

Betonwerk + Fertigteil-Technik

Concrete Plant + Precast Technology

BFT



edición española/edição portuguesa

1 | 2005

Sistemas de circuitos

ZENITH

Para el futuro necesito algo
más que sólo máquinas,
necesito un proveedor de confianza.



Técnica de plantas de ZENITH.

ZBM ZENITH Betonsteinmaschinen GmbH

Zenith-Straße 1

D-57290 Neunkirchen / Alemania

Tel.: +49 (2735) 779-0

Fax: +49 (2735) 779-211

www.zenith.de

info@zenith.de



Betonwerk + Fertigteil-Technik

Concrete Plant + Precast Technology

Edição espanhola / Edição portuguesa
1 | 2005



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 10

Elementos de barrera artificiales de SCC
Componente de recife em BAC



PÁGINA 24

Hormigón armado con fibra de vidrio / material textile
Betão reforçado a fibra de vidro / Betão reforçado a textile

PÁGINA 16

Los equipos de envejecimiento artificial empleados para dar a los bloques, losas y baldosas un aspecto de piedra natural tiene una fuerte demanda
A procura das instalações de maturação que conferem ao bloco ou placa o aspecto de pedral natural, é forte



PÁGINA 44

Marcos prefabricados en hormigón con el carácter de la arenisca y paredes de arenisca definen un nuevo edificio
A nova junta de freguesia evidencia estruturas em elementos pré-fabricados de betão com carácter e paredes de arenito



PÁGINA 46

Un material natural de construcción redescubierto
A redescoberta de um material de construção natural



Sistema de circulación de pallets con producción de armaduras tridimensionales para paredes macizas en la planta Voorbij, Holanda2
Sistema de circulação de paletes com produção de reforço tridimensional para paredes maciças, na fábrica de Voorbij, NL

Hormigón autocompactado – Desarrollos en la industria del hormigón prefabricado10
Betão autocompactante – Desenvolvimentos na indústria de elementos pré-fabricados de betão

Tratamiento secundario de bloques, losas y baldosas de hormigón16
Tratamento superficial de blocos e placas de betão

Hormigón armado con fibra de vidrio / material textile24
Betão reforçado a fibra de vidro / Betão reforçado a textil



La producción actualmente A produção atualmente

El reciclado sistemático de materiales elimina la producción de residuos en una planta de elementos prefabricados30
Circuito de material sistemático evita detritos em fábrica de elementos pré-fabricados

Construcción sándwich – el futuro de los edificios protegidos contra las radiaciones34
Construção em sanduíche – o futuro para edifícios com protecção contra radiações

Elaboración de acero para armar a partir de bobina: «Pluristar», tres máquinas en una40
Processamento de aço para armar betão a partir de bobina: «pluristar» três máquinas numa

Productos/Productos44

Exposiciones/Eventos55

Impresión/Impressão56

▶▶▶ www.bft-online.info



Una nueva planta comienza a producir en Holanda



La nueva planta de Voorbij al oeste de Amsterdam junto al canal del mar del Norte
A nova fábrica da Voorbij, situada a ocidente de Amesterdão, directamente ao lado do canal do Mar do Norte

Sistema de circulación de pallets con producción de armaduras tridimensionales para paredes macizas en la planta Voorbij, Holanda

En Febrero del 2001 todos los participantes en el diseño y construcción de la nueva planta para Voorbij Prefab Beton B.V. iniciaron los trabajos de planificación. La nueva instalación está fundamentalmente destinada a la producción de paredes prefabricadas para edificios y pilotes para cimentaciones. La producción comenzó, según lo previsto, el 1 de Marzo del 2004. Transcurridos únicamente tres días tras la puesta en marcha, se alcanzó también la producción nominal de pilotes. Poco después, el ajuste entre la circulación de pallets y la nueva instalación de armaduras era óptimo. Desde mediados de Junio, en la nueva fábrica de Voorbij se procesan hasta 140 m³ de hormigón por hora.

Voorbij Groep B.V. es una filial de Netherlandian TBI Bouwgroep, compañía que genera una facturación aproximada de 1,8 billones de euros en 120 compañías afiliadas con 11.000 empleados. La propia Voorbij cuenta con 450 empleados y una facturación anual de 100 millones de euros y está principalmente especializada en la fabricación y montaje de componentes prefabricados en hormigón y pilotes. En Alemania, Voorbij Groep B.V. está representada en el mismo sector por sus dos filiales Voton Grundbau GmbH (Hamburgo) y la planta de elementos prefabricados Betonfertilewerk Nord GmbH (Wankendorf).

Dado que el terreno en el que Voorbij Prefab Beton B.V. estaba inicialmente situada iba a dedicarse a otros usos, llevó a la

Inauguração de fábrica nova na Holanda

Sistema de circulação de paletes com produção de reforço tridimensional para paredes maciças, na fábrica de Voorbij, NL

Em Fevereiro de 2001 as empresas envolvidas iniciaram o planeamento da nova fábrica para a Voorbij Prefab Beton B.V., na qual vão ser fabricadas a partir do início de 2004, principalmente paredes maciças para construções acima do solo e estacas para fundamentos. A fábrica entrou em funcionamento no dia 1.3.2004, dentro do prazo previsto. Os valores especificados originalmente para a produção de estacas só foram atingidos três semanas depois da entrada em funcionamento. Pouco tempo depois, o sistema de circulação de paletes e o sistema de reforço também estavam sintonizados de forma optimizada. Doravante, a partir de Junho serão processados na nova fábrica de Voorbij até 140 m³ de betão por hora.

compañía a decidir su traslado al oeste de Ámsterdam. La nueva planta está localizada junto al canal del mar del Norte sobre una extensión de 120.000 m². Junto a Voorbij Prefab Beton B.V. se instalarán las compañías Voorbij Betonbouw B.V. (montaje de elementos prefabricados) y Voorbij Funderingstechniek B.V. (montaje de pilotes para cimentaciones especiales) de forma que aproximadamente un total de 200 empleados trabajarán en el nuevo área.

La nueva instalación fue planificada y diseñada conjuntamente con Progress Maschinen und Automation AG, Brixen, I, y su afiliada Ebawe Anlagentechnik GmbH, Eilenburg, D, como contratistas llave en mano. La planta se diseñó para una capacidad de 100.000 a 125.000 m³ de pilotes y con un sistema de circulación con una capacidad anual de al menos 100.000 m², considerando el empleo teórico total de 25 pallets al día. Para alcanzar esta capacidad en la práctica, se sumaron 10 pallets de Ebawe a los 35 que se reutilizaron de la antigua fábrica. Se dispone de un área total de 25.000 m² para el almacenamiento de pilotes y aproximadamente 10.000 m² están destinados a los componentes para paredes. La Fig. 1 muestra el plano de instalación de la nueva planta.

La instalación de mezcla para la nueva planta fue diseñada y construida por Rotonda, Delden, NL. Se instalaron dos mezcladores planetarios a contracorriente de Kabag Wiggert + Co., Karlsruhe, D, con una capacidad de 3 m³ de hormigón endurecido por carga. La instalación de mezcla puede producir 140 m³ de hormigón por hora. La materia prima requerida es suministrada en su mayor parte por barcos. Desde un muelle propio puede transportarse cemento (CEM I 52,5 R), aditivos y agregados hasta los silos. Un total de dos silos de 700 toneladas y cuatro silos de 300 toneladas están disponibles para los aditivos y el cemento. Cuatro silos más, para 100 toneladas, para los agregados.

Conceptos de armaduras tridimensionales con jaulas para armadura enrejadas

Producción controlada por CAD-CAM de armaduras enrejadas individuales

El acero de armadura se suministra en bobinas sobre camiones. La planta de armaduras fue diseñada y suministrada por Progress Maschinen und Automation AG. Un equipo automático multivía para enderezado y corte de alambre con tecnología de enderezado mediante rotor MMR 16, endereza y corta el acero de refuerzo de la bobina para obtener las barras transversales y longitudinales para la armadura en los diámetros, longitudes y número requeridos (Fig. 2).

La tecnología de enderezado por rotor asegura la precisión continua de enderezado necesaria para una operación de la planta libre de imprevistos. Después del corte, las barras se posicionan para almacenamiento intermedio sobre las cadenas de reserva destinadas respectivamente a barras transversales y longitudinales (Fig. 3). Estos transportadores de cadena aseguran una operación independiente del equipo de enderezado y el portal de soldadura.

Las barras longitudinales se toman de su cadena de reserva por una unidad de agarre con movimiento lineal y se posicionan frente al portal de soldadura (Fig. 4). Las barras transversales se giran 90° con un sistema convertidor y se pasan a otra cadena de reserva. Estas barras transversales se posicionan entonces exactamente y se ponen también a disposición del portal de soldadura.

Durante cada ciclo se suelda una línea de barras transversales a las longitudinales. La soldadura se ejecuta uniendo todas las barras o solamente en un número óptimo de puntos de soldadura según orden del control de soldadura (por ejemplo, el 50 % de los puntos de unión). Además puede evitarse picos de consumo de energía con desplazamientos de los tiempos de soldadura. El autómatas de soldadura puntual de resistencia de Progress es por supuesto capaz de soldar entre sí barras de diferentes diámetros (Fig. 5).



A Voorbij Groep B.V. é uma filial da holandesa do TBI Bouwgroep, que atinge um volume de vendas aproximado de 1,8 mil milhões de EUROS em 120 empresas com 11.000 colaboradores. A própria Voorbij emprega um total de 450 colaboradores e atinge um volume de vendas de 100 milhões de EUROS, tendo-se especializado, principalmente, na produção e montagem de elementos pré-fabricados de betão e estacas. Na Alemanha, a Voorbij Groep B.V. está representada nas mesmas áreas pelas duas filiais Voton Grundbau GmbH (Hamburgo) e pela fábrica de elementos pré-fabricados de betão Nord GmbH (Wankendorf).

Até ao presente, a Voorbij Prefab Beton B.V. estava sediada a oriente de Amesterdão. Devido a um reaproveitamento da área local, foi decidido na Voorbij, pôr em funcionamento uma nova fábrica, numa área com 120.000 m² kW situada a ocidente de Amesterdão, directamente junto do canal do Mar do Norte. Na nova localização onde, para além da Voorbij Prefab Beton B.V., também estão sediadas as empresas Voorbij Betonbouw B.V. (montagem de elementos pré-fabricados) e a Voorbij Funderingstechniek B.V. (trabalhos de montagem para fundamentos de estacas), vão trabalhar aproxim. 200 colaboradores.

A nova fábrica foi planeada em conjunto com a Progress Maschinen und Automation AG, Brixen, Itália, que se apresenta, com a sua filial Ebawe Anlagentechnik GmbH, Eilenburg, Alemanha, como fornecedor global. A nova fábrica foi equipada para uma capacidade de produção de 100.000 a 125.000 m³ de estacas, bem como com um sistema de circulação de paletes que, assumindo uma utilização total de 25 paletes/dia, permite atingir uma capacidade anual de 100.000 m², no mínimo. Para utilizar esta capacidade realisticamente, as 35 paletes recebidas da fábrica antiga, foram complementadas com mais 10 novas paletes da Ebawe. Para a produção das estacas, está disponibilizada uma superfície de armazenamento com um total de 25.000 m² e para os elementos de parede uma super-

Figura 1. Layout de la planta
Imagem 1.
Layout da fábrica



Figura 2. Equipo automático de enderezado y corte de alambre
Imagem 3.
Máquina totalmente automática de endireitar e cortar arame



Figura 3. Transportador de cadenas para recogida de las barras transversales y longitudinales
Imagem 3. Transportador de correntes para recolher as barras transversais e longitudinais



Las dimensiones máximas de los enrejados de armadura así producidos son 4,00 m x 8,00 m. Pueden procesarse barras con diámetros entre 8 y 16 mm. Con excepción de una trama mínima de 50 mm entre barras en sentido longitudinal, el enrejado puede producirse libre de restricciones en ambos sentidos, transversal y longitudinal. La malla en cuestión continúa su ciclo con la colocación debida de las barras transversales mediante un equipo de posicionado y estirado (Fig. 6). Cuando el enrejado de armadura es elevado, se preparan las mallas soldadas para el transporte posterior y pueden ser recogidas.

Doblado automático de bordes

Un sistema automático de doblado de mallas de armado dota a la parte inferior del enrejado con el requerido doblado en los bordes. El sistema de doblado automático de mallas de armado consiste en dos unidades de doblado accionadas eléctricamente que pueden ser trasladadas linealmente a lo largo del ancho total (Fig. 7). Estas unidades doblan individualmente las barras de la malla de armado realizada en dos dimensiones. La unidad de doblado puede pivotarse en un margen de 270° y por tanto proporcionar a la malla el necesario doblado de los



Figura 4. Robot para depósito de barras de refuerzo
Imagem 4. Robô de inserção para as barras de reforço

fície de armazenamento de aprox. 10.000 m². A **imagem 1** mostra o layout da nova fábrica.

A instalação misturadora para a fábrica foi planeada e instalada pela firma Rotonde, Delden, NL. Foram utilizados dois misturadores Simplex planetários da Kabag Wiggert + Co., Karlsruhe, Alemanha, com uma produção de betão firme de 3 m³ por carga. A instalação misturadora está em posição de poder produzir até 140 m³ de betão por hora. As matérias-primas necessárias são fornecidas, na maior parte, por barco. A partir de um cais próprio, o cimento (CEM I 52,5 R), os agregados e os materiais de enchimento podem ser transportadas directamente para os silos. Existe um total de dois silos com 700 toneladas e quatro silos com 300 toneladas para os agregados e o cimento e, para os materiais de enchimento, mais outros quatro silos com 100 toneladas.

Conceito de reforço tridimensional com gaiolas de esteiras de reforço

Produção de esteiras de reforço individuais controlada por CAD-CAM

O aço de reforço é fornecido em bobinas, por via terrestre e camião. A produção do reforço foi concebida e fornecida pela Progress Maschinen und Automation AG. Uma máquina totalmente automática de endireitar e cortar cabos múltiplos e arame com tecnologia de endireitar por rotor MMR 16, endireita e corta o aço para o betão armado a partir da bobina, para os arames transversais e longitudinais das esteiras de reforço, com os diâmetros, comprimentos e quantidades necessárias (**imagem 2**).

Neste caso, a tecnologia de endireitar por rotor garante a precisão de endireitamento que é necessária, continuamente, para que todo o sistema funcione sem perturbações. Depois do corte, as barras são reunidas nas respectivas correntes intermediárias, para formar as barras transversais e longitudinais e são armazenadas temporariamente (**imagem 3**). As correntes intermediárias garantem a produção independente da máquina de endireitar e do pórtico de soldar.

As barras longitudinais são retiradas da corrente intermediária correspondente com uma unidade de prensão linear e posicionadas em frente do pórtico de soldar (**imagem 4**). As barras transversais são rodadas a 90° com um sistema de transporte e entregues a uma outra corrente intermediária. Depois, estas barras transversais são posicionadas com precisão e disponibilizadas para o pórtico de soldar.

Durante cada ciclo é soldada uma linha de solda de barras transversais com barras longitudinais. Neste caso, todas as barras são soldadas umas às outras ou é executado, apenas, um número de pontos de soldadura, que é optimizado pelo con-



Figura 5. Cabezas de soldadura, também adequadas para diferentes diâmetros de armado
Imagem 5. Cabeças de soldar, apropriadas também para diferentes diâmetros de reforço



Figura 6. Equipo para posicionado de las unidades en malla para refuerzo
Imagem 6. Dispositivo de tracção da esteira para posicionar as esteiras de reforço

Figura 7. Unidades de doblado, desplazables a lo largo del ancho total de la estación de doblado
Imagem 7. Unidades de dobra móveis ao longo de toda a largura da estação de dobra



bordes en sus extremos frontales, los laterales y también en su interior. El doblado de los bordes requiere únicamente unos 6 segundos por unidad de doblado.

