, fotografías o modelos)
- ▶ Materiales plásticos líquidos (para fabricación propia de matrices)
- ▶ Moldes de un solo uso (actualmente con 10 diseños diferentes en catálogo)

#### Matrices standard, profundidad estructural de 0 a 20 mm

Estas matrices estructurales de Reckli están fabricadas con un elastómero de poliuretano completamente elástico y pueden emplearse 100 veces. Las dimensiones máximas de estas matrices para una superficie sin costuras es 4 x 10 m. Dentro de la limitación superior de estas dimensiones máximas, puede fabricarse cualquier tamaño a partir de un 1 m<sup>2</sup> de superficie. Para su empleo con hormigón in-situ, las matrices deben unirse en toda su superficie al marco soporte del molde con un



Figura 1. St. Etienne, Francia: Muro de protección acústica, absorbente, molde especial

Figura 1. St. Etienne, França: Parede isoladora do ruído, absorvente, molde especial

## Utilização de cofragens incorporadas elásticas da Reckli

### Superficies texturizadas de betão à vista

A utilização de cofragens incorporadas elásticas conquistou o maior grau de aceitação na texturização das superfícies de betão à vista, em termos de qualidade e rentabilidade. A prova disso, são os muitos milhões de m<sup>2</sup> existentes. A elasticidade das matrizes permite obter uma cofragem sem ruptura, tanto do betão como do molde. Este sistema proporciona aos arquitectos, projectistas e proprietários da obra a liberdade para satisfazer quase todos os requisitos do design.

A fabricação de superficies texturizadas de betão à vista, em conexão com cofragens incorporadas elásticas, já é praticada em todo o mundo há mais de 35 anos. As cofragens incorporadas podem ser utilizadas tanto na produção de elementos pré-fabricados, como na do betão moldado no local. Aqueles que executam o trabalho podem decidir-se por uma das seguintes possibilidades de aplicação:

- ▶ Matrizes standard com profundidade estrutural até 20 mm (150 desenhos segundo o catálogo)
- ▶ Matrizes standard com profundidade estrutural superior a 20 mm (50 desenhos segundo o catálogo)
- ▶ Matrizes especiais (consoante as especificações do cliente, segundo o desenho, croquis, fotografia ou modelo)
- ▶ Plástico líquido (fabrico próprio de matrizes)
- ▶ Cofragens irrecuperáveis (actualmente, 10 desenhos diferentes, segundo o catálogo)

#### Matrices standard, profundidade estrutural de 0 a 20 mm

Estas matrizes estruturais da Reckli são produzidas a partir de um elastómero de poliuretano integralmente elástico e são adequadas para serem reutilizadas 100 vezes. As medidas máximas de uma matriz são de 4 x 10 m, com uma superfície sem costura. Qualquer tamanho a partir de 1 m<sup>2</sup> pode ser produzido dentro destas medidas. Para a utilização com betão moldado no local, as matrizes têm de ser coladas à cofragem da viga com cola para matrizes. Para a produção de elemen-



Figura 2. Hamm: Muro de protección acústica, A2, molde especial

Figura 2. Hamm: Parede isoladora do ruído A2, molde especial



Figura 3. Verière, Francia: Puente sobre la autopista A71, estructura 2/69, Marne

Figura 3. Verière, França: Ponte sobre a auto-estrada A71, estrutura 2/69 Marne

adhesivo especial para éstas. En caso de producción de elementos prefabricados, las matrices se sitúan bien libres sobre la mesa de fabricación o también pueden pegarse en toda su superficie.

### Matrices standard, profundidad estructural > 20 mm

Este tipo de matrices están fabricadas con un plástico elástico ligero. Las dimensiones máximas son aproximadamente 1 x 7 m. Las matrices pueden situarse sin costuras una al lado de la otra paralelamente al transcurso de la estructura en la dirección de los 7 m. En aplicaciones en las que se emplea hormigón in-situ, las matrices se unen con adhesivo en toda su superficie al marco soporte o se fijan en posición con clavos. Este tipo de matrices puede utilizarse 50 veces.

### Moldes especiales

De acuerdo con los requerimientos, según un plano o esquema, una foto o modelo, pueden fabricarse los moldes madre para producir las matrices o formas elásticas. Se emplean diferentes materiales para los moldes, dependiendo del diseño de la superficie. Puede ser, por ejemplo, madera, yeso, hormigón, arcilla, plastilina, metal, etc. Además de los costes de las matri-



Figura 5. Dessau-Rosslau, residencia de ancianos, elementos prefabricados, estructura 2/112 Oriental

Figura 5. Dessau-Rosslau, lar de terceira idade, elementos pré-fabricados, estrutura 2/112 Oriental



Figura 4. Zoo en Hannover: Recinto de elefantes, hormigón in-situ y elementos prefabricados, moldes especiales  
Figura 4. Hannover: Casa dos elefantes no Zoo, betão moldado no local e elementos pré-fabricados, molde especial

tos pré-fabricados, as matrizes são colocadas soltas na mesa de produção, ou coladas, igualmente, em toda a superfície.

### Matrices standard, profundidade estrutural > 20 mm

Este tipo de matrices é produzido a partir de um plástico leve e elástico. As dimensões máximas são de aprox. 1 x 7 m. As matrizes podem ser colocadas, sem costuras, umas ao lado das outras, paralelamente ao curso da estrutura no sentido dos 7 m. Para a utilização com betão moldado no local, as matrizes são coladas à cofragem de sustentação, em toda a sua superfície, com cola para matrizes, ou fixadas com pregos. A reutilização destas matrizes situa-se nas 50 utilizações.

### Moldes especiais

Consoante as especificações, os moldes modelo para a produção de matrizes ou moldes elásticos podem ser fabricados com base num desenho, croquis, fotografias ou modelo. Consoante o desenho da superfície, são utilizados materiais diferentes para o fabrico do modelo, tais como, p. ex., gesso, betão, plasticina, metal, etc. Para os moldes especiais, a par dos custos das matrizes elásticas, é preciso calcular, adicionalmente, os custos para a preparação do modelo.



Figura 6. Edimburgo: Escudo de la universidad, elementos prefabricados pigmentados en amarillo, moldes especiales  
Figura 6. Edimburgo: Logo para a Universidade, elementos pré-fabricados com pigmentação amarela, molde especial



Figura 7. Freiburg: Jardín de exhibición de la compañía Birkenmeyer, columnas artísticas de paralelepípedos de granito

Figura 7. Friburgo: Jardim de exposições da firma Birkemeyer, colunas artísticas, paralelepípedo de granito

ces elásticas, se debe considerar en los cálculos el coste adicional de la fabricación del modelo con la forma especial.

### Plásticos líquidos

Es posible fabricarse matrices propias empleando silicona o elastómeros de poliuretano. Un elastómero de poliuretano es preferible para la colada con hormigón ya que su resistencia frente al hormigón es mayor. En el caso de empleo de elastómeros de poliuretano puede elegirse entre cuatro grados diferentes de elasticidad, por ejemplo, Shore A30 y A40 para una elasticidad suave, Shore A55 para una elasticidad media y Shore A70 para una elasticidad superior.

Se dispone de los productos necesarios para la preparación de los moldes y lograr una colada libre de dificultades.

### Moldes de un solo uso, dimensiones

#### 0,75 x 3,0 m

Los moldes para un uso de Reckli están fabricados con una espuma elástica PUR, que se aplica sobre una superficie rígida de fibra. Como las placas rígidas de fibra están revestidas por todas sus superficies con espuma, pueden unirse las juntas de forma casi estanca a los líquidos. Particularmente en aplicaciones con hormigón in-situ, es posible realizar una fijación con clavos al molde soporte sin gran esfuerzo.