Para la realización de doblados standard puede emplearse diferentes matrices con distintos radios de doblado (40 mm, 50 mm y 60 mm). El cambio de los rodillos de doblado se realiza automáticamente de acuerdo con la necesidad. Un equipo de arrastre posiciona las mallas de armado durante el proceso de doblado.

Logística general de la producción tridimensional de jaulas para armadura

Se ha instalado un almacenamiento intermedio para las partes completas superior e inferior del refuerzo que, con su extensión final, acomodará ocho unidades de enrejado. El equipo automático de posicionado y giro de mallas para armado toma la parte superior del almacén intermedio y la sitúa mediante una viga magnética de posicionado sobre la parte inferior con los bordes doblados hacia arriba. Los puntos de soldadura requeridos entre las dos partes del refuerzo se realizan en estaciones de trabajo manual equipadas con mesas de soldadura apropiadamente diseñadas. La **figura 8** muestra la concepción esquemática general de las jaulas de armado; la **figura 9** muestra una jaula completa.

Para jaulas más pequeñas, la rigidez del acero de refuerzo y las conexiones soldadas asegura que la distancia correcta entre ambas partes se mantiene durante la aplicación del hormigón. Para las jaulas más grandes se emplean espaciadores – vigas enrejadas, arcos o también mallas dobladas – con la misma finalidad.

Se ha instalado un almacén adicional intermedio para las jaulas de refuerzo completas. Este almacén tiene cabida para 40 jaulas de armado.

Circulación de pallets para la producción de paredes macizas

La circulación de pallets fue planificada, diseñada y suministrada por Ebawe Anlagentechnik GmbH. Se planificó una capacidad del sistema de 1.000 m² de elementos de pared al día en dos turnos de trabajo considerando un ciclo de 15 minutos de duración. Los pallets tienen unas dimensiones de 4,00 m x 8,00 m. Están provistos en los laterales con moldes permanentes de acero. Se realizan otros moldes en madera de forma

trolo de soldagem, em conformidade com o valor pré-estabelecido (por exemplo, 50 % dos pontos nodais). Além disso, os picos de consumo de corrente podem ser evitados escalonando os tempos de soldadura. Evidentemente que a máquina automática de soldadura por pontos de resistência da Progress também pode soldar entre si diferentes diâmetros de reforço (**imagem 5**).

As dimensões máximas das esteiras de reforço assim produzidas são de 4,00 m x 8,00 m. As barras de reforço podem ter diâmetros de 8 a 16 mm.

Com excepção de uma rede mínima de 50 mm entre as barras na área longitudinal, as esteiras de reforço podem ser produzidas integral e ilimitadamente, tanto na direcção transversal, como na longitudinal.

A esteira a soldar é cadenciada de acordo com a posição das barras transversais, com um dispositivo de posicionamento e extracção (**imagem 6**). As esteiras de reforço soldadas são disponibilizadas na posição de levantamento da esteira de reforço para o transporte ulterior e podem ser retiradas.

Execução automática da dobra das bordas

A camada inferior da esteira das gaiolas de reforço é dotada com as necessárias dobras para as bordas, através de um sistema automático de dobrar as esteiras de reforço. O sistema automático de dobrar as esteiras de reforço é constituído por duas unidades de dobrar móveis, accionadas electricamente sobre guias lineares ao longo de toda a largura da estação de dobrar (**imagem 7**). Estas unidades dobram, individualmente, as barras salientes das esteiras de reforço produzidas em duas dimensões.

As unidades de dobrar podem pivotar com uma amplitude de rotação de 270°, podendo assim munir as esteiras de reforço com as necessárias dobras nas bordas, no lado da frente e no lado longitudinal e, também, no interior de uma reentrância. A dobra dos arcos do bordo só necessita de 6 segundos, aprox. por cada unidade de dobrar.

Para a execução de dobras não estandardizadas, podem ser utilizadas várias matrizes de dobrar com raios de curvatura diferentes (40 mm, 50 mm e 60 mm). A substituição dos rolos de dobrar é efectuada automaticamente, quando for necessário. Um dispositivo de arrastamento posiciona as esteiras de reforço durante a operação de dobra.



Figura 8. Creación de una jaula de armado tridimensional
Imagem 8. Formação da gaiola de reforço tridimensional



Figura 9. Una jaula de armado realizada con unidades en estera
Imagem 9. Gaiola de reforço fabricada a partir de esteiras

manual en talleres de la propia fábrica. Los moldes pueden fabricarse en espesores de hasta 90 cm, dependiendo de las condiciones de almacenamiento en las cámaras de fraguado. Una vez realizados los moldes, los pallets se equipan con la armadura y se transportan a las estaciones de soldadura manual. Aquí, las partes superiores se sueldan manualmente a las partes inferiores. Los pallets se transportan a continuación a la estación de hormigonado para vertido y vibrado del hormigón, en caso de ser éste requerido (Figuras 10, 11). Los pallets ya hormigonados se llevan a la cámara de fraguado con capacidad de almacenamiento para 48 pallets. Una vez fraguado el hormigón, los pallets son transportados a las estaciones basculantes. Las paredes son aquí desmoldadas y posteriormente transportadas al almacén.

Una nave adyacente está provista con cinco grandes mesas basculantes adicionales (5,0 m x 10,0 m) para posibilitar la fabricación de, por ejemplo, unidades de pared especialmente complicadas.

Producción de pilotes

Junto a la fabricación de paredes, Voorbij Prefab Beton B.V. dirige su actividad a la producción de pilotes hincados empleados casi en la totalidad de los fundamentos de edificios en Holanda. La capacidad de producción de la antigua planta no era suficiente para responder a la demanda con pilotes fabricados en la propia planta, con lo que se daba con frecuencia la necesidad de comprarlos a la competencia. Esto no es ya necesario.

En la nueva planta se producen los pilotes en dos lechos en una nave de 240 m de longitud (Fig. 12). Uno de los lechos

Logística total das gaiolas de reforço tridimensionais

Para o armazenamento temporário das camadas de reforço inferiores e superiores acabadas de produzir, foi prevista uma zona intermediária a qual, no estado de extensão final, possui uma capacidade para oito esteiras. A máquina automática de assentar e virar as esteiras de reforço, retira a camada superior da esteira depositada na zona intermediária e coloca-a sobre a camada inferior, com os bordos dobrados, por intermédio de uma barra de posicionamento magnético. Para efectuar os pontos de soldadura necessários entre as duas camadas de reforço estão previstos postos de trabalho manual com as respectivas mesas de soldar manuais. A **imagem 8** mostra a concepção esquemática total da produção para as gaiolas de reforço, a **imagem 9** mostra uma gaiola pronta.

Nas gaiolas mais pequenas, a rigidez do aço de reforço e as uniões de soldadura por si já garantem que a distância entre as duas camadas se mantenha durante a operação de betoneagem. Nas gaiolas maiores são utilizados, para esse efeito, espaçadores constituídos por suportes de grade, estribos ou também esteiras dobradas.

Para as gaiolas prontas foi prevista uma outra zona intermediária com uma capacidade para 40 gaiolas de reforço.

Sistema de circulação de paletes para produção de paredes maciças

O sistema de circulação de paletes foi planeado e fornecido pela Ebawe Anlagentechnik GmbH. A capacidade de produção foi dimensionada para 1.000 m² de elementos de parede por dia, em operação de dois turnos. Neste caso, o tempo do ciclo foi estimado em 15 minutos.



Figura 10. Plataforma de arrastre central para traslación de los pallets
Imagem 10. Plataforma de deslocação central para movimentar as paletes



Figura 11. La estación de hormigonado para los pallets
Imagem 11. Estação de betoneagem para as paletes



Figura 12 Fabricación de pilotes en una nave de producción de 240 m de longitud
Imagem 12. Produção de estacas num pavilhão de produção com 240 m de comprimento

tiene una longitud de 165 m y 3 x 6 moldes prefabricados para la producción de pilotes con secciones de 22 cm², 25 cm² y 29 cm². El segundo lecho tiene una longitud de 180 m y cuenta con 2 x 4 moldes para fabricar pilotes con medidas variables entre 29 a 50 cm.

Los pilotes pretensados se conforman según la longitud requerida. El transporte del hormigón dentro de la planta se realiza con el transportador de cubas de WMW Industrieanlagen GmbH, Weingarten, Alemania. El hormigón se transporta en las cubas al distribuidor de hormigón en el lateral de la nave. El distribuidor se desplaza sobre raíles sobre los moldes de los pilotes y los rellena de hormigón. La compactación se realiza mediante un equipo de vibrado que se desplaza sobre raíles paralelamente y bajo los moldes de los pilotes. El equipo de vibrado se agarra cada tres metros electromagnéticamente a los moldes y compacta el hormigón. Tanto los moldes para pilotes como la tecnología de vibrado fueron suministrados por la compañía Hendriks Stalen Bekistingstechniek B.V., Inductorstraat 41, 3903 KA Veenendaal, NL.

Una vez ha fraguado el hormigón, se cortan los cordones pretensadores entre pilotes y se sacan los pilotes de los moldes empleando un equipo elevador de vacío de Aerolift Industries B.V., Soesterberg, NL. Posteriormente los pilotes terminan de fraguar en almacenes apropiados.

Resumen

En un terreno con una superficie de 120.000 m² situado al oeste de Amsterdam, Voorbij Group B.V. ha construido una nueva planta para la fabricación de pilotes y elementos macizos de pared. La planta se encuentra en funcionamiento desde Marzo del 2004. Voorbij opera actualmente la fábrica con un turno y está planificado un segundo turno. La compañía fabricará entonces las jaulas de armado para la afiliada Schokbeton B.V. en Zeijndrecht, NL. Por el momento se produce con hormigón convencional vibrado. En un futuro a largo plazo también se procesará en la planta hormigón autocompactante. Las características principales de la nueva planta son su situación privilegiada directamente junto al canal del Mar del Norte y la tecnología instalada. El layout de la planta fue diseñado y llevado a cabo en conjunto por las compañías Progress y Ebase, que actuaron como un único socio en relación con Voorbij.

El hecho de que Voorbij tuvo en consideración a sus empleados a la hora de la planificación y del diseño es obvio para el visitante desde su entrada al edificio de administración: junto a la recepción se encuentra un área «fitness» entre cristalerías donde un entrenador instruye a los empleados interesados en el uso de numerosos aparatos.

Voorbij ofrece condiciones óptimas no sólo a sus clientes, si no también a sus empleados, para crear las mejores condiciones para la fabricación de excelentes productos que se pueden comercializar no sólo en Holanda, sino más allá de sus fronteras.

As paletes têm o tamanho de 4,00 m x 8,00 m e estão equipadas num dos lados com uma cofragem de aço fixa.

As outras cofragens podem ser produzidas, manualmente, em madeira na própria carpintaria. O tamanho máximo dos elementos nas paletes é de 90 cm e é determinado pelas condições de espaço existentes nas câmaras de secagem.

Depois de as cofragens serem preparadas, as paletes são equipadas com o reforço e levadas aos postos de soldadura manual. Aí, a camada superior é soldada manualmente com a camada inferior dobrada. Seguidamente, as paletes são levadas para a estação de betonagem, onde são cheias com betão e compactadas com vibração, se for necessário (**imagens 10, 11**). As paletes acabadas de betonar vão para a câmara de secagem que possui uma capacidade total de 48 paletes. Após o endurecimento do betão, as paletes são levadas para as estações de basculamento. Aí, as paletes são retiradas do molde e transportadas depois para o local de armazenamento. Num pavilhão vizinho, existem mais cinco mesas basculantes estacionárias com grandes dimensões (5,0 m x 10,0 m). Assim, os elementos especialmente complexos também podem ser produzidos.

Produção de estacas

A par da produção de paredes, o ponto fulcral da Voorbij Prefab Beton B.V. situa-se na produção de estacas, que são utilizadas na Holanda, quase em todos os sítios, para fundamento das obras. Nas instalações antigas, a capacidade de produção já não era suficiente para satisfazer as encomendas existentes com as estacas produzidas pela própria empresa. Assim, frequentemente, foi necessário comprar estacas aos concorrentes. Agora, esta necessidade já não existe.

Na nova fábrica, as estacas são produzidas num pavilhão com 240 m de comprimento sobre duas bancadas de cofragem (**imagem 12**). Uma das bancadas de cofragem possui um comprimento de 165 m e 3 x 6 cofragens pré-confeccionadas para a produção de estacas com as dimensões de 22 cm², 25 cm² e 29 cm². A segunda bancada de cofragem possui um comprimento de 180 m e permite a possibilidade de produzir estacas com dimensões variáveis entre 29 e 50 cm, em 2 x 4 cofragens.

As estacas pré-esforçadas são desmoldadas em conformidade com o comprimento necessário. O transporte de betão no interior da empresa é efectuado por intermédio de um transportador de baldes da WMW Industrieanlagen GmbH, Weingarten, Alemanha. O transportador de baldes leva o betão para o distribuidor de betão na parede lateral do pavilhão, que se movimenta sobre carris sobre as cofragens de estacas, introduzindo aí o betão. A compactação efectua-se por intermédio de uma máquina vibradora, que se movimenta em paralelo sobre carris, sob as cofragens das estacas. A cada 3 m, respectivamente, a máquina vibradora fixa-se electromagneticamente nas cofragens e compacta o betão. As cofragens de



estacas e respectiva tecnologia vibradora foram fornecidas pela firma hendriks stalen bekistingstechniek bv, Inductorstraat 41, 3903 KA Veenendaal, NL.

Após o endurecimento, os cabos de fixação entre as estacas são cortados e as estacas são levantadas das cofragens por meio de um elevador de vácuo da Aerolift Industrials B.V., Soesterberg, NL. Seguidamente, as estacas são tratadas posteriormente em depósitos apropriados.

Resumo

A Voorbij Groep B.V. construiu uma nova fábrica para estacas e elementos para paredes maciças numa área com 120.000 m² situada a ocidente de Amestredão, que está em funcionamento desde o início de Março de 2002. Actualmente, a Voorbij ainda produz no regime de um turno, mas está planeado utilizar um segundo turno. Neste caso, também vão ser produzidas, conjuntamente, gaiolas de reforço para a empresa irmã Schokbeton B.V. em Zwijndrecht, NL. Enquanto que, actualmente, a betonagem ainda é feita com betão vibrado normal, no longo prazo produzir-se-á também com betão autocompactante. A fábrica impressiona não apenas pela sua situação optimizada imediatamente ao lado do canal do Mar do Norte mas, também, pela tecnologia instalada. O layout da fábrica foi planeado e executado em conjunto pela Progress e a Ebawe, que figuram, perante a Voorbij, como um parceiro único.

E cada visitante, ao entrar no edifício da administração, apercebe-se, rapidamente, que também se pensou nos colaboradores durante o planeamento da fábrica:

Mesmo ao lado da recepção, existe uma área de fitness recoberta de vidro onde, duas vezes por semana, um treinador ensina os colaboradores interessados a utilizar os múltiplos aparelhos.

Desta forma, a Voorbij oferece óptimas condições gerais não apenas aos seus clientes, mas também aos próprios colaboradores – condições essas que são o melhor pressuposto para a produção de produtos excelentes, que podem ser comercializados, com proveito, não apenas na Holanda.

Holger Karutz, Gelsenkirchen/Germany

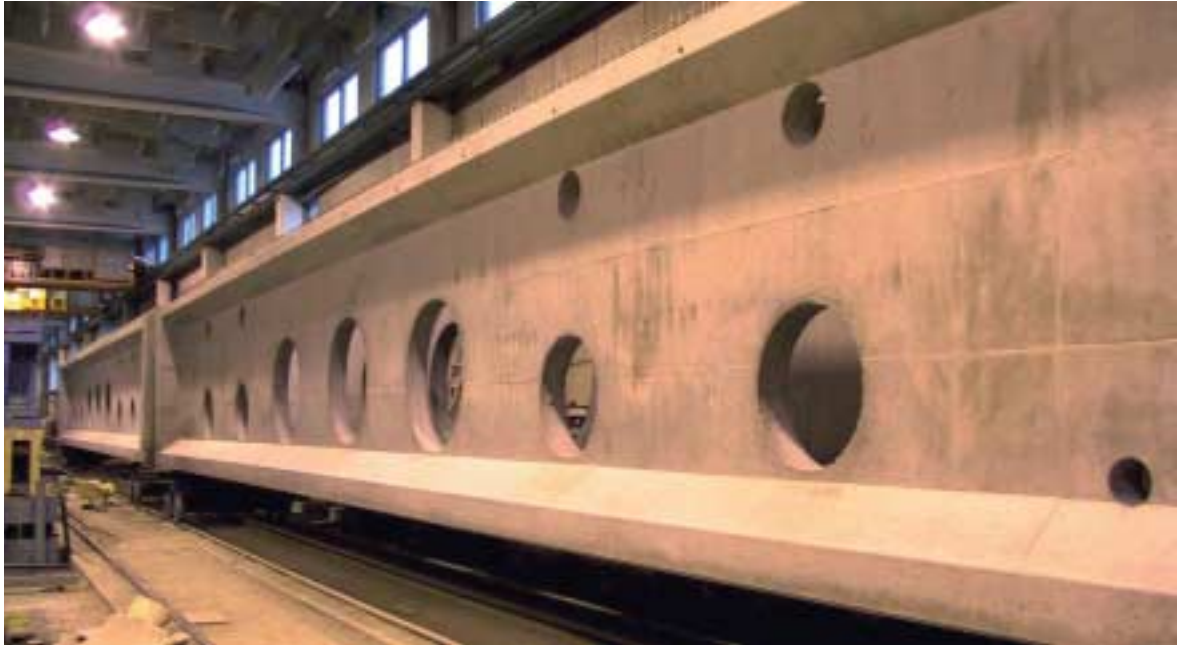
Progress Maschinen & Automation AG
Julius-Durst-Straße 100
39042 Brixen / Italy
☎ +39 (0) 472 / 823-244
Fax: +39 (0) 472 / 823-255
E-Mail: info@progress-m.com
www.progress-m.com

Ebawe Anlagentechnik GmbH
Dübener Landstraße 58
04838 Eilenburg / Germany
☎ +49 (0) 34 23 / 665-0
Fax: +49 (0) 34 23 / 665-100
E-Mail: info@ebawe.de
www.ebawe.de

Voorbij Prefab Beton B.V.
Sicilieweg 61
1045 AX Amsterdam / The Netherlands
☎ +31 (0) 20 / 40 77 077
Fax: +31 (0) 20 / 40 77 099
E-Mail: prefabbeton@voorbij-groep.nl
www.voorbij-groep.nl



Vigas pretensadas prefabricadas mediante la autocompactación. La longitud de la viga es de 18 m, la altura de 2,5 m. Parma Oy, Finlandia
Viga pré-esforçada betonada com BAC, comprimento da viga 18 m, altura 2,5 m, Parma Oy, Finlândia



Consolis – el mayor productor de elementos de hormigón prefabricado en Europa

Hormigón autocompactado – Desarrollos en la industria del hormigón prefabricado

El Grupo Consolis es uno de los mayores fabricantes de productos de hormigón prefabricado en Europa. La compañía dispone de 52 fábricas y opera en 11 países: Finlandia, Suecia, Noruega, Alemania, Holanda, Estonia, Rusia, Letonia, Lituania, la República Checa y Polonia (Fig. 1). La subsidiaria de Consolis, Elematic Oy Ab, es uno de los suministradores líderes a nivel mundial de equipamiento y maquinaria para hormigón prefabricado, líneas de producción y plantas de producción completas. Consolis ocupa una fuerte posición en todos estos países tanto en el diseño y la producción de productos prefabricados y soluciones, como en el desarrollo de la tecnología del hormigón prefabricado. Este artículo ofrece un informe de la experiencia que Consolis ha realizado con el hormigón autocompactado (Self-Compacting Concrete SCC).

Consolis produce una amplia gama de productos de hormigón prefabricado, como suelos, estructuras y paredes. Estos productos se utilizan en la construcción de edificios. Consolis a su vez produce productos para la infraestructura, como traviesas de ferrocarril y estructuras para puentes y túneles. Además Consolis proporciona servicios que van desde la planificación hasta el montaje de sus productos. En el 2003 Consolis obtuvo unas ventas netas de 618 millones de Euros y empleó a una media de 5.000 trabajadores.

Consolis – o maior fabricante de elementos pré-fabricados de betão

Betão autocompactante – Desenvolvimentos na indústria de elementos pré-fabricados de betão

O Grupo Consolis é um dos maiores fabricantes de elementos pré-fabricados de betão da Europa. A sociedade engloba 52 fábricas e opera em 11 países: Finlândia, Suécia, Noruega, Alemanha, Holanda, Estónia, Rússia, Letónia, Lituânia e Polónia (Imagem 1). A filial da Consolis Elematic Oy Ab, é um dos fornecedores líderes em todo o mundo de unidades de produção para a indústria de elementos pré-fabricados, linhas de produção e fábricas de produção inteiras.

A Consolis está presente em todos esses países com uma posição forte, tanto na moldagem e fabrico de produtos e soluções de betão pré-fabricado, como no aperfeiçoamento da tecnologia do betão preparado. Este artigo proporciona uma visão de conjunto da experiência acumulada até à data pela Consolis com o betão autocompactante (BAC).



Fig. 3. Pruebas de SCC en el Laboratorio Central de Consolis en Parainen, Finlandia
Imagem 3. Teste do BAC no laboratório central da Consolis Parainen, Finlândia

¿Por qué el SCC se adapta tan bien a la prefabricación?

Es posible hacer moldes muy complicados en las plantas de hormigón prefabricado. Ahora también existe un hormigón apropiado para dichas coladas complejas. Las condiciones de producción están muy bien controladas; existe una amplia gama de materiales y métodos de tratamiento superficial en uso.

El tiempo desde el mezclado hasta la colada es corto y puede controlarse de forma muy exacta. Incluso es posible el uso de hormigón caliente. El control de calidad y las responsabilidades ya se han acordado. No se producirán negociaciones difíciles por parte del cliente constructor. Para el cliente el uso de elementos prefabricados, la calidad final y el precio son los únicos factores importantes.

La producción del SCC

Se pueden utilizar áridos normales, mezcladoras, sistemas de transporte y moldes convencionales. La humedad y el control de trabajo deben de ser debidamente planificados. La calidad constante de los materiales es de extrema importancia. El tiempo de mezclado será mayor (alrededor de 1.5 veces) para asegurar la dispersión de los materiales finos y la completa reacción de los aditivos.

Con el fin de prevenir fugas, es necesario evitar agitar la mezcla de hormigón durante su transporte y utilizarlo sin ningún retraso cuando la fluencia se encuentra en su mejor momento. Las superficies de los moldes deben de estar limpias, lisas y engrasadas, de la misma forma como normalmente deben de estar. Pueden utilizarse moldes textiles, y el resultado normalmente es de una superficie muy libre de poros. Todos los materiales convencionales para moldes son apropiados, pero también lo son, materiales muy suaves y sensibles como es el caso del poliestireno.

Se debería de evitar una velocidad de colada demasiado alta con el fin de asegurar que todas las burbujas de aire pueden escapar. No debe de verse el hormigón desde muy arriba, ya que si no penetrará en las capas ya compactadas y añadirá aire extra dentro del hormigón. También, a veces un tubo de colada, una manguera o una tolva pueden ser de ayuda.

Si la viscosidad del hormigón es la apropiada y la velocidad de colada no es demasiado alta, ni la presión sobre el molde ni las fugas son un problema.

No está permitida la vibración durante o después de la colada. Debe de prestarse atención a la aparición de una posible rotura de la plasticidad. Si esto ocurre, es posible ayudar con un ligero movimiento. Otra alternativa sería golpear muy suavemente el molde cerca de la superficie del hormigón. El fragua-

plasticantes, entre los cuales la elección puede incidir. Nalguns casos, também são utilizados estabilizadores. Além disso, na maioria dos casos podem ser utilizados os materiais que se encontram à disposição na fábrica.

Até agora, o grosso da experiência é positiva: a operação de betonagem é mais rápida e mais simples, a compactação à volta de armações estreitas e as superfícies são boas. Nalguns casos, registaram-se problemas com a sensibilidade do BAC em relação à alteração do teor de humidade do agregado e à finura do cimento e do agregado, o que provocou um aumento da porosidade superficial. Todavia, as vantagens continuam a ser tão notáveis e as perspectivas de futuro para o BAC são altamente prometedoras.

Porque razão o BAC se adequa tão bem ao fabrico de elementos pré-fabricados?

É possível fabricar cofragens muito complicadas nas fábricas de elementos pré-fabricados de betão. Mas, também existe betão apropriado para essas cofragens complicadas. As condições de fabrico são monitorizadas e é utilizada uma vasta gama de materiais e métodos de tratamento superficial.

O lapso de tempo que decorre desde a mistura até à betonagem é curto e pode ser monitorizado com precisão. Até é possível o tratamento térmico dos componentes. Já existe consenso em relação ao controlo de qualidade e aos responsáveis. Não existem negociações difíceis com os clientes das obras. Para o cliente que utiliza elementos pré-fabricados, a qualidade definitiva e o preço são os factores determinantes.

Fabrico de BAC

Podem ser utilizados o agregado tradicional, os misturadores, os sistemas de transporte e a cofragem. A monitorização do teor de humidade e da trabalhabilidade tem de ser executada adequadamente. A qualidade constante do material é da maior importância. O tempo de mistura é aprox. 1,5 vezes superior para garantir uma distribuição uniforme das matérias finas e o efeito integral dos aditivos do betão.

Para impedir a drenagem, é necessário impedir as vibrações da mistura de betão durante o transporte e aplicá-la sem demoras enquanto a fluidez é ótima. As superfícies das cofragens têm de ser limpas, lisas e oleadas, como é usual. Podem ser utilizadas inserções têxteis e, geralmente, o resultado é uma superfície extremamente isenta de poros. Todos os materiais de cofragem tradicionais são adequados, mas também podem ser utilizados materiais muito moles e sensíveis como, p. ex., o poliestireno.

Deverá evitar-se uma velocidade de betonagem demasiado elevada, por forma a permitir que todas as bolhas de ar desapareçam. A betonagem não deverá ser feita a partir de uma altura demasiado elevada, uma vez que o betão poderia penetrar nas camadas compactadas anteriores originando, assim, adicionalmente, a penetração profunda de ar no betão. Eventualmente, poderá ser útil um cano, tubo ou funil de betonagem.

Se a viscosidade do betão for adequada e a velocidade de betonagem não for demasiado elevada, nem a pressão, nem as fugas na cofragem constituem problema.

A agitação durante ou após a betonagem não é permitida. É necessário observar com atenção se existe formação de fissuras provocada por contracção prematura. Se esta ocorrer, um ligeiro alisamento ajuda.

Outra alternativa consiste em martelar muito levemente sobre a cofragem, perto da superfície do betão. A mesma atenção que se dispensa ao betão tradicional, deverá ser dispensada ao tratamento posterior do BAC.

Experiência prática

As vantagens do BAC são múltiplas. A utilização de BAC signifi-

do del SCC es tan importante como el del hormigón convencional.

Experiencia práctica

Los beneficios del SCC son numerosos. La aplicación del SCC significa menos trabajo y un ciclo de colada más rápido: cuanto más complicado sea el elemento, mayor es el beneficio. La mejora de la ergonomía y la seguridad de operación proporciona un ambiente de trabajo más cómodo y atractivo para la gente joven. El mayor ciclo de vida de los materiales de la superficie de los moldes significa menor desperdicio de moldes usados y menor necesidad de limpieza de los utillajes, equipos y sus alrededores. No se producirán paradas en el trabajo por cortocircuitos u otros fallos del equipo de compactación. Cuando se utiliza el SCC, los materiales más sofisticados conllevan moldes más ligeros, que son más fáciles de conectar y remodelar. Si se utilizan conexiones magnéticas no es necesario el aislamiento de la vibración y no existe el riesgo de vibración excesiva o insuficiente. Es más, el aire entrante no podrá escapar y las superficies estarán libres de poros y no necesitarán ninguna reparación posterior. El hormigón endurecido es denso y duradero.

A pesar de que los costes del material son entre un 15 y un 25 % más caros que los del hormigón convencional del mismo grado de resistencia, los costes totales son entre un 5 y un 15 % inferiores cuando se toman en consideración todos los ahorros de trabajo. La diferencia de coste de los materiales será mucho menor cuando el grado de resistencia sea C50/60 o mayor.

ca um dispêndio de trabalho reduzido e um ciclo de betonagem mais rápido. Quanto mais complicado o elemento pré-fabricado for, maior é o benefício. A melhoria da ergonomia e da segurança de trabalho tornam o posto de trabalho mais agradável e atractivo para os jovens. A elevada durabilidade da película da cofragem significa menos desperdício devido às cofragens já utilizadas. Para além disso, as ferramentas, o equipamento e o ambiente ficam menos poluídos. Não há interrupções de trabalho devido a curto-circuitos ou outras falhas no equipamento de compactação.

Se for utilizado BAC, o material de cofragem utilizado origina cofragens leves, que podem ser facilmente unidas entre si e eliminadas. Se forem utilizadas uniões magnéticas, não é necessário fazer o isolamento da vibração e o risco de esta ser insuficiente ou excessiva desaparece. Para além disso, os poros de ar desaparecem e as superfícies ficam isentas dos mesmos, de modo que, posteriormente, não são necessários trabalhos de acabamento. O betão preparado é espesso e duradouro.

Não obstante os custos do material serem 15 a 25% superiores aos custos do betão tradicional da mesma classe de resistência, os custos totais são 5 a 15% inferiores, se se calcular tudo aquilo que se poupa em termos de trabalho. A diferença nos custos de material é consideravelmente inferior, se a classe de resistência satisfizer, no mínimo, C50/60.

Contudo, o desenvolvimento e o teste das novas misturas custa tempo e recursos e nem sempre dá bons resultados à primeira vez. A consistência correcta do BAC exige um controlo permanente devido à sua elevada sensibilidade.

As superfícies sem poros não constituem um resultado forçoso. Os poros podem surgir devido a várias causas.



Fig. 4. El armado de alta densidad de una viga pretensada, cómo se muestra en la foto, hace que una compactación adecuada por medio de vibradores sea una tarea demasiado difícil e incluso imposible. La mejor solución es aplicar SCC

Imagem 4. A armação compacta de uma viga pré-esforçada como a que é apresentada nesta imagem, torna a compactação adequada com um vibrador interno uma tarefa muito difícil, se não completamente impossível. A melhor solução é a utilização de BAC

Sin embargo, el desarrollo y la prueba de nuevas mezclas conlleva tiempo y recursos y no será un éxito la primera vez. La consistencia correcta del SCC requiere un control continuo debido a la mayor sensibilidad de este tipo de hormigón. Las superficies libres de poros no son un resultado automático. Los poros pueden producirse por diferentes motivos.