### Productos accesorios

Para lograr una alta calidad superficial en la cara vista del hormigón, el usuario puede recurrir a productos accesorios probados como adhesivos para matrices, agentes de separación, pastas de bloqueo, agentes de limpieza y cuchillas especiales. El molde es el espejo de una superficie expuesta de hormigón. Sólo agentes de separación eficaces y de primera calidad, que pueden ser aplicados en capas extremadamente finas sobre los moldes, aseguran el más alto nivel de calidad en el hormigón visto. Los agentes de separación aireados se han impuesto en las décadas pasadas como los más apropiados para estas aplicaciones. ■

Reckli Chemiewerkstoff GmbH  
Eschstr. 30, 44629 Herne / Germany  
☎ +49 (0) 23 23/17 06-0  
Fax: +49 (0) 23 23/17 06-50  
E-Mail: info@reckli.de  
www.reckli.de



Figura 8. La Ciotat, Francia: Pilares en el edificio de producción de una fábrica de ordenadores

Figura 8. La Ciotat, França: Apoio do pavilhão de produção em fábrica de computadores

### Plásticos líquidos

Podem ser utilizados elastómeros de poliuretano ou silicone para fabrico próprio das matrizes. Os elastómeros de poliuretano são mais adequados para o molde formado do betão vazado, uma vez que possuem uma maior resistência em relação ao betão. Nos elastómeros de poliuretano, pode optar-se por 4 graus diferentes de elasticidade, como p. ex., Shore A30 e A40 com elasticidade branda, Shore A55 com elasticidade média e Shore A70 com elasticidade dura.

Para o tratamento prévio do modelo, são fornecidos produtos acessórios apropriados, a fim de se obter um molde formado do original perfeito.

### Cofragens irrecuperáveis, medidas

#### 0,75 x 3,0 m

As cofragens da Reckli para serem utilizadas 1 x, são fabricadas a partir de uma espuma elástica de PUR, aplicada numa placa de fibras duras. Devido ao revestimento de espuma em todos os lados, as juntas da placa podem ser colocadas de forma praticamente impermeável. Para a utilização do betão moldado no local, em particular, na cofragem de sustentação pode ser utilizada, sem grande esforço, uma fixação com pregos.

### Productos accesorios

Para conseguir uma qualidade perfeita de betão à vista, o transformador pode usar os comprovados produtos adicionais: cola para matrizes, antiaglomerantes, pastas bloqueadoras, detergentes, facas especiais.

A cofragem é o reflexo da superfície do betão à vista. Só os desmoldantes de alta qualidade e funcionais, aplicados nas cofragens numa película finíssima, garantem uma betão à vista com a máxima qualidade. Os desmoldantes com extracção do ar, proporcionam resultados excelentes desde há décadas. ■



**exclusive used plants**  
[www.awtec.de](http://www.awtec.de)

## Habitats vivos para la naturaleza

### Sistema de protección de árboles de Steinwerk

La cooperativa de empresas Steinwerk situada en Bendorf, fiel al motto «espacios vivos», ofrece – junto a sus pavimentos de hormigón de alta calidad – un sistema de protección de árboles especialmente diseñado para su empleo en ciudades. Este sistema se denomina «Concret» y está compuesto por una parrilla, fabricada en dos piezas, con un área del tamaño adecuado para el tronco del árbol. La parrilla se fabrica y suministra completa «ex-works» junto con una sobre-elevación circunferencial de hormigón. Una vez instalado el sistema, se crea una cavidad que impide la compactación del subsuelo y con ello el paso fácil del agua y el aire a las raíces. Una pieza de conexión en la base posibilita la instalación de una tubería de irrigación en la zona de raíces. El área para plantar el árbol dispone así de una cubierta integrada.



El sistema de protección de árboles «Concret» de Steinwerk está compuesto de la parrilla en dos piezas con el alojamiento del tamaño adecuado para el tronco. O sistema de protecção de árvores «Concret» da Steinwerk consiste num aro para árvores com duas peças e um espaço apropriado para plantar a árvore.

Además de la protección óptima de las raíces (por ejemplo, durante la construcción de pavimentos), esta área de protección de las plantas previene el daño a los árboles ocasionado por la compactación del subsuelo en la zona de las raíces. De esta manera se mejora la nutrición y riego del árbol. Al mismo tiempo se impide el crecimiento excesivo de las raíces y los posibles desperfectos en las carreteras, áreas pavimentadas y tuberías subterráneas.

Se pueden integrar en el sistema rejas de protección o alojamientos especiales para impedir daños ocasionados por vehículos.

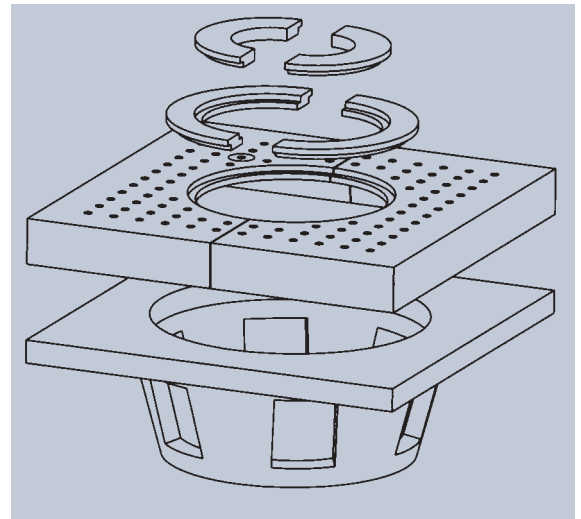
El sistema de protección de árboles «Concret» de Steinwerk se instala rápida y sencillamente. La parrilla está disponible en superficie granallada en siete colores diferentes según la gama de productos de Steinberg. Las áreas «Concret» para árboles y la base a su medida se fabrican en hormigón armado de alta calidad, con dimensiones 2,50 x 2,50 m, 2,00 x 2,00 m y 1,50 x 1,50 m. También se encuentran a disposición anillos reductores que pueden colocarse para adecuar el diámetro interior de la base al tamaño del tronco del árbol. Las cavidades para árboles plantados «Concret» pueden realizarse absolutamente niveladas, sin ningún peligro de hundimiento y sin escalones o graduaciones de nivel. ■

Steinwerk Gesellschaft für Betonelemente mbH  
Postfach 1562, 56160 Bendorf / Germany  
☎ +49 (0) 26 22/7 07 43-0, Fax: +49 (0) 26 22/7 07 43-5  
E-Mail: info@steinwerk.de, www.steinwerk.de

## Espaços vitais vivos para a natureza

### Protecção das árvores pela Steinwerk

Fiel al lema «espacios vitais vivos» a cooperativa de empresas Steinwerk, em Bendorf, propõe, a par de pavimentos de blocos de betão de elevada qualidade, também sistemas de protecção de árvores, que contribuem, especialmente, para manter a existência de árvores no interior das cidades. O sistema de protecção de árvores «Concret» consiste num aro para árvores com duas peças e um espaço apropriado para plantar a árvore. O aro para árvores é fabricado na fábrica com estacas circundantes. Ao colocar o componente, produz-se um espaço oco que impede a compactação do solo, possibilitando o transporte da água pluvial e do ar. Um tubo de enchimento no interior do aro para árvores permite a colocação de um tubo de drenagem no interior da zona da raiz. O espaço para plantar árvores possui uma tampa de cobertura integrada. Para além de uma protecção optimizada das raízes (por exemplo, no curso de trabalhos de construção e pavimentação), os espaços de plantação impedem a deterioração das árvores na zona da raiz pela compactação do solo. Melhoram o transporte de água e nutrientes e impedem o crescimento da raiz para



fora. Desta forma, é possível evitar os possíveis danos mas faixas de rodagem, revestimentos para pavimentos e tubagens subterráneas. Para evitar que os automóveis circulem por cima do aro para árvores, podem ser integradas redes de protecção em arame especiais ou dispositivos contra o abaloamento.