El SCC requiere un mayor tiempo de mezclado, lo que puede reducir la capacidad de mezclado de planta. El SCC normalmente pierde su fluencia óptima durante los primeros 30 minutos, por lo que no puede haber retrasos antes de su colada. Puede producirse una rotura de la plasticidad. Los ganchos de elevación no deben solamente de ser introducido dentro del hormigón sino que además deben unirse a la armadura.

Referencias actuales y prospección futura del SCC

Hasta ahora el SCC se ha utilizado principalmente en diferentes tipos de vigas pretensadas con armaduras muy densas (Fig. 4). Otras aplicaciones han sido elementos de paredes moldeados en batería donde la vibración de los elementos superiores a los 3 m es complicada. Dignas de mencionar son también las cajas de escaleras y otros elementos con una forma complicada y con perfiles prefabricados vertical y horizontalmente. Elementos de escaleras complicados pueden prefabricarse fácilmente SCC. En Holanda donde los suelos son bastante blandos, el uso de las tablestacas de hormigón cada vez más creciente. La producción de este tipo de elementos con SCC es apropiada (Fig. 5). En la actualidad este es el único elemento de SCC que tiene que ser vibrado; pero por supuesto únicamente en la zona de edificación donde se introducirá dentro del suelo.

Fig. 5. Tablestacas de SCC en Holanda, Spanbeton BV
Imagem 5. Paredes de estacas-pranchas em BAC, na Holanda, Spanbeton BV



Fig. 6. Elementos de barrera artificiales de SCC. Spenncon AS, Trondheim, Noruega
Imagem 6. Componente de recife em BAC, Spenncon AS, Trondheim, Noruega

O BAC exige um tempo de mistura superior, o que pode reduzir a capacidade de mistura de uma instalação de mistura. Normalmente, o BAC perde a fluidez óptima durante os primeiros 30 minutos, de modo que não se pode perder tempo antes da betonagem. Podem ocorrer fissuras provocadas pela contracção prematura. É necessário fixar ganchos de suspensão na armação e não introduzi-los apenas no betão.

O BAC actualmente e no futuro

Até hoje, o BAC foi utilizado, principalmente, em diversos tipos de vigas pré-esforçadas com uma armação muito compacta (imagem 4). Outro campo de aplicação era os conjuntos de cofragem para paredes, em que a compactação dos componentes com mais de 3 m de altura é muito difícil. Convém mencionar, também, as construções para escadas e outros componentes com uma forma complicada, com apoios betonados verticais e horizontais. E é precisamente nas construções para escadas que a betonagem com BAC está indicada.

Na Holanda, onde o subsolo é bastante mole, são utilizadas cada vez mais paredes de estacas-pranchas em betão. Estas podem perfeitamente ser fabricadas com BAC (imagem 5). Neste caso, trata-se, efectivamente, do único produto de BAC que tem de ser vibrado, mas é claro que isso só acontece no estaleiro, onde é montado no solo!

Um outro componente em BAC é um recife artificial fabricado na fábrica da Consolis na Noruega (Spenncon AS, Trondheim) (imagem 6). Este componente é mergulhado no fundo do mar, onde oferece abrigo a peixes e lavagantes protegendo, além disso, o fundo do mar contra a erosão.

Foram testados alguns tipos de BAC, que são, p.ex.:

- ▶ BAC de elevada resistência (actualmente até 120 N/mm²)
- ▶ BAC reforçado com fibras (tanto fibras de aço como de polipropileno)
- ▶ BAC colorido (p. ex., camada superior colorida sobre betão cinzento de granulção grosseira)
- ▶ Betão leve autocompactante (com argila expansiva ou poliestireno)
- ▶ BAC com grande resistência ao gelo (utilizando formadores de poros de ar)

Resumindo, deverá mencionar-se que o BAC não é uma manifestação de moda passageira, mas sim um autêntico passo em frente no que diz respeito à moderna tecnologia do betão.

Certamente que a extensão da utilização de BAC no futuro vai continuar a aumentar.



Otro producto especial de SCC es un elemento de barrera artificial fabricado en la fábrica de Consolis de Noruega (Spenncon AS, Trondheim) (Fig 6). Este elemento se sumerge al fondo del mar donde sirve de hogar y refugio para peces y langostas y también previene la erosión del fondo del mar.

También se han probado diferentes tipos especiales de SCC. Algunos ejemplos son:

- ▶ SCC de alta resistencia (hasta 120 MPa y mayores)
- ▶ SCC armado con fibras (tanto de fibras de acero como de polipropileno)
- ▶ SCC (por ejemplo la capa superior coloreada de un hormigón gris)
- ▶ SCC ligero (con arcilla expandida o poliestireno)
- ▶ SCC de alta resistencia a las bajas temperaturas

Cómo conclusión final se debería de mencionar que el SCC no parece ser una moda pasajera, sino un verdadero paso adelante en términos de tecnología de hormigón moderno. Con certeza, los volúmenes de SCC aumentarán de forma continua en el futuro.

El SCC ha demostrado ser un nuevo factor para la imagen pública de nuestra marca. Esto también es importante desde el punto de vista de introducir a gente joven con talento a trabajar en la industria del hormigón. Para asegurar el éxito final y el avance del SCC, la industria del prefabricado, los diseñadores y los suministradores de materiales deberán utilizar su imaginación: para encontrar nuevos productos, nuevos métodos de producción y los mejores materiales para el SCC. Una nueva planta diseñada exclusivamente para el uso de SCC podría ser muy diferente a las convencionales.

Citando a los trabajadores de nuestra fábrica: «Una vez has aplicado el SCC con éxito, no existe la vuelta al hormigón vibrado convencional».

O BAC já provou que é um elemento estimulante para a reputação do nosso ramo. Isto também é importante para atrair os jovens talentosos a trabalhar na indústria do betão.

Para garantir o sucesso definitivo e a penetração no mercado do BAC, a indústria de elementos pré-fabricados de betão, os projectistas e os fornecedores deverão usar a sua força de imaginação para encontrar novos produtos, desenvolver novos métodos de fabrico e arranjar os melhores materiais para a produção de BAC.

Uma fábrica totalmente nova construída para a utilização exclusiva de BAC, poderá ter um aspecto totalmente diferente das fábricas de betão tradicionais.

Citando alguns dos nossos colaboradores na fábrica: Depois de se ter processado o BAC com sucesso, nunca mais se quer regressar ao betão vibrado tradicional!

Klaus Juvas, Finland

Consolis Oy Ab

Äyritie 12 b

01510 Vantaa / Finland

☎ +358 (0) 20 / 57 75 77

Fax: +358 (0) 20 / 57 75 110

E-mail: info@consolis.com

www.consolis.com



Visita a BAUMA

Tratamiento secundario de bloques, losas y baldosas de hormigón

En BAUMA se muestran de forma impresionante las necesidades del mercado con respecto al diseño de superficies. Los equipos de envejecimiento artificial empleados para dar a los bloques, losas y baldosas un aspecto de piedra natural tiene una fuerte demanda. En la actualidad, prácticamente todos los principales fabricantes ofrecen sistemas con este propósito.

Besser/E.E.U.U.

Se presentó, la separadora S63EZ, diseñada para sustituciones rápidas y simples y con limpieza y mantenimiento sencillos. La máquina tiene una capacidad de producción de 2.5 segundos por división a un recorrido del alimentador de división de 8" (200 mm). La S63EZ puede separar productos de 1-5/8" a 12" (de 42 mm a 305 mm) de altura y hasta 24" (610 mm) de ancho. Las características standard consisten en un posicionamiento codificado de la barra transportadora de tres bloques, cuchillas de corte revestidas con carborundum para cortes rectos, cambios rápidos de cuchillas y placas de desgaste



Besser/USA

en menos de 5 minutos; las cuchillas laterales tienen ajuste rápido tanto en recorrido vertical como en horizontal.

Cassani/Italia y Weiss Steintechnik/ Alemania

Establecida en 1904, la empresa es todavía hoy familiar y hasta ahora ha suministrado más de 2000 pulidoras, 1000 apiladoras planas y 250 equipos de granallado. En la exposición había una planta de calibración dual, diseñada para 2 x 330 mm. Dentro de su oferta también se encuentra pulidoras con anchos de trabajo de 500 mm (serie 9000), 660 mm (serie 3000) y 850 mm (serie 4000) para el procesado por capas de baldosas y adoquines. Se utilizan hasta 10 estaciones de trabajo, dependiendo de los requisitos de producción y el grado de pulido deseado y están dotadas con estación de rodillos o disco de diamante. Las estaciones de trabajo se utilizan como estaciones de pulido, estaciones de lavado o estaciones de

Retrospectiva da BAUMA

Tratamento superficial de blocos e placas de betão

A BAUMA evidenciou, de forma significativa, as necessidades do mercado em termos de configuração superficial. A procura das instalações de maturação que conferem ao bloco ou placa o aspecto de pedra natural, é forte. Entretanto, quase todos os fabricantes líderes fornecem essas instalações.

Besser/EUA

Foi exposta a britadeira S63EZ, concebida para uma adaptação rápida e simples ao material, limpeza rápida e manutenção simples. A máquina possui uma velocidade de rachamento de 2,5 segundos por ciclo para um material com 200 mm. A S63EZ consegue rachar materiais com 42 – 305 mm de altura e até 610 mm de largura. O equipamento standard é constituído por uma pá para três blocos, com codificador de posicionamento, faca revestida a metal duro para o corte direito, dispositivo de substituição rápida da faca e chapa de desgaste rápido inferior a 5 minutos e as facas laterais têm a possibilidade de ajuste rápido para os movimentos verticais e horizontais.

Cassani/Itálian e Weiss Steintechnik/ Alemanha

Fundada no ano de 1904, a firma permaneceu até à data na posse da família. Até ao presente, foram fornecidas mais de 2000 polidoras, 1000 depósitos chatos e 250 máquinas de jacto de ar comprimido.

Esteve exposta uma instalação de calibração dupla, dimensionada para 2 x 330 mm. Também são propostas instalações de



Cassani &
Weiss Steintechnik

cepillado. Las pulidoras están equipadas con hasta 12 estaciones.

Las máquinas de pulido de chaflanes están diseñadas para el procesado en seco o en húmedo con el fin de conseguir chaflanes continuos. Las máquinas de granallado centrífugo se encuentran disponibles con una anchura de trabajo de hasta 1250 mm.

Columbia/E.E.U.U.

Se presentó una separadora, modelo Columbia CSF 40, para la que se ha solicitado una patente. El sistema trabaja con un cinzel que da al producto la apariencia de piedra natural tallada a mano. Los productos apropiados para este tipo de procesamiento son bloques partidos, estabilizadores de terraplenes, placas de piedra y unidades de mampostería. La separadora puede integrarse en una línea de producción, o trabajar como una unidad independiente. El sistema SPC facilita mucho el manejo del equipo. Las mayores ventajas son la velocidad (capacidad) y la gran diversidad de productos que pueden tratarse con este equipo.

Contec/Alemania

En la exposición se encontraban máquinas móviles para tratamientos secundarios de superficies, del tipo de pulidoras, fresadoras, equipos de granallado, unidades de vacío para aspiración, aspiradores industriales para limpieza y máquinas para la retirada de pavimentos.

FC Sonderkonstruktionen/Alemania

Se presentaron varios desarrollos nuevos en el campo del envejecimiento artificial de piezas de hormigón. Con una máquina más desarrollada, se puede tratar tanto la superficie completa de las piezas de hormigón como sólo las aristas. El proceso se realiza capa por capa. También se presentó una máquina para envejecer piezas de mampostería adheridas, y una máquina fresadora-pulidora multifunción para el procesamiento de escalones en ángulo, escaleras, alféizares, marcos de puerta, rellanos y otras unidades de hormigón.

La gama de productos incluye equipos estacionarios de granallado. El equipo puede integrarse como una unidad en by pass en la zona seca, o como una unidad independiente.

Hess/Alemania

Varias de las máquinas Tumblemaster patentadas y desarrolladas por la propia casa ya han sido instaladas en los Estados Unidos, donde operan a satisfacción total por parte de los clientes. El proceso Tumblemaster es utilizado para el envejecimiento artificial de bloques de hormigón. Esto se consigue por rotura individual de las aristas de los bloques, sin influir negativamente en su colocación. Con un ciclo de tiempo corto de aproximadamente 12 segundos, el sistema también puede integrarse dentro de la línea de producción.

La Surf-Master que se presentó trae consigo un equipo de fresado superficial con el que se pueden conseguir superficies diferentes con un simple cambio de utilajes.

El Split-Master se utiliza para dividir elementos de paredes de contención y productos similares. En la línea de mejora del producto subsiguiente los elementos se procesan por todas las caras con eslabones de cadena.

Con la planta Q-Bon, también expuesta, se unen placas de piedra natural a pavimentos de hormigón con un contorno idéntico de forma totalmente automática.

Italmont/Italia

Las herramientas rotativas de martilleo, debido a su alto rendimiento y a la apariencia de superficie uniforme que producen,



Columbia

rectificação com larguras de trabalho até 500 mm (Série 9000), 660 mm (Série 3000) e 850 mm (Série 4000) para o processamento em camadas de placas e placas para pavimentos. Consoante as exigências de produção e o grau de polimento, são utilizadas até 10 estações de trabalho, equipadas com uma estação laminadora ou prato de diamantes. Estas estações de trabalho são utilizadas como estações polidoras, de lavagem ou escovagem. As máquinas polidoras estão equipadas com até 12 estações.

As máquinas polidoras e chanfradoras para obter uma chanfradura circundante foram concebidas para processamento húmido e a seco. As instalações de jacto de ar comprimido com roda centrifugadora são fornecidas até uma largura de trabalho de 1250 mm.

Columbia/EUA

Foi exposto um sistema de desintegração. O modelo Columbia CSF 40 é um sistema com pedido de patente que confere à pedra o aspecto natural de um material tratado com o cinzel. Como material de partida estão indicadas pedras fendidas, pedra vegetal, pedra de fachadas e pedra em bloco. O sistema pode ser instalado integrado no circuito ou fora dele. O comando SPS permite que o sistema seja operado facilmente. A vantagem principal reside na elevada performance e multiplicidade de materiais que podem ser processados.

Contec/Alemanha

Para o tratamento superficial individual no local foram expostas instalações móveis como, por exemplo, máquinas polidoras, fresas rotativas, máquinas de martelagem, sistemas



Hess

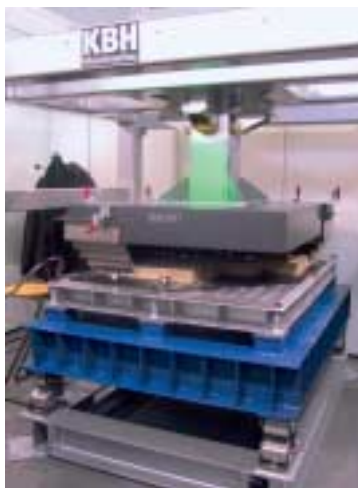


son cada vez más usadas para el procesamiento secundario de piezas prefabricadas, baldosas de piedra artificial y bloques para pavimentos. Esta función también puede realizarse por medio de máquinas cuyo propósito original no es éste, cómo pueden ser los sistemas de pulido o máquinas pulidoras de suelos. El equipo ofertado por este productor va desde herramientas de martilleo manuales con pulidoras en ángulo como accionamiento, hasta máquinas hechas a la medida del cliente para su integración dentro del ciclo de producción. El diámetro de trabajo de las herramientas de golpeo rotativas varía desde 40 a 900 mm, dependiendo del diseño. La apariencia de la superficie procesada puede variar de lisa a áspera cambiando los rodillos correspondientes o por medio de placas de deslizamiento ajustables.