O sistema de protecção de árvores «Concret» da Steinwerk pode ser montado de forma rápida e simples. O aro para árvores pode ser adquirido em sete cores adaptáveis à gama de produtos Steinwerk, com superfície raiada. Os espaços para plantar árvores «Concret» são constituídos por betão armado de alta qualidade e são propostos nas medidas 2,50 x 2,50 m, 2,00 x 2,00 m e 1,50 x 1,50 m, a condizer com o respectivo aro para árvore. Introduzindo anéis reductores, o diâmetro interior do aro para árvores pode ser adaptado à espessura do tronco da árvore. Os espaços para plantar árvores «Concret» podem ser implementados com o mesmo nível, à prova de rebaixamento e sem degraus. ■

## Besser presenta un nuevo equipo para fabricación de tuberías

La compañía Besser ha presentado un nuevo concepto en la maquinaria para fabricación de tuberías – la serie «Advantage» de equipos bidireccionales. La máquina base en la serie «Advantage» es el modelo A-36, un equipo con capacidad para producir tuberías de hormigón con diámetros entre 8” y 36” (200 mm a 900 mm) en longitudes de 8” (2,5 m) ó 10” (3,0 m).

La maquinaria «Advantage» incorpora muchas novedades que hacen su operación más sencilla, manteniendo y mejorando los sistemas y procesos ya probados de Besser. Un nuevo diseño del marco permite múltiples opciones de alimentación del material. El nuevo diseño de los componentes permite un fácil acceso para el servicio, mantenimiento rutinario y un cambio rápido de los accesorios. Se dispone de un cuerpo base de acero que reduce los costes y el trabajo de construcción de fundamentos a medida. El control del equipo puede realizarse de forma manual, mediante el AUTO-PACK Plus o con el nuevo sistema de control Vision 2, para una operación completamente automatizada. La serie «Advantage» cubre todo el espectro de la maquinaria bidireccional en cuanto a tamaños, capacidades y diversidad de modelos. ■

## Besser introduce uma nova máquina para a manufatura de tubos

A firma Besser introduziu um novo conceito em máquinas para fazer tubos de betão – a série «Advantage» máquina bidireccional para fazer tubos. O modelo base da série «Advantage» é o A-36, que produzirá tubos de betão com um diâmetro externo de 8” – 36” (200 mm – 900 mm) e um comprimento de 8” (2.5 m) ou 10” (3.0 m).



Máquinas do tipo «Advantage» destacam-se pelas suas particularidades e sua fácil utilização, o sistema testado e os processos foram conservados e até melhorados. O novo design possibilita uma variedade de possibilidades na alimentação do material. Um novo design dos componentes possibilita o acesso fácil para o serviço de assistência técnica ao cliente, trabalhos regulares de manutenção assim como a troca rápida dos diferentes equipamentos desmontáveis. Um alicerce composto por uma tina de metal está disponível para reduzir os custos da manufatura e instalação. A nova máquina oferece, para uma produção totalmente automática, três opções de comando: Manual, por AUTO-PACK plus ou com o novo sistema de comando chamado Vision 2. A série «Advantage» abrange todo o espectro da máquina bidireccional quanto ao tamanho, capacidade e modelo. ■

Besser Company, Dianna Pelchat  
Communications Director, Sioux City  
P.O. Box 1708, Sioux City, Iowa 51102 / USA  
☎ +1 712 277 8111  
Fax: +1 712 277 1222  
E-Mail: dpelchat@besser.com  
www.besser.com



## Gestión eficaz del agua de lluvia DrainDeck – nueva aplicación para las cubiertas prefabricadas de hormigón pretensado

La gestión eficaz del agua supone hoy en día una obligación para todos. La recolección de agua de lluvia se encuentra entre una de las prioridades. Grandes superficies pavimentadas sin posibilidad de infiltración, almacenamiento o recuperación de agua de lluvia no son ya aceptables.

Cuando el departamento de desarrollo de la compañía Echo en Houthalen, Bélgica, fue requerido para estudiar medidas destinadas a reducir el vertido de agua de lluvia de las 16 ha de terreno de la empresa en el sistema de desagüe público, se aplicó la propia experiencia en la fabricación y la utilización de cubiertas prefabricadas en hormigón pretensado.

El sistema patentado por Echo representa una solución efectiva y flexible para el almacenamiento (intermedio) de aguas pluviales bajo superficies de aparcamiento y otras áreas pavimentadas. Los elementos DrainDeck son cubiertas de cuerpo hueco empleadas aquí como piezas de pavimentación. Se sitúan en el borde del fundamento y forman con él un pavimento que permite la infiltración del agua. Se crea un espacio bajo los elementos DrainDeck que sirve para almacenamiento del agua de lluvia. El agua fluye a este espacio entre las juntas de los elementos DrainDeck.

### Instalación del sistema DrainDeck



Instalación de los elementos Drain-Deck  
*Instalação dos elementos Drain-Deck*

La simplicidad del sistema permite la instalación de los elementos DrainDeck en un tiempo muy corto. Una vez retirada la superficie existente, se instalan los fundamentos. Sobre este se coloca un listón de goma para asegurar una distribución óptima de la carga. El espacio de recolección se protege con material geotextil y grava fina para impedir el depósito de arenas. Posteriormente se posicionan los elementos sobre los fundamentos.

Los elementos se posicionan uno junto al otro fácilmente, sin conexión  
*Os elementos são facilmente posicionados lado a lado, sem conexão*



Generalmente no se junta un elemento a los demás, excepto cuando es preciso absorber cargas específicas concentradas. La superficie limpia del hormigón proporciona buen agarre a los neumáticos de los vehículos; la capa superior de caliza es también estéticamente atractiva.

La instalación del sistema DrainDeck no precisa de conocimientos especiales y de muy poco equipo (únicamente

## Uma eficiente administração da água pluvial

### DrainDeck – nova aplicação de coberturas pré-fabricadas de betão pré-esforçado

Hoje, uma administração eficiente de água pluvial é uma obrigação. Uma das prioridades aqui é a coleta da água da chuva. Grandes áreas pavimentadas sem possibilidades de infiltração, armazenagem intermédia ou recuperação, são hoje inaceitáveis.

Quando o departamento de desenvolvimento da firma Echo em Houthalen, Bélgica, teve que pensar em medidas convenientes para a redução do influxo de água dos 16 ha de área industrial da companhia para a rede de saneamento público, naturalmente eles fizeram uso dos próprios profissionais da companhia para a produção e o uso de coberturas pré-fabricadas de betão pré-esforçado.

O sistema DrainDeck da firma Echo, apresenta uma solução eficiente, económica e flexível para o armazenamento (intermédio) de água por baixo de estacionamentos ou outras áreas pavimentadas. Os elementos do sistema DrainDeck são coberturas pré-fabricadas de betão pré-esforçado que são utilizadas como pavimento. Eles são colocados em cima do fundamento e formam, junto com o fundamento, um sistema de fixação de superfície com capacidade de armazenagem. A cavidade abaixo dos elementos DrainDeck serve de reservatório intermédio para a água da chuva, a água chega até ele através das fendas do elemento DrainDeck.

### Instalação do sistema DrainDeck

Graças à simplicidade do sistema, o elemento DrainDeck pode ser instalado em pouco tempo. Após a remoção da camada protectora, os fundamentos podem ser instalados. Será colocada uma faixa de borracha sobre o fundamento, garantindo assim uma óptima distribuição da carga. Para evitar a sedimentação, o reservatório intermédio será protegido com geotêxtil e cascalho fino. Em seguida, os elementos podem ser colocados sobre o fundamento.

Em geral os elementos não são unidos uns aos outros, exceto onde há a necessidade de absorção de cargas especialmente concentradas. A superfície lavada do elemento oferece aos pneus do veículo uma boa aderência ao piso; a camada superior de pedra calcária é esteticamente mais atractiva.

A montagem do sistema DrainDeck exige poucos aparelhos (simplesmente um guindaste) e nenhum conhecimento especial. Isto significa não apenas um preço competitivo, mas uma significante redução do risco de falhas.

### Aspectos ecológicos

Áreas com grandes superfícies construídas ou pavimentadas necessitam de uma grande capacidade de armazenagem. Isto não representa um problema para o sistema DrainDeck. Lajes semipermeáveis não oferecem esta vantagem.

Em contraste com um lago, por exemplo, a área acima do reservatório intermédio pode ser usada como estacionamento ou para outros fins. Este conceito combina perfeitamente com a tendência de um uso duradouro da área, que é exigido ou até mesmo subsidiado pelas autoridades de alguns países.

una grúa). Esta característica no sólo se traduce en un precio competitivo, reduce además significativamente el riesgo de error.

### Aspectos medioambientales

Grandes superficies ya construidas o pavimentadas precisan de una gran capacidad de recolección. Esto no supone un problema para el sistema DrainDeck. El sistema puede almacenar agua no proveniente del propio pavimento de infiltración. El pavimento semipermeable no ofrece esta ventaja.

En contraposición a, por ejemplo, un estanque, la superficie sobre el espacio de almacenamiento puede destinarse a lugar de aparcamiento o destinarse a cualquier otra utilidad. Lo anterior se ajusta perfectamente a la tendencia actual en un uso sostenible del espacio requerido y a veces subvencionado en algunos casos por las autoridades.

El espacio de recolección puede almacenar el agua temporalmente, dejar que infiltre despacio en el subsuelo o canalizarla en el sistema de alcantarillado.

Una opción si cabe más interesante es almacenar el agua de lluvia hasta el momento en que se necesite de ella, por ejemplo, como agua de extinción de incendios.

### Seguridad en la planificación y futura

Puede confirmarse como regla lo extremadamente costoso y difícil (o imposible) que resulta llevar a cabo inspecciones regulares de sistemas de almacenamiento subterráneo y de infiltración. Los elementos DrainDeck son la excepción a esta norma; pueden instalarse, inspeccionarse y mantenerse bajo tierra con facilidad. El sistema completo puede inspeccionarse rápida y económicamente a través de las compuertas de inspección o por un simple levantamiento de elementos individuales. Los elementos contaminados o dañados pueden reemplazarse con facilidad sin afectar de ninguna manera a los demás elementos.

Los elementos DrainDeck forman un sistema prefabricado y por tanto las piezas de pavimentación y cualquier fundamento prefabricado puede retirarse y reinstalarse en otro lugar. Esto supone una ventaja, especialmente en compañías que extienden con regularidad su terreno.

Gracias a la simplicidad y rapidez en la instalación, y porque en principio no es necesario ningún sistema de drenaje, puede realizarse la pavimentación con un sistema de alta capacidad de infiltración y recolección mediante una relativamente modesta inversión. Un estudio externo ha calculado que el coste de este sistema para el almacenamiento de un metro cúbico de agua de lluvia es significativamente inferior al de un sistema tradicional. El coste del sistema DrainDeck es en consecuencia bastante inferior al de otros sistemas de pavimentación con recolección e infiltrado.

### El periodo de prueba superado

Una extensión experimental de 250 m<sup>2</sup> fue pavimentada en el terreno de la compañía Echo y ha sido probada en la práctica. La aplicación del nuevo sistema DrainDeck ofrece excelentes posibilidades en el diseño arquitectónico.

Actualmente se está llevando a cabo un proyecto en Bélgica para el que se está instalando en un área de aproximadamente 800 m<sup>2</sup> un sistema DrainDeck – en este caso se trata de una superficie para aparcamiento de autobuses. ■

Echo  
Industrieterrein Houthalen-Oost  
Donderslagweg 25, 3530 Houthalen / Belgium  
☎ +32 (0) 89 / 84 03 11  
Fax: +32 (0) 89 / 84 03 35  
E-Mail: info@echobel.com  
www.draindeck.be



Área de almacenamiento bajo la superficie  
*Espaço para armazenagem embaixo da superfície*

A água pode permanecer temporariamente no reservatório e depois infiltrar lentamente no solo, ou ser introduzida no sistema de água de esgoto.

Uma opção ainda mais interessante é a coleta de toda a água da chuva para um uso posterior, por exemplo, como água para extintor de incêndio.

### Segurança para planeamento e para o futuro

Geralmente a inspeção regular dos diferentes reservatórios de água e sistemas de drenagem é cara e difícil (quando não, impossível). Os elementos DrainDeck são as exceções à esta regra – eles podem ser facilmente localizados, inspeccionados ou mantidos, mesmo abaixo do solo. Todo o sistema pode ser rapidamente controlado através das tampas de inspeção, simplesmente levantando o elemento. Um elemento sujo ou danificado pode ser substituído por um novo sem problema algum, sem prejudicar de maneira alguma os outros elementos.

Como o elemento DrainDeck forma um sistema de produto acabado, os fundamentos pré-fabricados podem ser tirados e colocados novamente em outro sítio. Este é um valioso ponto positivo, principalmente para empresas que aumentam sua área de serviço regularmente.

Graças à montagem rápida e fácil, e por que a princípio não são necessários; um sistema de drenagem, um pavimento, um sistema com alta capacidade de infiltração e um sistema de reservatório intermédio, pode ser realizado com um investimento relativamente modesto. Um gabinete de engenharia independente calculou que, o custo para o reservatório intermédio de um metro cúbico de água da chuva, está significativamente abaixo do que um sistema tradicional. Conseqüentemente o sistema DrainDeck custa muito menos que outros sistemas pavimentados de reservatórios intermédios e de infiltração.

### Período de provas concluído

No terreno industrial da firma Echo, foi instalada uma área experimental de 250 m<sup>2</sup> com o sistema DrainDeck, o qual já havia sido testado na prática. Do ponto de vista arquitetônico, o novo sistema DrainDeck oferece excelentes possibilidades de aplicação.

Um novo projecto na Bélgica instalará o sistema DrainDeck numa área de 800 m<sup>2</sup>, neste caso é um estacionamento para autocarros. ■



Posibilidades en el diseño  
*Possibilidades de design individual*



**exclusive used plants**  
[www.awtec.de](http://www.awtec.de)

## Schöck Bauteile

### Refuerzo de fibra de vidrio en el metro de Ámsterdam

Schöck Bauteile GmbH en Baden-Baden ha obtenido el contrato para la armadura de los muros diafragma con ComBAR en los 9,5 km de extensiones en la línea Norte-Sur del sistema de metro en Ámsterdam. La finalización de las obras está prevista para el año 2011.

Las estaciones de metro así construidas constituyen los puntos de partida para las máquinas taladradoras de avance en túnel con una longitud de 60m, en este importante proyecto de unos 3,8 km. Los requerimientos que esto supone a las armaduras son particularmente altos dadas las enormes fuerzas creadas por las presiones constantes que ejerce el suelo a profundidades de 40m, que deben ser absorbidas. Sin embargo debe ser posible realizar cortes a través del material y en particular cuando las cabezas de taladrado en túnel, con un diámetro de 7 m, avanzan a través de los muros pantalla frontales de los pozos de descenso.

ComBAR debe sus particulares características a una mezcla de resinas sintéticas y fibras de vidrio producida por extrusión para su utilización como barras de refuerzo. El armado de hormigón con este material de refuerzo es similar al que se consigue con barras normales de acero corrugado. Su comportamiento en cuanto a la adherencia y resistencia a la tracción también son comparables con las de redondos del tipo BSt 500. Asimismo es fuerte, rígido, resistente a la fractura y considerablemente más ligero que las armaduras de acero. Es posible crear formas con él. En particular para la línea Norte-Sur en Ámsterdam van a emplearse 40 toneladas de armadura de refuerzo de fibra de vidrio en seis muros pantalla. Las jaulas de armadura se fabrican con barras rectas, anillos y pernos con doble cabeza que finalmente quedan envueltas en el hormigón darle al muro pantalla la necesaria estabilidad. El bajo peso del material simplifica la tarea de introducción de las jaulas en la excavación.