El proceso de martilleo por rotación es también apropiado para la eliminación de defectos superficiales; incluso las eflorescencias pueden ser eliminadas mediante este proceso. El equipo puede trabajar tanto con agua para atrapar el polvo que se produce durante el proceso, o en seco por un proceso seco de aspiración al vacío.

Con este proceso, también pueden tratarse baldosas más finas de lo normal sin causarles daños.

KBH Gebhardt & Söhne/Alemania



Se encontraba expuesto un sistema de envejecimiento que utiliza bolas de acero. Un informe detallado sobre este sistema ya fue publicado por BFT en su edición 7/2004. Una ventaja de este sistema es que puede instalarse tanto externamente, por ejemplo en combinación con otros sistemas de mejora de productos, como integrarse en un circuito existente. El aspecto que puede alcanzarse mediante este sistema para bloques de hormigón es de la misma calidad que la de las piezas granalladas, sin embargo con la ventaja de que la colocación del bloque no se modifica y no se requiere una línea de clasificación compleja.

KBH Gebhardt & Söhne

de aspiración, aspiradores industriales, removedores de chãos para a remoção profissional de revestimentos.

FC Sonderkonstruktionen/Alemania

Foram apresentadas várias inovações no sector de maturação artificial de blocos de betão. A superfície completa dos blocos de betão pode ser fracturada (demolida) com um sistema aperfeiçoado ou somente os bordos. O processamento é efectuado em camadas. Além disso, foi apresentado um sistema para maturação de pedras de betão desintegradas, assim como uma máquina polidora fresadora multifunções para o tratamento de degraus angulares, degraus e escadas, peitoris, caixilhos de portas, patamares e outros elementos lineares de betão.

A gama de produtos abrange os sistemas estacionários de martelagem para facear pedras, que podem ser instalados no lado da secagem como by-pass, ou instalados como instalação autónoma.

Hess/Alemanha

O Tumble-Master, uma inovação própria patenteada, foi colocado em serviço nos EUA num curto espaço de tempo, com satisfação dos clientes. Neste caso, trata-se de um sistema de maturação artificial de blocos de betão. Os bordos do bloco são britados individualmente com inalteração da disposição do bloco. Graças ao reduzido tempo de ciclo de aprox. 12 segundos, a integração no circuito também é possível.

O Surf-Master exposto é uma fresa superficial com a qual se consegue obter várias superfícies, com a simples substituição das ferramentas.

O Split-Master serve para rachar rocha de taludes e materiais semelhantes, os elementos são processados a toda a volta no trajecto de refinação a jusante, por intermédio de batedores de correntes.

Com a instalação exposta Q-Bond, uma placa de pedra natural com paredes finas, é colada, automaticamente, sobre uma pedra de pavimentação em betão com os mesmos contornos.

Italmont/Itália

Para acabamento das superfícies dos elementos pré-fabricados de betão, placas de betão e pedra de pavimentação, utiliza-se, cada vez mais, dispositivos raspadores rotativos, devido à sua

Longinotti/Italia

La compañía ofrece todas las máquinas necesarias para el tratamiento de superficies: máquinas calibradoras, líneas de esmerilado y pulido, equipos de granallado de chafanes y máquinas de cepillado.

Masa-Henke/Alemania

La nueva generación de las bien conocidas líneas de pulido del tipo REX 50 y REX 70 se caracterizan por las siguientes novedades y mejoras:

Transporte por cinta: El transporte de los productos de hormigón a través de la línea de pulido se lleva a cabo a través de un sistema de transporte de cinta muy tirante que funciona sobre una superficie de apoyo especial de un acero aleado de extrema resistencia al desgaste. Los productos de hormigón se colocan en la cinta de cara a su zona de superficie mayor para alcanzar unos resultados de pulido óptimos. El accionamiento regulado permite un transporte libre de vibraciones y un ajuste sin escalones adaptado a la capacidad de producción requerida.

La primera, o/y la primera y la segunda estación de trabajo, están equipadas preferentemente con rodillos de diamante, que, gracias al alto rendimiento que proporcionan, permiten unas capacidades de producción máximas y una vida útil de servicio mas larga, reduciendo de esta forma los costes de herramientas.

Las potencias de accionamiento varían entre los 37 y los 45 kW dependiendo de la estación de trabajo.

Los discos de soporte de los abrasivos están diseñados para acoger los segmentos de pulido en una guía de cola de milano. Las funciones de centrado y sujeción de los segmentos de pulido son soportadas por discos de pulido giratorios.

La alimentación de agua es un aspecto importante en el diseño del disco de pulido. La limpieza y el enfriamiento óptimos del medio de esmerilado se consigue, en primer lugar, dirigiendo la alimentación de agua por el centro del huso de pulido y en segundo lugar a través de otros puntos del disco de esmerilado. El amperímetro electromecánico utilizado frecuentemente para regular el rendimiento de cada soporte ha sido reemplazado en su totalidad por un sistema de visualización central del proceso. Este sistema de visualización central permite al operador de la máquina comprobar desde una mesa de operaciones, el

elevada potencia e ao aspecto uniforme da superfície. Neste caso, o accionamento pode ser efectuado por máquinas que normalmente não estão previstas para esse efeito, tais como unidades de polimento e lixadeiras para o chão.

A gama dos aparelhos disponíveis vai desde as raspadoras manuais com accionamento de lixadeira angular, até às confecções especiais para integrar nas instalações de produção. O diâmetro de trabalho dos raspadores situa-se, consoante o modelo, entre 40 e os 900 mm.

O aspecto da raspagem pode ser alterado de fino a grosseiro, substituindo os rolos raspadores e utilizando placas deslizantes ajustáveis.

A raspagem rotativa também é apropriada para eliminar deficiências superficiais, consegue remover as próprias eflorescências. Opcionalmente, pode trabalhar-se com água para ligar o pó originado pelo processamento ou a seco com aspiração de pó.

Além disso, este processo permite raspar placas mais finas, do que as raspadas com os martelos raspadores convencionais, sem incorrer no risco de fractura.

KBH Gebhardt & Söhne/Alemanha

Esteve exposta uma instalação de maturação accionada com esferas de aço, a notícia detalhada já foi publicada na revista 07/2004. A vantagem desta instalação reside no facto de permitir uma instalação externa, por exemplo, em combinação com outros tipos de acabamento, ou ser integrada no circuito existente. O aspecto óptico dos blocos de betão processados é equivalente ao dos elementos polidos por tambor rotativo, com a vantagem de a posição do bloco não ser alterada e não ser necessário nenhum trajecto de selecção.

Longinotti/Itália

São propostas todas as máquinas utilizadas no tratamento superficial de blocos de betão: Máquinas de calibrar, linhas de lixagem/polimento, sistemas de chanfrar e máquinas de escovar.

Masa-Henke/Alemanha

A nova geração de linhas de rectificação com os conhecidos tipos REX 50 e REX 70 é caracterizada pelas seguintes inovações ou melhoramentos:



Penta

estado actual de los soportes individuales y de monitorizar todos ellos desde esta mesa de operaciones.

En el campo de los equipos de biselado, la compañía ha triunfado aumentando considerablemente la calidad de los chaflanes (libres de muescas), adaptándoles con nuevas herramientas de pulido y fresado. Además de esto, los cambios de formato y los ajustes que podrían hacerse necesarios durante la producción se han optimizado a través del uso de guías especiales y elementos del huso.

La planta de granallado también se ha optimizado. Se mejoró el proceso de limpieza del material de granallado mejorando la eliminación de polvo. Con este método nuevo de eliminación de polvo, el material volado de granallado está ya libre de polvo cuando cae al compartimento de almacenamiento de abrasivo.

Penta/Italia

Se expuso el nuevo sistema de embalaje y clasificación Caleidos, especialmente diseñado para organizar el producto de forma automática y apilarlo en palets. El material proveniente de la máquina de envejecimiento Caleidos Rumbler cae sobre la mesa centrifugadora y el dispositivo para alinear los bloques entre una y cuatro filas. Utilizando una línea de transferencia, los bloques de pavimento se alinean a una longitud determinada. Un dispositivo de sujeción de ejes controlados traslada las filas de bloques y forma cubos de varias capas.

Rekers/Alemania

Con su máquina de envejecimiento de piedra, los bloques de hormigón pueden envejecerse en la zona seca de la línea de producción de camino a la máquina embaladora. Esto elimina



Rekers

Accionamiento da cinta: O transporte dos produtos de betão através da linha de rectificação é efectuado por meio de um accionamento de cinta altamente resistente, que corre numa bancada especial feita numa liga de aço altamente resistente ao desgaste. Os produtos de betão estão pousados sobre toda a superfície, pelo que é óptimo o aspecto da rectificação. O accionamento regulado permite um transporte sem solavancos e uma adaptação progressiva da velocidade de passagem necessária.

A primeira ou a primeira e a segunda estação de trabalho está preferencialmente equipada com rolos de diamante os quais, devido à sua maior potência de desbaste, permitem velocidades de passagem máximas com uma vida útil simultaneamente superior e, por conseguinte, reduzidos custos de ferramentas.

A potência de apoio situa-se entre os 37 e os 45 kW, consoante a estação de trabalho.

Os discos de alojamento do material de polimento estão concebidos de forma a poderem receber os segmentos de polimento em guias com a forma de cauda de andorinha. A centragem e a fixação dos segmentos de polimento são favorecidos pelos discos abrasivos em rotação.

Um aspecto importante da configuração dos discos abrasivos é a alimentação de água. Para se conseguir aqui a optimização da limpeza e do arrefecimento do material de polimento, a alimentação de água efectua-se por um ponto de alimentação central através do fuso e por vários pontos de alimentação no disco abrasivo.

Os amperímetros electromecânicos frequentemente utilizados para a regulação de potência de cada apoio, foram substituídos totalmente por um sistema de visualização do processo. Este sistema permite ao operador da máquina controlar numa mesa de comando central os estados actuais dos apoios individuais e monitorizar todos os apoios a partir deste posto de comando.

Na área dos sistemas de chanfrar conseguiu-se melhorar substancialmente a qualidade da chanfradura (sem estrias), com a utilização de novas ferramentas de fresar/polir. As mudanças de formato e os trabalhos de afinação eventualmente necessários durante a produção também foram optimizados com a utilização de guias e elementos de fuso especiais.

Tendo em vista a optimização da limpeza do material do jacto de ar comprimido, o sistema de jacto foi optimizado com uma aspiração de pó aperfeiçoada. Nesta aspiração, o material do jacto já é libertado do pó, em queda livre, no caminho de regresso à câmara de jacto.

Penta/Itália

Foi apresentado um novo sistema de empacotamento e selecção da Caleidos, especialmente para utilização em instalações de maturação artificial, que serve para a junção automática das pedras de pavimentação e seu empilhamento em paletes. As pedras provenientes do tambor polidor Caleidos são transportadas para um dispositivo de posicionamento dinâmico e unidade de distribuição, que executa o ordenamento das pedras de pavimentação dispondo-as em 1 a 4 filas. Por intermédio de um dispositivo de deslocação, as filas são construídas com o comprimento dos pacotes. Uma pinça com eixos comandados retira as filas das pedras, respectivamente, e forma os pacotes com várias camadas.

Rekers/Alemanha

O dispositivo Steinantiker permite a maturação de blocos de betão no lado de secagem do fabrico durante a circulação do sistema de empacotamento. Desta forma, consegue-se economizar o manuseamento adicional dos produtos de betão e possibilitar uma maturação competitiva dos produtos de betão.



cualquier manipulación adicional del producto y permite un envejecimiento de los productos de hormigón con bajo coste.

Rigam-Balleggi/Italia

La línea de producción consta de varios segmentos tanto de producción de bloques como de baldosas. Un ejemplo de la línea de producto son los sistemas de esmerilado y pulido equipados con 4/8 cabezas de pulido independientes y anchuras de trabajo de 40 a 50 cm, y las máquinas de corte del tablero base.

Ri-Mac/Alemania

La línea de producto, aparte de una planta de pulido para el procesamiento superficial, incluye máquinas pulidoras de chaflanes, sistemas de calibración, sistemas de lavado directo y una planta de granallado integrables dentro del ciclo de producción de baldosas.

Schauer & Häberle/Alemania

Se encontraba expuesta una máquina de fresado y pulido completa y una máquina lineal de pulido.

SR-Schindler/Alemania

Se presentó la unidad combinada MEGA 6000 totalmente automatizada para el martilleo de alto rendimiento con 12 barras de herramientas. La MEGA 6000 puede instalarse como una unidad standard o integrarse dentro del sistema de circulación de palets de la planta de producción de bloques, escalonada con la línea de producción de la planta.

La nueva máquina de pulido de alto rendimiento STAR 8000 para el pulido de terrazo y baldosas de piedra artificial, bloques de adoquinado y ladrillos revestidos con hasta 10 estaciones de trabajo, una anchura de trabajo de 900 mm y una altura de trabajo máxima de 300 mm, permite por primera vez al operador de la planta de hormigón pulir las baldosas producidas en las prensas grandes (p. e. 4 x 40/40 cm) en el mismo turno de trabajo.

El mayor programa a nivel mundial de maquinaria para escalones se ha completado ahora con el nuevo centro de procesado de escalones STEP 9000. La planta incluye hasta 10 soportes de proceso para las fases de corte, pulido y pulido fino de escalones rectangulares, baldosas de escaleras, alfeizares, rellanos, superficies de mesa, paneles de revestimiento y piezas de hormigón especiales.

La máquina rizador desarrollada por SR-Schindler para alisar la superficie de baldosas de hormigón y bloques para adoquinados se ha establecido por sí misma mientras tanto en el mercado.



Schauer & Häberle

Rigam-Balleggi/Italia

A gama de produtos engloba muitas sub-áreas, tanto no sector das placas, como no dos blocos. Mencione-se, como exemplo, os sistemas de rectificação e polimento com 4/8 cabeças de rectificação e larguras de trabalho de 40 e 50 cm, bem como serras de rodapé.

Ri-Mac/Alemanha

A par dos sistemas de rectificação para tratamento superficial, também são fornecidos sistemas de chanfrar, sistemas de calibrar, sistemas de lavagem directa e sistemas de jacto de ar comprimido.

Schauer & Häberle/Alemanha

Esteve exposta uma máquina fresadora e rectificadora de degraus, assim como uma máquina rectificadora linear pelo método de alimentação contínua.

SR-Schindler/Alemanha

Foi apresentado o sistema combinado de polidor com martelo para facear pedras Mega 6000, de alta eficiência, totalmente automático, com 12 barras de ferramentas. A par de poder ser instalado separadamente, pode ser integrado no sistema na circulação de pranchas da unidade de fabrico de blocos, no ciclo da produção.

A nova rectificadora de alta eficiência Star 8000 para rectificar placas de betão e placas Terrazzo, pedras de pavimentação e ladrilhos com até 10 estações de trabalho, uma largura de trabalho até 900 mm e uma altura máxima de trabalho de até 300 mm, permite, pela primeira vez, à fábrica de betão rectificar as placas produzidas pelas prensas grandes (p. ex. 4 vezes 40/40 cm) durante o mesmo turno.

O maior programa mundial de máquinas para degraus é completado com o novo centro de processamento de degraus Step 9000. O sistema engloba até 10 suportes de processamento para cortar, fresar e rectificar degraus com precisão, degraus de entrada, placas de degraus, peitoris, patamares, elementos de fachada e outros elementos especiais de betão.

Entretanto, a máquina Curling desenvolvida pela SR-Schindler para alisar a superfície das placas de betão e pedras de pavimentação estabeleceu-se no mercado.

Techno Split/Italia

Foi exposto o sistema de rachamento totalmente automático TS 60/28 – 60 T para rachar, por ciclo, blocos de betão até uma largura de 600 mm e uma altura de 280 mm, com uma força de rachamento de 60 toneladas. Os modelos TS 120/40



SR-Schindler

Techno Split/Italia

Estaba expuesta la separadora totalmente automatizada TDS 60/28 – 60 T para dividir bloques de hormigón hasta un ancho de 600 mm y una altura de 280 mm con una fuerza de 60 toneladas. Con la máquina modelo TS 120/40 – 120 T, pueden dividirse elementos de hasta 1200 mm de ancho, o una completa hasta una altura máxima de producto de 400 mm. Bajo solicitud, se encuentran disponibles, cuchillas laterales y de ajuste rápido de las mismas como opción. Todas las cuchillas están recubiertas de carborundum y aseguran de esta forma una larga vida útil.

Otra máquina expuesta era la extremadamente robusta y rentable TS 50/28 AT para separación manual. Toda la maquinaria puede utilizarse tanto para el procesamiento de hormigón como de piedra natural, con un ancho de trabajo de 3000 mm y una altura de 800 mm.

Contex/Warning

Se presentó un sistema móvil de envejecimiento para bloques y piezas para adoquinado. El sistema de alto rendimiento patentado, montado sobre un remolque de camión alcanza un rendimiento de más de 150 m² de bloques y piezas para adoquinado sueltos o en cubos (o alternativamente en Big Bags). Thilmann Wilhelm, Germany

– 120 T permitem rachar elementos com uma largura até 1200 mm ou uma carga de prancha completa na direção do fabrico, com uma altura máxima do produto de 400 mm. A pedido, também estão disponíveis facas laterais com possibilidade de ajuste rápido. Todas as facas são endurecidas especialmente garantindo, assim, uma longa durabilidade.

Outro objecto exposto foi a robusta e competitiva máquina de rachar TS 50/28 AT para rachar manualmente. Todos os equipamentos são utilizáveis tanto na área do betão, como na área da pedra natural, com uma largura de trabalho máxima de 3.000 mm e uma altura de 800 mm.

Contex/Warning

Foi apresentado um inovador sistema de maturação de pedras de pavimentação e blocos. O sistema de maturação de alta eficiência patentado, montado num reboque de camião, atinge uma performance de 150 m² de pedras de pavimentação ou blocos, polidos e empacotados (ou, alternativamente, enchimento em Big-Bags).



Techno Split



Los fundamentos, procesos y aplicaciones

Hormigón armado con fibra de vidrio/ material textil

El desarrollo del hormigón armado con fibra de vidrio supone otro paso adelante en el diseño de elementos de hormigón más finos, esbeltos, ligeros, resistentes y estéticos. Las fibras de vidrio de alta resistencia y resistentes al álcali se adicionan como refuerzo a la matriz de cemento. Las fibras, finamente distribuidas, previenen la formación de grietas dañinas, son estructuralmente efectivas cuando se adicionan en la cantidad adecuada y absorben tensiones extremadamente altas aún cuando han sido dosificadas en cantidades relativamente bajas. La esbeltez de los elementos se alcanza gracias a que las fibras de vidrio no se corroen, como sucede con el hierro, y porque los requerimientos en cuanto a la cobertura de la armadura no son tan estrictos como en el caso del hormigón armado.

El artículo presente describe el estado actual de los desarrollos y aplicaciones en Alemania.

El hormigón armado con fibra de vidrio es un material compuesto que consiste en una fina matriz de hormigón de composición especial y fibras de vidrio AR compatibles con el cemento. El hormigón, como es sabido, tiene una muy alta resistencia a la compresión; las fibras de vidrio AR poseen una muy alta resistencia a la tracción en el área del acero. El efecto compuesto resulta en un material que combina en sí mismo las propiedades positivas de los componentes individuales en una aplicación dada. La resistencia a la compresión puede controlarse selectivamente variando la proporción de cemento y la resistencia a la flexión y a los impactos mediante la dosificación de las fibras.

Desde comienzo de los ochenta, existen en el mercado productos que no están únicamente armados con fibras cortas: en ellos el refuerzo se suplementa o proporciona primariamente con tejidos e hilados continuos. Estos se suplementaban con productos textiles en dos dimensiones como enrejados, tejidos y formaciones de malla y punto. Desde entonces se introdujo en el mercado el término «hormigón armado con fibras textiles» u «hormigón textil» en adición al hormigón reforzado con fibras de vidrio u hormigón de fibra de vidrio [3].

El término «hormigón armado con fibra de vidrio» es más general, ya que los productos textiles en dos dimensiones empleados hasta el momento están fabricados con fibras de vidrio AR; además, los tejidos para aplicaciones técnicas se emplean en general en combinación con fibras cortas. Para cubrir ambas denominaciones en uso actualmente en la literatura a continuación se denominará el material compuesto mediante las siglas GFRC/TRC.

El material

Matriz ligada con cemento

Al menos el 95% del peso del compuesto recae en la matriz ligada con cemento.

La matriz proporciona al producto su alta resistencia a la compresión y además asegura un alto nivel de utilización de la armadura de fibra ya que la fuerte ligazón con el refuerzo de fibras AR hace posible que los esfuerzos de tracción se transmitan a las fibras y se distribuyan por la estructura.

Princípios, tecnologia e aplicações

Betão reforçado a fibra de vidro / Betão reforçado a textil

O desenvolvimento de betão reforçado a fibra de vidro constitui um passo para se poder construir componentes de betão ainda mais finos, mais elegantes, mais leves, mais resistentes e mais estéticos. Na matriz ligada ao cimento são adicionadas, como reforço, fibras de vidro AR de alta resistência, resistentes aos álcalis. As fibras finamente distribuídas impedem a formação de fissuras prejudiciais, possuem actividade estática em caso de dosagem adequada e absorvem as forças de tracção de maior dimensão com quantidades adicionadas relativamente pequenas. A elegância dos elementos de construção é possível, uma vez que as fibras de vidro não corroem como o aço e não é necessário manter a sobreposição do reforço no betão armado, de uma forma muito exacta. O presente artigo pretende demonstrar o nível de desenvolvimento e as aplicações existentes na Alemanha.

O betão de fibras de vidro é uma substância compósita resultante de uma matriz de betão fino especialmente combinada com fibras de vidro AR compatíveis com o cimento. É sabido que o betão apresenta uma resistência à pressão muito elevada, as fibras de vidro AR possuem resistências à tracção elevadas no domínio do aço. Produz-se uma substância no propósito que reúne as respectivas características positivas desejadas dos componentes individuais. A resistência à pressão pode ser controlada através da variação do cimento e a resistência à flexão e tracção e resistência ao choque podem ser controladas selectivamente através da quantidade adicionada.

Desde meados dos anos 80 que se encontram produtos no mercado que não só são reforçados com fibras curtas como, nos quais, as esteiras e os Rovings não cortados também completam ou assumem a armação predominantemente. Adicionalmente, apareceram os produtos superficiais têxteis tais como rede de arame, tecido, malhas de rede, têxtil não-tecido e tecidos de malha. Desde então, ao lado do betão de fibras de vidro surgiu a designação de «betão reforçado a têxtil» ou «betão têxtil» [3].

O conceito de «betão de fibras de vidro» é mais abrangente, uma vez que os produtos superficiais têxteis utilizados até à data são produzidos a partir de fibras de vidro AR e, além disso, os têxteis técnicos são geralmente utilizados em combinação com fibras curtas. Para abranger as duas designações usadas actualmente na bibliografia técnica, seguidamente, o material compósito é designado, sucintamente, por GFB/TBB.

Los componentes esenciales de una matriz para GFRC/TRC son:

- ▶ agente de ligado
- ▶ agregado o árido, tamaño máximo de partícula, con curva granulométrica constante
- ▶ aditivos, por ejemplo generador de poros de aire, fluidificantes
- ▶ agua, ratio agua/cemento entre 0,35 y 0,5

El ratio de mezcla agente de ligado: recargo oscila entre 1:0,3 hasta 1:2, dependiendo del producto y del proceso de producción. Un contenido en agregado más alto resulta en un efecto positivo en la absorción de agua, en el comportamiento ante la contracción y por último también en el coste de los materiales. Por otro lado, un contenido de agregado más alto hace más difícil la integración de las fibras en la matriz. La manejabilidad puede ser optimizada empleando un agregado con el tamaño de grano adecuado y mediante la adición de aditivos fluidificantes. Se han alcanzado resultados especialmente satisfactorios con los súper fluidificantes de última generación basados en polycarboxilato.

El ratio agua/cemento oscila entre 0,35 y 0,5 dependiendo del método de producción empleado y de la aplicación. Debe, sin embargo, mantenerse en un nivel lo más bajo posible para limitar la contracción – un valor común es un ratio de a/c de 0,4. El hormigón armado con fibra de vidrio se emplea en la fabricación de elementos esbeltos con espesores de pared entre 5 mm y 30 mm. Estos tienen, en comparación con su volumen, una superficie relativamente grande a través de la cual puede evaporar el agua requerida en la fabricación directamente después de la fabricación. La pérdida en resistencia resultante puede evitarse mediante un fraguado cuidadoso.

La **Figura 2** ilustra la estructura de un hormigón reforzado con fibra de vidrio con un ratio de mezcla agente de ligado/agregado de 1:1,25, fibras cortas y un ratio a/c de aproximadamente 0,4 [4, 5].

Para el GFRC/TRC se utilizan fibras de vidrio AR resistentes al álcali cuya compatibilidad con el cemento se logra con una composición especial de la materia prima. A pesar de ello, se encontraron elementos expuestos a los agentes medioambientales que habían sufrido con el paso de décadas una pérdida en la resistencia a la flexión y frente a los impactos [6]. Diversas investigaciones dieron como resultado una matriz con la que es posible la fabricación de hormigón reforzado con fibra de vidrio con una resistencia a la flexión constante durante un periodo de al menos 50 años. Esta matriz se ha denominado matriz de la segunda generación [7, 5].

Este hecho abre la posibilidad de obtener la aprobación en casos específicos o permisos técnicos generales de la autoridad de regulación para la construcción nacional [8] a través del Deutsches Institut für Bautechnik.

La prueba de duración a largo plazo se efectúa mediante un ensayo de aceleración. Este ensayo se caracteriza por un almacenamiento húmedo a altas temperaturas. Está reconocido a nivel mundial desde que se demostró que el proceso de envejecimiento en elementos fabricados con GFRC expuestos a los agentes medioambientales puede reproducirse matemáticamente con ensayos de «aceleración del tiempo» con la ecuación de Arrhenius:

$$A = K \times \exp(-E / RT), \text{ donde}$$

A = ratio de reacción específico
 K = constante
 E = energía de activación
 R = constante de gas
 T = temperatura absoluta

[6]. Mediante esta correlación pueden hacerse predicciones a cerca del comportamiento a largo plazo. Comparaciones con ensayos realizados en tiempo real durante un periodo de 20 años, confirman la validez del ensayo de aceleración para este periodo de tiempo, ver **Tabla 1**.

La **Figura 3** muestra el desarrollo en el tiempo de la resistencia a la flexión del hormigón reforzado con fibra de vidrio compa-



Figura 1. Un diámetro de 32 mm con un espesor del material de 15 mm. La Concha de Stuttgart [1, 2]

Fig. 1. 32 m de diâmetro com material de 15 mm de espessura: A Concha de Estugarda [1, 2]

O material

Matriz ligada ao cimento

No mínimo, 95% da percentagem de peso do material compósito recai sobre a matriz ligada ao cimento. Esta confere ao produto uma elevada resistência à pressão e garante, além disso, um elevado factor de eficiência do reforço das fibras, uma vez que estas, devido à aderência com as fibras de vidro AR, transmitem as forças de tracção originadas àquela, eliminando-as no compósito.

Os componentes essenciais de uma matriz para GFB/TBB são:

- ▶ Aglutinante
- ▶ Fundente, granulado máximo de 2 mm, com curva granulométrica constante
- ▶ Aditivo, p. ex., agente introdutor de ar, liquifactor
- ▶ Água, valor de água/cimento entre 0,35 e 0,5

A relação de mistura aglutinante : fundente vai de 1:0,3 a 1:2, consoante o produto e o processo de fabrico. Um aumento da percentagem de fundente tem uma acção positiva sobre a absorção de água, a capacidade de contracção e, em última análise, também sobre os custos do material.

Por outro lado, um aumento da percentagem de inertes dificulta a incorporação das fibras. Graças à utilização de inertes com uma estrutura de grânulos adequada e à adição de agentes plastificantes, a capacidade de processamento pode ser optimizada. Especialmente vantajosos são os agentes plastificantes da nova geração de polycarboxilato.

O valor água/cimento situa-se, consoante o processo de fabrico e a aplicação, entre 0,35–0,5, mas para limitar a contracção, deverá ser mantido tão reduzido quanto possível – o valor de água/cimento de 0,4 é comum. O betão de fibras de vidro é utilizado para o fabrico de componentes em filigrana com espessuras de parede entre 5 mm e 30 mm. Em comparação com o volume, estes componentes apresentam uma grande superfície, através da qual a água necessária para o processo de endurecimento consegue vaporizar-se imediatamente após o fabrico. A perda de resistência daí resultante pode ser evitada com um tratamento ulterior cuidadoso.

A figura 2 ilustra, exemplarmente, a estrutura de um betão de fibras de vidro com a relação de mistura aglutinante : fundente = 1 : 1,25, fibras curtas e um valor de água/cimento de aprox. 0,4 [4, 5].

Para o GFB/TBB são utilizadas fibras de vidro AR resistentes aos álcalis, cuja compatibilidade com o cimento se deve a uma composição especial das matérias primas. Contudo, nos componentes expostos às condições atmosféricas, constatou-se uma diminuição da resistência à flexão e tracção e da resistência ao choque, no decurso de décadas [6]. Estudos vastos levaram a um sistema de matriz que permite o fabrico de betão de

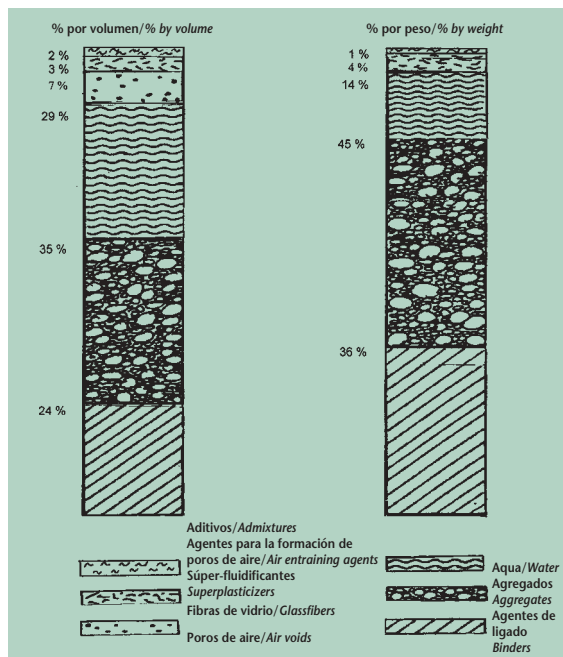


Figura 2. Composición del hormigón con fibra de vidrio
Fig. 2. Composição do betão de fibras de vidro

rando el empleo de matrices de la primera y segunda generación.

Armado con fibras de vidrio AR

Como ya ha sido mencionado previamente, se emplean fibras de vidrio AR compatibles con el cemento como refuerzo de la matriz ligada con cemento. Un fundente de vidrio de composición especial, que contiene un 10 a 20% en ZrO_2 , da la resistencia al ataque alcalino del cemento [9]. Esta resistencia no se logra con un recubrimiento adicional, como frecuentemente se asume de modo erróneo.