La construcción de túneles es uno de los posibles sectores de aplicación de Schöck ComBAR. El material es aislante térmico, no magnético y no conductor de la electricidad. Como tal,

puede ser empleado en la construcción de casas, muelles, instalaciones médicas, carreteras, túneles, puentes o instalaciones de generación de energía. Schöck inició el desarrollo de estas armaduras de fibra de vidrio en el año 1995. Sin embargo, la actual labor de desarrollo de un producto propio de Schöck comenzó en el año 2000, después de un periodo de cuatro años en los que la compañía ejerció exclusivamente derechos de venta en Europa de un producto con licencia de los Estados Unidos. El resultado es un perfil de refuerzo mejorado, más seguro, en cuyo desarrollo han participado el Instituto para Materiales de Construcción y Estructuras en Munich, el Instituto para Materiales y Mecánica en la Construcción en Darmstadt, el Centro para la Ingeniería del Plástico en Erlangen y la Fundación Federal Alemana del Medioambiente que apoya el proyecto desde 2002.



ComBAR debe sus particulares características a una mezcla de resinas sintéticas y fibras de vidrio producida por extrusión para su utilización como barras de refuerzo. ComBAR recibe las propiedades especiales de la mezcla de resina sintética y fibras de vidrio. El material es resistente, rígido, a prueba de ruptura, segregador térmico, no es magnético y ofrece, así, múltiples posibilidades de utilización en el sector de construcción

## Schöck Bauteile

### Reforço em fibra de vidro para a linha do metropolitano em Amsterdão

Com a ampliação da linha do metropolitano de Amsterdão com a linha Norte-Sul de 9,5 km de comprimento, até ao ano de 2011, a empresa Schöck Bauteile GmbH em Baden-Baden, foi incumbida do reforço das paredes moldadas com ComBAR da Schöck.

As obras assim realizadas para a estação constituem o ponto de partida para as máquinas tuneladoras com 60 m de comprimento, que vão perfurar o solo ao longo dos 3,8 km deste grande projecto. Isto coloca solicitações especiais ao reforço, que tem de absorver enormes forças, devido à acção permanente da pressão da terra a 40 m de profundidade. Mas, sobretudo, o material deverá ser removível, para permitir que as cabeças perfuradoras da tuneladora com 7 m de largura avancem através das paredes frontais dos canais de descida.

ComBAR recebe as suas propriedades especiais da mistura de resina sintética com fibras de vidro, que é processada pelo processo de pul-extrusão numa barra de reforço. O aspecto óptico assemelha-se ao do aço para betão armado, devido à superfície ranhurada. A reacção composta e a resistência são comparáveis com BSt 500. A mistura é resistente, rígida, à prova de ruptura e significativamente mais leve do que o aço para betão armado. Também são possíveis moldes curvados. Em 6 paredes moldadas, especialmente na linha Norte-Sul de Amsterdão, são utilizadas 40 toneladas de reforço de fibra de vidro. Com barras rectilíneas, arcos e pernos de cabeça dupla é fabricada uma rede de armadura que é betonada a seguir e confere à parede moldada a estabilidade necessária. O reduzido peso do material facilita o processamento da condução do reforço no canal.

A construção de túneis é apenas um dos campos de aplicação possíveis para a ComBAR da Schöck. O material é segregador térmico, não é isolador magnético nem eléctrico e permite a sua utilização na construção de andares, construção de portos, aparelhos medicinais, construção de estradas, pontes e túneis ou dispositivos de abastecimento de energia.

A Schöck já iniciara o desenvolvimento deste reforço de fibra de vidro no ano de 1995. Após um período de transição de 4 anos, durante o qual a empresa se encarregou da comercialização exclusiva na Europa de um produto americano produzido sob licença, o ano de 2000 começou com um desenvolvimento próprio. O resultado disso é, agora, uma barra de reforço com capacidade de aprovação melhorada, em cujo desenvolvimento participaram, de forma decisiva, o Instituto dos Materiais de Construção e Edificação de Obras em Munique, o Instituto de Materiais e Mecânica para o Sector da Construção em Darmstadt, Cátedra de Tecnologia de Plásticos em Erlangen e, por último, a Fundação Federal Alemã para o Ambiente, com a promoção do projecto desde 2002.

Schöck Bauteile GmbH  
Vimbucher Strasse 2  
76534 Baden-Baden / Germany  
☎ +49 (0) 72 23 / 967-0  
Fax: +49 (0) 72 23 / 967-450  
E-Mail: schoeck@schoeck.de  
www.schoeck.com

**Gran interés de las empresas de producción de materiales de construcción en la maquinaria y equipos para el transporte, la colocación de piezas de pavimentación y el relleno de forma racional de las juntas**

## Tendencias

La edición de Bauma en este año ha concluido. Las empresas participantes hacen balance y éste resulta en general positivo. Nacen nuevos contactos y se fortalecen los antiguos. Las compañías de tamaño medio se benefician de modo especial con estos contactos. La situación económica a nivel internacional se presenta prometedora, a pesar de que la situación de los mercados varía rápidamente. La capacidad para adaptarse con prontitud y flexibilidad a la situación variante del mercado es una de las ventajas de las empresas pequeñas y medianas.

La compañía Probst Greiftechnik Verlegesystem GmbH da buen ejemplo de flexibilidad y creatividad. Una política innovadora a largo plazo explica su éxito a nivel nacional e internacional. Una buena demanda nacional, por encima de la media, y una tasa fuerte de exportación, que representa actualmente más del 50%, permiten a la firma una producción a gran escala. Como resultado de ello ofrece productos de alta calidad a precios competitivos y esto se premia en el mercado. Probst se encuentra en contacto directo y constante con productores e instaladores de materiales de construcción para poder aportar soluciones adecuadas a cada problema.

Probst ha presentado una vez más, junto a maquinaria y equipos de su amplio y exitoso programa de eficacia ya probada, una novedad: el equipo de rejuntado EASY FILL EF-H, una máquina robusta y sólida para el relleno manual entre piezas de pavimento. El equipo no representa con seguridad lo que hoy en día se entiende como producto de alta tecnología. Sin embargo, este nuevo paso en el desarrollo, con su técnica innovadora, lo sitúa claramente por delante de otros equipos similares.

La mejora en la realización del trabajo que logra la marcha atrás, mediante las cruces de cepillos rotativos, fue muy alabada. La fuerza requerida para empujar el EF-H se reduce con ello en un 80%. La válvula con la que puede dosificarse con precisión el agua necesaria para la dilución, tuvo también gran aceptación por parte de los profesionales que acudieron a la feria. En equipos en los que no puede hacerse una dosificación de agua existe el peligro de que – por ejemplo, tras cortas interrupciones en el relleno de las juntas – el enlodado se convierta en desenlodado. La corrección es ardua.

El equipo de Probst abarca un ancho de trabajo de 1170 mm. Un motor de gasolina de 4 Kw acciona las cruces rotativas de cepillos acopladas entre sí. Los diseñadores de Probst se han

**O interesse por fábricas de materiais de construção, em máquinas e aparelhos para um transporte racional dos materiais de construção, pavimentação e enchimento das juntas**

## Mudança de tendência

A Bauma deste ano acabou. Os expositores fazem o balanço que em geral foi muito positivo. Novos contatos foram feitos, os velhos aprofundados. Principalmente as empresas médias puderam lucrar com os contatos. Do ponto de vista internacional o desenvolvimento econômico geral se apresenta muito promissor, no qual os mercados mudam rapidamente. Capacidades de adaptação rápidas e flexíveis nas situações de mercado que mudam continuamente fazem parte, do forte, dos pequenos e médios empresários.