Las fibras AR se hacen pasar por el fundente a través de toberas, tienen un diámetro constante de 14 o 20 micras y se denominan por esta razón «textiles». Los filamentos individuales se unen en un filamento previo a su proceso de hilatura. Un hilo consta generalmente de 32 ó 64 filamentos o de 6.582 filamentos individuales, ver **Tabla 2**.

Las fibras de vidrio AR se emplean como refuerzo para la matriz – como fibras cortas, hilos continuos o mallas de superficie textiles.

Fibras cortas

Las fibras se cortan bien ya en la planta del fabricante o después directamente durante el proceso de producción. Cuando las fibras se añaden a la matriz en el mezclador (hormigón mezclado), se emplean longitudes de 6 a 24 mm. En el proceso de proyectado, las fibras de vidrio AR se cortan en el cabezal de pulverizado en longitudes de 12 a 50 mm.

fibras de vidrio con una resistencia a flexión y tracción constante durante un período de 50 años, no mínimo. É designada por matriz de segunda generación [7, 5].

Essa circunstância confere a possibilidade de obtenção de aprovações individuais, ou certificações [8] de controlo de construção, na generalidade, por parte do Instituto Alemão de Tecnologia Arquitectónica.

A prova da resistência de longo prazo é efectuada através de um teste de aceleração, caracterizado por uma armazenagem húmida a elevada temperatura. Este teste é reconhecido em todo o mundo, desde que ficou provado que é possível calcular, matematicamente, com a equação de Arrhenius, os processos de envelhecimento nos componentes de GFB, em caso de intempérie natural e com o teste acelerador

$$A = K \times \exp(-E / RT), \text{ com}$$

A = taxa de reacção específica
K = constante
E = energia de activação
R = constante de gás
T = temperatura absoluta

[6]. Através desta correlação, é possível fazer predições sobre o comportamento de longo prazo. As comparações com os estudos em tempo real ao longo de 20 anos, confirmam a validade do teste de aceleração nesse período.

A **figura 3** mostra o desenvolvimento temporal da resistência à flexão e tracção do betão de fibras de vidro, usando sistemas de matriz de primeira e da segunda geração.

Reforço com fibras de vidro AR

Como já se referiu atrás, são utilizadas fibras de vidro AR compatíveis com o cimento, como reforço da matriz ligada ao cimento. Uma composição especial da massa de vidro fundido, com 10 a 20% de percentagem de ZrO_2 , entre outros, origina a capacidade de resistência contra a corrosão alcalina do cimento [9]. Esta capacidade de resistência não resulta, como frequentemente se pensa erradamente, de um revestimento adicional.

As fibras de vidro AR são puxadas de uma massa de vidro fundido por tubeiras, apresentam um diâmetro constante de 14 ou 20 μm e têm, por isso, a designação de têxtil. Os filamentos individuais são reunidos num fio de fição e transformados depois numa Roving (mecha). Uma Roving consiste, geralmente, em 32 ou 64 fios de fição, ou 6.582 filamentos individuais, vide **tabela 2**.

As fibras de vidro AR são utilizadas de forma muito diversa como reforço da matriz ligada ao cimento. Como fibra curta cortada, Roving não cortado ou produtos superficiais têxteis.

Fibras curtas

As Rovings são cortadas em fibras curtas logo na fábrica ou, posteriormente, imediatamente durante o processo de fabrico. Se as fibras já forem adicionadas à matriz na misturadora (betão misturado), são utilizados complementos de 6 a 24 mm. Durante o processo de injeção, as Rovings de fibra de vidro AR são cortadas na cabeça de injeção e possuem complementos de 12 e 50 mm.

Tabla 1. Comportamiento a largo plazo del GFRC/TRC de la 1ª y 2ª generación
Tabela 1. Comportamento no longo prazo do GFB/TBB da 1ª e 2ª geração

Propiedades Propriedades	Unidad Unidade	Después de 28 días Após 28 dias	Después envejecimiento Após envelhecimento	
			1ª generación 1ª geração	2ª generación 2ª geração
Resistencia a la flexión Resistência à flexão e tracção	N/mm ²	25	15	23
Resistencia a la tracción Resistência à tracção	N/mm ²	12	7	10
Resistencia a la compresión Resistência à pressão	N/mm ²	50	50	50
Elongación a la rotura Alongamento de ruptura	%	8	1	5-8

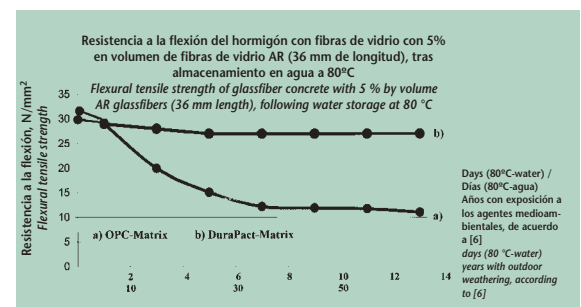


Figura 3. Resistencia a la flexión del GFRC
Fig. 3. Resistência à flexão e tracção do GFB



Tabla 2. Propiedades de las fibras de vidrio AR
Tabela 2. Propriedades das fibras de vidro AR

Propiedades Propriedade	Unidad Unidade	Valor Valor	Comentarios Observações
Longitud/Comprimento	mm	la deseada	
Diámetro del filamento Diâmetro do filamento	µm	à discrção 14 o/ou 20	margen crítico: < 3 µm (riesgo para la salud) Faixa crítica: < 3 µm (risco para a saúde)
Densidad/Espesura	g/cm ³	2,68	
Modulo E de Young/Módulo E	N/mm ²	72.000	
Resistencia a la tracción Resistência à tracção	N/mm ²	1.700	medido en el hilo medido no fio de fiacção
Elongación al la rotura Alongamento de ruptura	%	2,4	
Coefficiente de expansión térmica Coeficiente de dilataçao térmica	10 ⁻⁶ /°K	4,8	
Estructura de un hilo: 1 hilo = 2.450 tex = 32 hilos = 6.528 filamentos 1 hilos = 204 filamentos			
Estructura de una roving: 1 roving = 2.450 tex = 32 fios de fiacção = 6.528 filamentos 1 fio de fiacção = 204 filamentos			

Refuerzo unidireccional

Los componentes estructurales cargados principalmente en una dirección se refuerzan de modo óptimo y económico con hilos de fibras de vidrio AR. Se emplean formaciones de punto ya confeccionadas o se introduce las fibras de vidrio AR directamente de la bobina de hilo en paralelo con el componente en fabricación. Un ejemplo de esto es el panel corrugado fabricado de hormigón reforzado con fibra de vidrio que se lleva empleando con éxito durante más de una década. Una sección a través de este producto, **Figura 5**, muestra la disposición de las fibras de vidrio AR continuas [10].

Materiales textiles para aplicaciones técnicas

Dos departamentos de investigación especiales en RWTH Aachen y TU Dresden estudian intensamente el uso de materiales textiles creados con hilados de fibras de vidrio AR como armado en el hormigón. Aquí se desarrollan y prueban materiales textiles para aplicaciones técnicas, tales como formaciones en punto básicas, tejidos en enrejado, géneros de malla o punto por trama [11].

Reforço unidireccional

Os componentes que estão especialmente sujeitos ao máximo de carga numa direcção, são os que podem ser reforçados com Rovings de fibras de vidro AR não cortadas, de forma mais fácil e rentável. São utilizados têxteis não-tecidos pré-fabricados, ou as fibras de vidro AR são introduzidas paralelamente no componente, directamente a partir das bobinas de Roving.

Como exemplo com bons resultados dados ao longo de mais de uma década, menciona-se aqui a chapa ondulada de betão de fibras de vidro. Um corte através deste produto, **figura 5**, mostra a disposição das fibras de vidro AR não cortadas [10].

Têxteis técnicos

Duas áreas de investigação especial na Escola Superior da Renânia/Vestfália em Aachen e na Universidade Técnica de Dresden ocupam-se, de forma muito intensa, da utilização de têxteis nos fios das fibras de vidro, como material de reforço do betão. Foram desenvolvidos e testados têxteis técnicos, tais como, por exemplo, têxtil não-tecido, entrelaçados, tecidos ou tecidos de malha [11].

Geralmente, os têxteis são produtos planos bidimensionais. Os desenvolvimentos mais recentes na tecnologia têxtil também permitem o fabrico de têxteis tridimensionais, de modo que já é possível tomar em consideração durante o fabrico dos têxteis os parâmetros específicos para os produtos de betão de fibras a fabricar posteriormente. Exemplos disso são as «mangueiras» para tubos, o tecido de malha distanciador para as construções em sanduíche ou a rede de malha de arame com um reforço melhorado através do aumento do perfil no sentido da carga principal.

Os tecidos têxteis oferecem a possibilidade de reforçar selectivamente as zonas dos elementos de construção fortemente sujeitas a tracção, por exemplo, é possível desenvolver o reforço da construção em sanduíche nos componentes com apenas 10 a 20 mm de espessura, sempre pelo lado exterior (**figura 6**).

Todavía, a utilização adicional de fibras curtas é geralmente necessária para manter as zonas sem reforço tão pequenas quanto possível.



Figura 4. Productos de fibras de vidrio AR
Fig. 4. Produtos em fibra de vidro AR

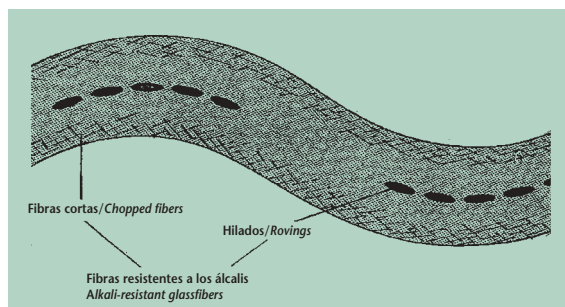


Figura 5. Corte transversal en un panel corrugado de hormigón con fibra de vidrio con fibras cortas y largas
Fig. 5. Corte através de uma chapa ondulada de GFB com fibras curtas e longas



Figura 6. La instalación del refuerzo tiene lugar en la superficie del panel
Fig. 6. Colocação do reforço sempre na superfície da chapa

Los materiales textiles son en general formaciones en dos dimensiones. Desarrollos recientes en la tecnología textil permiten también la fabricación de materiales textiles en tres dimensiones de forma que parámetros específicos del hormigón con fibras para el que están destinados pueden considerarse ya durante su producción. Ejemplos de ellos son las «mangueras» para tuberías, tejidos espaciadores para formaciones en sándwich o tejidos en rejilla con un refuerzo mejorado mediante un incremento de la sección transversal del vidrio en la dirección principal de la carga.

Con los tejidos de aplicación técnica, las zonas de los elementos de construcción sujetos a altas cargas de tracción pueden ser reforzadas selectivamente. Por ejemplo, en un elemento de sólo 10 a 20 mm de espesor el refuerzo se puede diseñar como construcción en sándwich, instalado en el exterior (Fig. 6).

Sin embargo es aquí normalmente necesario el empleo adicional de fibras cortas para reducir en lo posible las zonas no provistas de refuerzo.

Ulrich Pachow, Dirk Lind

DuraPact
Gesellschaft für Faserbetontechnologie mbH
Büssingstr. 4
421781 Haan/Rheinland / Germany
☎ +49 (0) 21 29 / 56 78 10
Fax: +49 (0) 21 29 / 56 78 28

LITERATUR

REFERENCES

- [1] Schlaich, J.: „Die Glasfaserbetonschale für die BUGA 1977 in Stuttgart“, Symposium GFB, FVF-Tagungsband 96
- [2] Meyer, A.: „Erstes Schalendach aus GFB in Deutschland“, Beton Heft Nr. 4 (77)
- [3] „Textilbeton“, Fachkolloquium der SFB 528 und 532, Tagungsband 2/01
- [4] Pachow, U.: „AR-Glasfasern für zementgebundene Baustoffe“, Sommerkolloquium Inst. für Gesteinshüttenkunde, RWTH Aachen 1998
- [5] Halm, J., „Ausgangsstoffe, Herstellverfahren und Eigenschaften von Glasfaserbeton“, FVF-Tagungsband 96
- [6] Proctor, B.; Litherland: „Developments in the assessment...“, Composites 13 (82) S. 172-179
- [7] Weiser, W.: „New Matrix Improves GFRC-Durability“, Construction a. Building Materials Vol. 4 No. 1 (1990)
- [8] Deutsches Institut für Bautechnik, Zulassung Nr. 4. 5-69, „Glasfaserbeton-Wellplatten“
- [9] DIN 1259-1
- [10] Pachow, U.: „Wellplatten aus Glasfaserbeton“, Baumarkt 4/92
- [11] Hegger, J., Molter, M.: „Textilbewehrter Beton – Tragverhalten und Anwendung“, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Schriftenreihe Heft 47/2001

Puesta en marcha de un sistema de reciclado integral en una planta de hormigón prefabricado

El reciclado sistemático de materiales elimina la producción de residuos en una planta de elementos prefabricados

La planta de prefabricados Dalton Betonelementer A/S en Tilst, Dinamarca pone en marcha el desarrollo de una solución de reciclado integral contratada a la empresa alemana BIBKO Umwelttechnik und Beratung GmbH de Belstein.

En el desarrollo de la solución de reciclado para la planta de prefabricado, no se debía considerar únicamente la eliminación de la producción de residuos de la planta como solución final, sino también los requisitos específicos del cliente.

- ▶ Todos los residuos generados en las seis diferentes áreas de producción debían ser transferidos a través de un sistema apropiado a una zona central. Las distancias a la zona central, la actual zona de reciclado, alcanzaban los 200 m. En este lugar el proceso de reciclado actual debía de llevarse a cabo en una planta de reciclado BIBKO.
- ▶ Los residuos de arena y grava y el agua residual debían reintroducirse en el proceso de mezclado. El excedente de agua debía ser conducido a un sistema de purificación. El agua purificada de esta planta debía hacerse de nuevo adecuada para el proceso de producción. El diagrama de flujo de la Fig. 1 ilustra el proceso de reciclado completo.

Con el fin de combinar tanto los aspectos generales, como los requisitos específicos del cliente sobre el sistema, la solución total para la planta de prefabricado se subdividió en un total de cinco fases del proceso.

- ▶ Fase del proceso I: Recolección del agua de lavado y del hormigón residual (salas 1 a 4/planta de mezclado) Transporte del agua de lavado/hormigón residual a la planta de reciclado

Inauguração de conceito de reciclagem total para fábrica de elementos pré-fabricados

Circuito de material sistemático evita detritos em fábrica de elementos pré-fabricados

A empresa Bibko Umwelttechnik und Beratung GmbH em Beilstein foi encarregada de desenvolver uma solução de reciclagem total para a fábrica de elementos pré-fabricados da empresa Dalton Betonelementer A/S em Tilst/Dinamarca.

No desenvolvimento da solução de reciclagem para a fábrica de elementos pré-fabricados, a solução final deveria contemplar a junção da eliminação dos detritos na fábrica, com a integração das exigências específicas dos clientes.

- ▶ Todos os resíduos de produção originados em seis áreas de produção diferentes, teriam de ser transportados por um sistema adequado para uma área central. Neste caso, as distâncias em relação à verdadeira área de reciclagem eram de até 200 m. Ali, teria de efectuar-se o processo de reciclagem efectivo com uma instalação de reciclagem Bibko.
- ▶ No processo de mistura deveriam ser usados novamente os componentes areia, saibro e água residual. A água residual excedente teria de ser levada para um sistema de depuração, para obter água purificada a partir daí. Esta água purificada seria então novamente disponibilizada ao processo de produção. O diagrama de fluxo da sequência de reciclagem total está apresentado na (imagem 1).