**Easy Fill: 50 m<sup>2</sup> en menos de 15 minutos**  
**Easy Fill: 50 m<sup>2</sup> em menos de 15 minutos**

A firma Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH é um bom exemplo de flexibilidade e criatividade. A empresa consegue êxito nacional e internacional devido a sua política de produção inovativa e com visão de futuro. A extraordinária demanda nacional e a exportação que hoje está acima dos 50%, possibilita a empresa produzir peças em grande quantidade. Com isso pode-se oferecer a mais alta qualidade de produção por um menor preço, que o mercado recompensa. Além disto a firma Probst está em contacto contínuo com os produtores de material de construção e assentamento para poder oferecer soluções para possíveis problemas.

A firma Probst apresentou novamente na Barma, junto às suas experimentadas e bem sucedidas máquinas e aparelhos, uma novidade. O aparelho de preenchimento da junta da pavimentação EASY FILL EF-H, uma máquina construída de maneira robusta e sólida para a colocação manual da junta de pavimentação no pavimento assentado. O aparelho com certeza não é o que usualmente se entende por um Produto hightech. Contudo este novo desenvolvimento se distingue nitidamente de outros aparelhos, através de sua técnica inovativa.

Com sua excelente facilitação no trabalho o acionamento para frente, que é produzido pelas escovas cruzadas giratórias, recebeu grandes elogios. O dispêndio de energia para empurrar o EF-H diminuiu, através disso, em 80%. Até a torneira de água montada no equipamento, a qual pode dosar a condução de água necessária para o escoamento de lama, foi muito elogiada pelos visitantes especializados da exposição. Em vassouras mecânicas nas quais a condução de água não pode ser dosada no local, há sempre o perigo, por exemplo, de que em curtas interrupções do refecimento das juntas o efeito de escoamento de lama inverta. Então deve ser melhorado.

Com uma largura útil de trabalho de 1170 mm o novo equipa-



La tenaza de agarre ATZ-E proporciona alta eficiencia con su breve duración del ciclo y su manejo óptimo  
*As pinças elétricas de remoção ATZ-E oferecem alta eficiência através de tempos curtos de ciclos e ótimo manejo*

ocupado también de la disposición de la altura de los cepillos. La altura de los cepillos se regula sin escalones por medio de una varilla de cambio rápido. Con ello se ajusta de forma óptima la presión de los cepillos necesaria para un rejuntado racional y eficiente de cada superficie pavimentada. Se evita una presión excesiva de los cepillos con lo que se reduce considerablemente el desgaste de estos. El operario agradece la técnica especial aplicada en los cepillos del EF-H. Los cepillos no pierden nunca el contacto con la superficie pavimentada – aún cuando se haya esparcido gran cantidad de arena – y las juntas se rellenan constantemente muy eficientemente. El efecto de relleno es tan fuerte que una única «pasada» es suficiente para rellenar de arena las juntas de forma completa y decisiva. Se consigue lo anterior tanto con arena seca en climatología seca, como con enlodados húmedos.

Probst expuso naturalmente también en esta edición sus ya internacionalmente conocidos equipos de instalación de pavimento VM 203 y VM 204 ROBOTEC. Estas máquinas de aplicación autoaccionadas son reconocidas a nivel nacional e internacional como equipos confiables, con una operación libre de incidentes en las duras condiciones de trabajo en obra.

Las tenazas de instalación de las dos máquinas cuentan con el probado equipamiento automático de presión ADV que evita un repaso en la aplicación de las capas de adoquín. La diferencia entre la VM 203 y la VM 204 estriba en que la VM 204 ROBOTEC cuenta con una confortable cabina con calefacción desde la que el operario puede dirigir todos los movimientos de la tenaza por SPS.

Las diferentes tenazas de apilado de la serie STAZ para la colocación rápida de paquetes de piezas podían contemplarse también en el stand de exposición de Probst. Se realizó una demostración en vivo del transcurso de la secuencia de agarre con la tenaza eléctrica de transporte ATZ-E. Los visitantes de la feria pudieron hacerse una impresión de la capacidad del equipo, ya garantizado desde hace años con su operación en el transcurso de las obras. Su diseño es además particularmente adecuado para la seguridad y protección de la salud de los operarios que las manejan, lo que se traduce finalmente en menores costes operativos y sociales.

Merece mención especial el gran interés observado. Los representantes de las compañías de construcción mostraron frecuentemente su interés por la maquinaria y equipos destina-



VM 203: aplicable en múltiples funciones – disposición de piezas de bordillo, placas, enarenado, transporte, enlodado, barrido, etc.

*VM 203: de uso versátil também para o assentamento de placas e pedras de meio fio, areamento, transporte, escoamento de lama, varredura etc.*

mento Probst é um dominador de superfície. Um motor a gasolina com força 4 kW aciona as escovas cruzadas giratórias engrenadas. Os construtores da Probst se preocuparam também com a regulação exata da altura da escova. Através de uma barra de ajustamento a altura da escova é regulada continuamente. Com isso a pressão necessária da escova para um preenchimento racional e eficiente está otimamente regulada para a respectiva superfície de pavimentação. Evita-se uma pressão muito alta da escova, sendo assim seu desgaste diminui consideravelmente. A utilidade do método especial de escova do EF-H é considerável para o usuário. As escovas nunca perdem o contato com a superfície de pavimentação mesmo quando há muita areia acumulada, de maneira que as juntas são eficientemente preenchidas. O efeito de reversão é tão forte que uma única «travessia» é suficiente para encher as juntas de pavimentação completa e eficazmente com areia. Isto é válido tanto para areia seca em ambiente seco, como também para escoamento de lama.

Claro que a firma Probst apresenta também este ano suas já conhecidas máquinas de pavimentação VM 203 e VM 204 ROBOTEC. Estas máquinas de pavimentação autopropulsoras adquiriram, um bom e conhecido nome, devido ao seu funcionamento dotado de fiabilidade e sem falhas de funcionamento permanente abaixo difíceis condições em construções no país e no e no exterior.

As pinças de assentamento de ambas as máquinas possuem o comprovado e automático dispositivo de relevação ADV, o que dispensa um repasse no assentamento da camada de pedras. A diferença entre a VM 203 e a VM 204 é que a VM 204 ROBOTEC tem uma cabine confortável e aquecível da qual pode-se comandar todos os movimentos da pinça de assentamento por SPC.

Os diferentes empilhadores com pinça complementar da série STAZ para a mudança súbta de pacotes de pedras, também estavam em exposição no stand da Probst. As pinças elétricas de remoção ATZ-E foram mostradas em uma apresentação ao vivo, em uma operação de remoção de uma camada de pedras. Desta maneira os visitantes da exposição puderam ter uma imagem concreta da capacidade deste equipamento, o que já havia se comprovado durante anos no fluxo interno do material. O que contribui de maneira excelente para o cuidado da força de trabalho humana e para que o funcionário man-

dos a la colocación de adoquines y placas de pavimentación. Este fenómeno no es completamente desconocido para Probst. Sin embargo, hasta el momento, la compañía había tenido esta experiencia principalmente con clientes extranjeros. La industria de los materiales de construcción es diferente en el extranjero y está en muchos aspectos muy estrechamente relacionada con la industria y el sector de la construcción. Allí no es infrecuente que las plantas de producción de hormigón colaboren, por ejemplo, con instaladores de piezas de pavimentación como compañías subcontratadas o incluso que la disposición de las piezas de pavimento se encuentre entre una de sus funciones. Cada vez con mayor frecuencia ofrecen las plantas de producción de materiales de construcción como servicio al cliente un parque de alquiler de maquinaria de colocación de piezas de pavimento. Así pueden instalarse económicamente piezas de pavimento y formaciones de placas. Las compañías de la industria de los materiales de construcción crean de esta manera en su búsqueda del beneficio un camino directo hacia el eslabón final de la cadena. ■

tenha-se saudável. O que finalmente compensa na baixa dos custos econômicos assim como político-economicamente. Saliente estava especialmente um forte e característico interesse em poupar. Os representantes da indústria de material de construção mostraram-se interessados em máquinas e equipamentos que estavam sendo oferecidos especialmente para pavimentação e assentamento de placas. Este fenômeno não é totalmente extraordinário para a firma Probst. Até agora a firma Probst teve esta experiência principalmente com clientes estrangeiros. No exterior a indústria de material de construção é diferente e de forma variada freqüentemente está intimamente ligada ao ofício. Não é estranho que o trabalho com betão, por exemplo, pavimentação se ocupe como subcontratante ou até pavimentação e assentamento de placas se mantenham como empreendimento próprio. A fábrica de materiais de construção oferece, de forma crescente, como serviço ao cliente, um parque de aluguel com máquinas de pavimentação e assentamento de placas. Desta maneira pode-se assentar com custos favoráveis camadas de pavimentação e também formação de placas. Com isso os empresários da indústria de material de construção conseguem, para o seu produto, um caminho obrigatório de vendas, direto ao ponto final do corrente de vendas. ■

Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH  
Gottlieb-Daimler-Str. 6, 71729 Erdmannhausen / Germany  
☎ +49 (0) 71 44 / 33 09-26, Fax: +49 (0) 71 44 / 33 09-50  
E-Mail: torsten.schick@probst-gmbh.de  
www.probst-gmbh.de



**JETZT  
ERHÄLTlich  
NOW  
AVAILABLE**

**fib**  
CONCRETE

**Handbuch für Planung und Entwurf  
von Fertigteilbauten**

**Planning and Design Handbook  
on Precast Building Structures**

2. Auflage / 2<sup>nd</sup> edition 2004

**NUR  
18,50 €  
ONLY**

**fib**

**Handbuch für Planung und Entwurf  
von Fertigteilbauten**

**Planning and Design Handbook  
on Precast Building Structures**

Das Handbuch ist bei der Redaktion der BFT zum Preis von 18,50 € erhältlich.  
The handbook is available from the editorial office of BFT at the price of 18.50 €.



BFT-Redaktion  
Avenwedder Straße 55, Postfach 120 / PO Box 120  
33335 Gütersloh, Deutschland/Germany  
Tel.: +49 (0) 52 41 / 80 89-364, Fax: +49 (0) 52 41 / 80 94 115  
E-Mail: bft@bauverlag.de

**Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau**

**Tradición e innovación en simbiosis**



El «equipo inline de envejecimiento» Rekers proporciona a los bloques un aspecto antiguo O «Rekers Inline Pedra Antique» para o envelhecimento de blocos de betão

El nombre Klostermann representa productos de calidad fabricados en hormigón así como una variada oferta en superficies, aplicables en el diseño en el ámbito público y privado, no sólo en la región donde la compañía está localizada. La marca es apreciada como garantía de alta calidad en productos prefabricados en hormigón e innovadores sistemas más allá a las fronteras de Nordrhein-Westfalen. La fabricación, en las localidades de Coesfeld y Bestwig, se realiza bajo estrictos requerimientos de calidad, comenzando con la materia prima, en la fabricación y el mecanizado secundario. Se están invirtiendo esfuerzos considerables en nuevos desarrollos

tecnológicos que combinan funcionalidad y protección medioambiental óptimas. Un producto clásico, una especialidad con tradición, en Klostermann son sus bloques para pavimentación con aspecto «antiguo».

Klostermann tomó un nuevo rumbo hace aproximadamente dos años. La compañía emplea, junto al tradicional pulido en tambor, un proceso innovador para el tratamiento superficial de sus piezas con el denominado aspecto «antiguo plus».

Mediante un envejecimiento más suave, mecánico, de la superficie se someten a abrasión los cantos de las piedras y de este modo se obtiene su tradicional aspecto rugoso y picado. Los daños accidentales o películas de cemento que pueden aparecer en el tratamiento con tambor no se dan en este proceso.

El primer equipo de este tipo se instaló y probó en el año 2002 en las instalaciones de Coesfeld con un proyecto desarrollado en la propia casa. El desarrollo se patentó y volvió a desarrollarse por la compañía Rekers a la que se transfirió el derecho de comercialización.

Mediante el «equipo de envejecimiento inline» de Rekers se tratan los bloques de hormigón en su cara endurecida en un circuito carrusel de pallets en la estación de agrupamiento en paquetes. El equipo de envejecimiento Rekers trata las caras superiores y los cantos del producto fraguado (< 24 h) en el tablero de producción, previamente al empaquetado.

El considerable éxito en el mercado del novedoso aspecto envejecido condujo a Klostermann a aumentar la capacidad de la planta con un segundo módulo sólo un año después. La planta de producción de Bestwig cuenta por tanto con un doble módulo.

**Ventajas del equipo de envejecimiento de Rekers**

- ▶ Posibilidad de tratamiento de bloques de diversos tamaños y formas, así como productos finos, como por ejemplo placas etc, que no pueden ser pulidos en tambor.
- ▶ La intensidad del procesado puede variarse mediante unos pocos y simples ajustes

**Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau**

**Tradição e inovação em simbiose**

O nome Klostermann representa, na região, não apenas a qualidade dos produtos de betão e uma diversidade de ofertas de áreas interessantes, designadas a formar o ambiente público e privado. Não só apenas na região na qual a companhia está localizada, Nordrhein-Westfalen, mas muito mais além, ela significa garantia de produtos de betão de alta qualidade e soluções para sistemas inovadores. A produção em Coesfeld e Bestwig segue os rigorosos princípios de qualidade, começando pela matéria prima indo até os processos de produção e beneficiamento. Recursos consideráveis são investidos em novos desenvolvimentos técnicos, que combinam perfeitamente com a funcionalidade e protecção do meio ambiente. Um clássico, e há muito tempo uma especialidade da firma Klostermann, são as pedras de pavimentação com um look «antigo».

Há mais ou menos dois anos a firma Klostermann traça novos caminhos. Juntamente com o rolamento clássico das pedras de pavimentação, Klostermann usa como novidade no mercado, um novo processo para o processamento de superfície com o visual «antique plus».

Através da suave aparência antiga, mecanicamente produzida na superfície, os cantos das pedras são processados de maneira irregular, permanecendo assim com seu típico carácter antigo. Danos causados acidentalmente ou véu de cimento, assim como ocorre no rolamento com tambor, não ocorrem com este procedimento.

A primeira máquina deste tipo foi instalada e testada, no ano de 2002 na cidade de Coesfeld, para desenvolver um projecto interno da companhia. Esta concepção foi patenteada e mais tarde desenvolvida com a firma Rekers, à qual foram transferidos os direitos exclusivos de comercialização.

O sistema patenteado «Rekers Inline pedra antique», facilita o processo de envelhecimento de blocos de betão no lado mais duro na circulação do empacotamento. O Rekers pedra «antique» trabalha a parte superior e cantos de produtos endurecidos (< 24 horas) na tábua de assento, antes de serem embalados.

O sucesso considerável desta novidade no mercado fez com que Klostermann, um ano mais tarde, aumentasse a fábrica em um módulo duplo, estendendo assim a capacidade contínua de processamento. Um módulo adicional foi instalado também na filial de Bestwig.

**Vantagens do Rekers – «antique»**

- ▶ Processamento de blocos com tamanhos e formas diferentes, assim como produtos finos p. ex. placas etc. que não são convenientes para o tambor rotativo.
- ▶ A intensidade do processamento pode ser mudada fazendo alguns ajustes simples
- ▶ Não há custo adicional de funcionários para os trabalhos de selecção, agrupamento e embalagem
- ▶ Desperdício na produção é eliminado virtualmente
- ▶ Reequipável nos circuitos já existentes para uma entrada no mercado com custos baixos

O tempo de processamento para uma unidade simples é de aprox. 20 segundos dependendo do tamanho da tábua e do



- ▶ Ningún coste en personal adicional para la clasificación, agrupamiento y empaquetado
- ▶ Los restos en la producción son prácticamente eliminados
- ▶ La posibilidad de instalación en un circuito existente facilita una incorporación al mercado económicamente eficiente

La duración del tratamiento en una unidad simple es aproximadamente 20 segundos, dependiendo del ancho del tablero y del aspecto anticuado deseado (hasta 180 m<sup>2</sup> por hora); con un módulo doble 14 segundos (hasta 250 m<sup>2</sup> por hora) para garantizar la integración en el ciclo del equipo.

Tanto el módulo simple como el doble consisten en un marco ajustable verticalmente que tensiona el transportador. La unidad completa puede ajustarse 500 mm en altura, en analogía con la altura del producto.

Los ocho soportes de martillo se desplazan hacia arriba y abajo mediante un reductor electromecánico. Los ocho soportes de martillo, equipados con diferentes taqués suspendidos, se desplazan rápidamente arriba y abajo a distintos intervalos. El envejecimiento de la cara superior y los cantos de las piezas se efectúa por la gravedad de los taqués. La intensidad del tratamiento puede ajustarse por medio del variador de frecuencia del accionamiento del árbol de levas. La velocidad de avance del transportador, junto con la altura de caída de los taqués y el movimiento de elevación con regulador de frecuencia, puede determinarse individualmente por el cliente. Éste obtiene así su propio resultado óptico.

El equipo hidráulico para el ajuste vertical de la altura del marco al producto y la unidad de control eléctrica están localizados en el panel de control.

El equipo en su totalidad está cubierto para reducir el nivel de ruido. Se accede a través de una puerta de doble hoja con ventana y cierre de seguridad. ■

Rekers GmbH Maschinen- und Anlagenbau  
Gerhard-Rekers-Straße 1  
48480 Spelle / Germany  
☎ +49 (0) 59 77 / 936-0  
Fax: +49 (0) 59 77 / 936-250  
E-Mail: info@rekers.de  
www.rekers.de

H. Klostermann GmbH & Co. KG Betonwerke  
Am Wasserturm 20  
48653 Coesfeld / Germany  
☎ +49 (0) 25 41 / 749-0  
Fax: +49 (0) 25 41 / 749-36  
E-Mail: info@klostermann-beton.de  
www.klostermann-beton.de

padrão de envelhecimento desejado (até 180 m<sup>2</sup> por hora), para um módulo duplo 14 segundos (até 250 m<sup>2</sup> por hora), para assegurar a integração do tempo do ciclo da máquina.

O módulo simples e o duplo são compostos por uma armação com ajuste de altura que estica o transportador. A unidade completa pode ser alinhada verticalmente em 500 mm, análogo à altura da produção.

Os 8 suportes de martelo são movidos para cima e para baixo por meio de um comando por came ajustável, com motor eléctrico. Os 8 suportes de martelo, equipados com diferentes pilões suspensos, são movimentados rapidamente para cima e para baixo em intervalos diferentes de tempo. O envelhecimento da parte superior do produto, ou seja, dos cantos, é feito pela força de gravidade do pilão. Através das hastes do comando por came, pode-se pré-selecionar a altura da queda



por meio de um motor eléctrico via premer interruptor. A intensidade do processo pode ser pré-definida através do conversor de frequência do motor de tracção do eixo de cames. Todo cliente pode estipular ele mesmo o melhor padrão de envelhecimento através da velocidade de avanço do transportador em conjunto com a altura da queda do pilão, assim como o movimento de curso com frequência regulada. O equipamento hidráulico para o ajuste vertical da altura da armação para o produto, assim como o comando eléctrico, encontram-se no painel de controle.

Para reduzir o nível de ruído o equipamento completo está envolto. O acesso é possível através de uma porta de dois batentes com janela e fechadura de protecção. ■





www.bauverlag.com

Part of Springer Science+Business Media

BFT Betonwerk + Fertigteil-Technik  
Concrete Plant + Precast Technology Edición española / Edição portuguesa

www.bft-online.info

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 redacción**  
Dr.-Ing. Holger Karutz (hk) ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 363  
E-Mail: holger.karutz@springer-sbm.com  
(Responsable del contenido/Responsável pelo conteúdo)

**Redacción/Redação**  
Dipl.-Ing. Jürgen Gläsle (gls) ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 103  
E-Mail: juergen.glaesle@springer-sbm.com

**Oficina de redacción/Escritório de redação**  
bft@bauverlag.de Fax +49 (0) 52 41 / 80-94 115  
Monika Kämmerer ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 364  
E-Mail: monika.kaemmerer@springer-sbm.com  
Sabine Anton ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 365  
E-Mail: sabine.anton@springer-sbm.com  
Berit Jürgensen ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 368  
E-Mail: berit.jurgensen@springer-sbm.com

**Director de publicidad/Director de publicidade**  
Norbert Mayer ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 278  
E-Mail: norbert.mayer@springer-sbm.com  
(Responsable de publicidade/Responsável pela publicidade)

Gabriele Beuge-Siegert ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 393  
E-Mail: gabriele.beuge-siegert@springer-sbm.com  
Fax +49 (0) 52 41 / 80-60 660

Lista de precios para publicidad n.º 43 del 1.10.2003  
Lista de preços de publicidade n.º 43 de 1.10.2003

**Director general/Director Geral**  
Stefan Rühling ☎ +49 (0) 52 41 / 80-24 76

**Director de la edición/Director da edição**  
Helmut Hentschel ☎ +49 (0) 52 41 / 80-21 48

**Director de ventas de publicidad/Director de Vendas de Publicidade**  
Reinhard Brummel ☎ +49 (0) 52 41 / 80-25 13

**Producción/Produção**

Gerhard Hökenschnieder ☎ +49 (0) 52 41 / 80-21 87  
Fax +49 (0) 52 41 / 80-60 70

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

Mike Röttgen ☎ +49 (0) 52 41 / 80-58 71

**Marketing de suscriptores/Direção de publicidade**

Marco Rieso ☎ +49 (0) 52 41 / 80-45 834  
Fax +49 (0) 52 41 / 7 30 55

**Servicio al lector/Serviço do leitor**

Cada número de la revista puede encargarse directamente a la editorial o en cualquier librería  
Cada número da revista pode ser encomendado directamente à editora ou em qualquer livraria.  
Bauverlag BV GmbH  
Postfach 120, 33311 Gütersloh, Germany

El servicio al lector está disponible de lunes a viernes de 8.00 a 17.00 h (viernes hasta las 16.00 h)  
O serviço do leitor pode ser contactado, pessoalmente, de 2ª a 6ª, entre as 8.00 e as 17.00 h (às sextas-feiras até às 16.00)  
☎ +49 (0) 52 41 / 1805 55 22 533, Fax +49 (0) 52 41 / 1805 55 22 535  
E-Mail: leserservice@bauverlag.de

**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.

**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 exceções a esta regra requerem o acordo correspondente entre o autor e a redação. Os editores e a redação 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.

**Literatura y litografía/Composição e litografia**

Westermann GmbH, 27305 Bruchhausen-Vilsen, Alemania/Alemanha

**Editores/Editores**

HB Druck, 32584 Löhne, Alemania/Alemanha

**Tasas y periodo de suscripción de los números regulares de BFT / Preços e período de subscrição dos números regulares da 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):  
A edição regular da revista BFT é publicada em alemão e inglês, com 12 números por ano.  
Subscrição anual (incluindo custos de envio):

Alemania	Euro 198,00
Estudiantes	Euro 132,00 (acreditación del acmet de estudiante actualizado)
Extranjero	Euro 216,00 (envío por correo aéreo contra sobrecargo)
Número unitario	Euro 18,50 (más costes de envío)

Alemanha	Euro 198,00
Estudantes	Euro 132,00 (contra apresentação de atestado lectivo)
Estrangeiro	Euro 216,00 (envio por correio aéreo contra sobretaxa)
Número unitário	Euro 18,50 (acrescido de custos de envio)

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.  
A subscrição 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.



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

70<sup>th</sup> Volume 2004  
The circulation of the publication is verified by the German Audit Bureau of Circulation (IWW)