Para reunir os aspectos gerais com os requisitos específicos do cliente no sistema, a solução global para a fábrica de elementos pré-fabricados foi dividida num total de cinco níveis processuais.

- ▶ Nível processual I: Recolha da água de lavagem e betão residual (pavilhões 1 a 4/ instalação misturadora) Transporte da água de lavagem/betão residual para a instalação de reciclagem

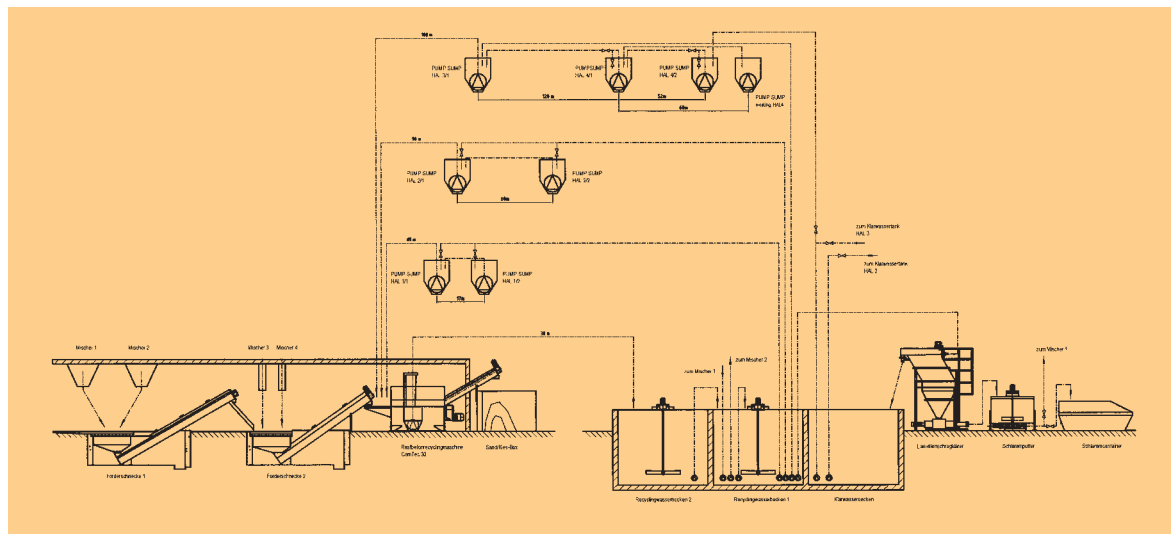


Fig 1. Diagrama de flujo del sistema de reciclado del hormigón residual (Mezclador, transportador sin fin, equipo de reciclado de hormigón residual, balsa de agua reciclada, balsa de agua limpia, balsa inclinada laminar, separador de sedimentos, contenedor de sedimentos)
 Imagem 1. Diagrama de fluxo da instalação de reciclagem do betão residual (misturador, transportador de parafuso sem fim, máquina de reciclagem do betão residual, reservatório de água de reciclagem, reservatório de água clara, depurador de lamelas obliquas, reservatório de lamas, contentor de lamas)

- ▶ Fase del proceso II: Proceso de reciclado mediante la planta de reciclado
- ▶ Fase del proceso III: Tratamiento del agua residual
- ▶ Fase del proceso IV: Reutilización en el proceso de mezclado
- ▶ Fase del proceso V: Reutilización en producción

Fase del proceso I: Recolección del agua de lavado y del hormigón residual

Existen tres salas dedicadas a la producción de componentes prefabricados de diferentes tamaños y formas. En la sala 4, las superficies de hormigón de los componentes prefabricados son afinadas. Los residuos que se producen en el lavado de los moldes y contenedores de transporte cuando son lavados se unen a los demás residuos de producción.

Para asegurar que estos materiales pueden transportarse de forma adecuada, se instalaron sumideros equipados convenientemente con bombas en un total de seis lugares en la zona de producción. Estos materiales primero se conducen dentro del sumidero y a continuación se bombean a la fase del proceso de reciclado II de la planta, utilizando agua como medio de transporte.

Fase del proceso II: Proceso de reciclado mediante la planta de reciclado

Esta fase del proceso es el corazón de la planta: aquí es donde se lleva a cabo el proceso de reciclado propiamente dicho. Para este propósito se seleccionó la planta de reciclado BIBKO del tipo ComTec 30.

Con una capacidad de reciclado de 30 m³/h de residuos de hormigón, también pueden tratarse grandes cantidades de agua de lavado. En el proceso, los materiales con capacidad de cohesión que contienen estos materiales se separan adecuadamente de forma que el material reutilizable no vuelve a fraguar, cumpliendo al mismo tiempo el límite de separación de 0.2 mm en el agua residual.

- ▶ Nivel processual II: Processo de reciclagem com a instalação de reciclagem
- ▶ Nivel processual III: Tratamento da água residual
- ▶ Nivel processual IV: Reutilização no processo de mistura
- ▶ Nivel processual V: Reutilização na produção

Nível processual I: Recolha e transporte da água de lavagem e do betão residual

Os elementos pré-fabricados de vários tamanhos e formas são fabricados em três pavilhões, no pavilhão 4 são polidas as superfícies de betão dos elementos pré-fabricados. Os resíduos de produção resultantes, são originados pela lavagem dos moldes dos elementos pré-fabricados e dos recipientes de transporte, pela própria operação de polimento e pelos resíduos de betão da produção.

Para que estes materiais possam ser transportados com segurança, foram instalados poços de bomba em seis pontos da produção, com as respectivas bombas. Primeiro, os materiais são introduzidos e lavados nestes poços e são bombeados depois para a instalação de reciclagem no nível processual II, utilizando a água como meio de transporte.



Fig. 2. Planta de reciclado Bibko del tipo ComTec 30
 Imagem 2. Instalação de reciclagem Bibko tipo ComTec 30



Fig. 3. Transportador sin fin Bibko
 Imagem 3. Transportador de espiral Bibko



Fig. 4. Visión de conjunto del tratamiento de agua residual
 Imagem 4. Vista de conjunto do tratamento da água residual



Fig. 5. Sistema de purificación con bomba extractora de sedimentos residuales
 Imagem 5. Sistema de depuração com bomba de extracção das lamas residuais

Los materiales que se han separado durante el proceso de reciclado son conducidos a través del transportador sin fin, de la planta de reciclado al almacén de materiales. Una vez aquí, pueden volver a ser utilizados como áridos en el hormigón. El agua residual es conducida a la fase del proceso III (tratamiento de agua residual).

Fase del proceso III: Tratamiento del agua residual

El agua residual de la planta de reciclado es conducida a la balsa con agitador. Aquí, el agua residual se mantiene. Al mismo tiempo, el agitador mantiene en suspensión los finos que contiene el agua residual, previniendo de esta forma su sedimentación.

Dentro de la balsa agitadora, una serie de bombas con varias funciones aseguran que esta agua residual pueda volver a ser reutilizada.

► Bomba de agua residual: Esta bomba transfiere el agua residual directamente a la planta de mezclado. Una vez ahí, el agua residual se utiliza para la producción de hormigón, reduciendo de esta forma la necesidad de agua fresca.

► Bomba de agua fluidificadora: El agua, como medio de transporte, es indispensable para bombear el hormigón residual de la producción. Con esta bomba, el agua circulada a las bombas de sumidero para mantener el proceso de distribución. De esta forma, se asegura el transporte de los materiales de una forma fiable.

► Bomba de recirculación: Debido a las particularidades de la producción, en esta planta se origina más agua residual de la que se puede utilizar directamente por la planta de mezclado. El exceso de agua residual se lleva a través de esta bomba al sistema de purificación.

El exceso de agua residual que no se puede utilizar directamente en el proceso de mezclado, cómo ya se ha explicado anteriormente, es transferido a este sistema de purificación. El objetivo aquí, es el de eliminar los finos que contiene el agua residual por medio de separación por gravedad. Para conseguir esto, los finos se acumulan en la tolva del purificador y se espesan, y el agua purificada y clara fluye a través del desagüe a la balsa de agua limpia.

Fase del proceso IV: Reutilización en el proceso de mezclado

En esta fase del proceso, además de la reutilización directa del agua residual (fase del proceso III), los finos asentados en la tolva y el agua purificada se integran en el proceso de mezclado. Con el fin de alcanzar un circuito cerrado uniforme con los finos asentados en el sistema de purificación, primero estos finos se extraen por medio de una bomba y luego se bombean de nuevo dentro del proceso de mezclado.

Fase del proceso V: Reutilización en producción

La calidad del agua purificada es tan alta que puede reutilizarse en diferentes zonas del proceso de producción.

Resumen

Con el método de proceso seleccionado, se pudo implementar en la planta de prefabricados de Dalton Betonelementer A/S

Nível processual II: Processo de reciclagem com a instalação de reciclagem

Esse nível processual constitui o cerne da instalação; é aqui que se efectua o verdadeiro processo de reciclagem. Para esse efeito, foi utilizada a comprovada instalação de reciclagem Bibko, tipo ComTec 30. Com uma capacidade de reciclagem do betão residual de 30 m³/h, também podem ser tratadas quantidades muito superiores de água de lavagem. Neste caso, os materiais contidos susceptíveis de ligação são eliminados, com segurança, por lavagem, não se efectuando o endurecimento do material recuperado, mas mantendo-se, ao mesmo tempo, o corte de separação de 0,2 mm na água residual. O material recuperado durante o processo de reciclagem é transportado para fora da instalação, pelo transportador de espiral montado na instalação de reciclagem, para a caixa de material. A partir daí, pode ser utilizado novamente no betão como agregado. A água residual penetra no nível processual III (tratamento de água residual).

Nível processual III: Tratamento da água residual

A água residual da instalação de reciclagem é levada para o reservatório com o agitador. Por um lado, este tem a função de armazenar a água residual. Com o agitador montado impede-se, ao mesmo tempo, que as partículas finas contidas na água residual sedimentem e sejam mantidas em suspensão. Para se poder utilizar agora esta água residual, existem no reservatório com o agitador diversas bombas com funções diferentes:

► Bomba de água residual: Esta bomba transporta a água residual directamente para a instalação misturadora. Aqui, a água residual é utilizada para o fabrico de betão. Assim as necessidades de água fresca são reduzidas.

► Bomba de lavagem: a água, como meio de transporte e alimentação, é decisiva para a bombagem do betão residual da produção. Para favorecer o processo de transporte, esta bomba bombeia água em circuito para os reservatórios com bombas. Desta forma, fica garantido o transporte seguro do material.

► Bomba de enchimento: em consequência da produção, nesta fábrica, a quantidade de água residual acumulada é superior à quantidade de água que pode ser utilizada novamente na instalação de mistura. O excedente de água residual é levado com esta bomba para o sistema de depuração.

Como se descreveu atrás, o excedente de água residual que não pode ser utilizado directamente no processo de mistura é levado para este sistema de depuração. O objectivo é remover as partículas finas contidas na água residual pela força de gravidade. Neste caso, as partículas finas são acumuladas e espessadas no cone do depurador, a água depurada e com aspecto claro alcança o reservatório de água clara através do vertedouro.

Nível processual IV: Reutilização no processo de mistura

A par da reutilização directa da água residual (nível processual III), neste nível processual as partículas finas depositadas provenientes do cone do sistema de depuração e a água depurada também são integradas no processo de mistura.

Para também se conseguir um circuito fechado no sistema de depuração com as partículas finas depositadas, estas são retiradas com uma bomba e bombeadas no processo de mistura.

Nível processual V: Reutilização na produção

Devido à boa qualidade da água depurada no reservatório de água clara, esta pode ser reutilizada em vários pontos da produção.

Resumo

Foi possível, com o método de operação seleccionado, criar um circuito fechado de material na firma Dalton Betonele-



Fig. 6. Balsa con agua clara
Imagem 6. Reservatório de água clara



Fig. 7. Agua purificada del sistema de purificación
Imagem 7. Água depurada do sistema depurador

un reciclado completo de materiales. El concepto abarca además del reciclado de sólidos, la distribución de agua de lavado desde siete puntos diferentes del proceso. El agua de lavado que se origina en estos puntos se bombea a la planta de reciclado a distancias de hasta 150 m. Después del reciclado, todos los residuos de la producción que se generan en la planta en forma de hormigón residual y agua de lavado están de nuevo disponibles para la producción de hormigón de calidad asegurada. ■

Bibko Umwelttechnik & Beratung GMBH
Steinbeisstrasse 1+2, 71717 Beilstein / Germany
www.bibko.com, E-mail: info@bibko.com

menter A/S. A par da reciclagem de matérias sólidas, o conceito abrange também a alimentação da água de lavagem a partir de sete pontos de origem diferentes. A água de lavagem que aí se produz é bombeada, em parte, ao longo dos 150 m da instalação de reciclagem. Todos os resíduos de produção originados na fábrica sob a forma de betão residual e água de lavagem ficam, novamente, à disposição da produção de betão, com qualidade garantida. ■

Inteligencia en lugar de hormigón in-situ

Construcción sándwich – el futuro de los edificios protegidos contra las radiaciones

La compañía constructora Forster Bau GmbH de Ingolstadt ha desarrollado un método para el montaje de estructuras contra radiaciones mediante el empleo de componentes prefabricados en hormigón. El dueño de esta firma e inventor de este método de construcción, Jan Forster, ha recibido tres premios por este motivo: el premio del Estado de Baviera, el premio del Profesor Adalbert Seifriz, al éxito en la transferencia de tecnología entre ciencia y comercio, y el premio alemán 2004 de la eficiencia de materiales en el sector de los materiales de construcción del Ministerio de Economía y Trabajo alemán. El primer contrato para la construcción de un edificio con «terapia contra alta energía» ha sido ya firmado.

Estado del conocimiento científico y técnico en el presente: alto coste y lenta ejecución

Para la protección estructural a la radiación en salas donde se instalan aceleradores lineales con radiación de rayos X de hasta 20 MV se ha empleado hasta el momento fundamentalmente componentes de hormigón armado o pesadas masas de hormigón. Estos componentes tienen un espesor de hasta 4,00 m y una relación peso/volumen entre 2.300 kg/m³ y 4.500 kg/m³. En caso del hormigón pesado sólo son adecuados aditivos de gran densidad para alcanzar las requeridas altas densidades de más de 2.300 kg/m³ requeridas en el hormigón fraguado. Éstos son casi en todos los casos la barita, chatarra de hierro o mineral de hierro procesado (magnetita, ghoetita o hematites). La protección estructural convencional frente a la radiación se completa con el recubrimiento de paredes y techos con plomo para reducir las dosis de radiación existente (dosis ambiental). Incluyendo los revestimientos de plomo, frecuentemente necesarios, resulta un precio por metro cúbico de 1.200 hasta 2.400 euros.

El desmantelamiento y remodelamiento de este tipo de construcciones es una labor especialmente complicada. Normalmente se realiza con sierras de alambre, instrumentos de demolición para alto desgaste y pesadas grúas sobre camión «heavy-duty» para el transporte de los bloques. Finalmente, los materiales demolidos tienen que ser retirados en la mayoría de los casos como deshecho especial con alto coste.

El desarrollo del método sándwich

Los bien conocidos riesgos y el alto coste asociados con el método convencional de construcción llevó a Forster Bau GmbH a buscar un modo más económico y que proporcionara, en caso de ser posible, una mejor protección frente a la radiación. Como objetivo se perseguía mantener la protección frente a la radiación incluso en el caso de los aceleradores de alta energía con energías de partícula de varios cientos de MeV. El resultado del trabajo de desarrollo fue un edificio protegido frente a la radiación en construcción sándwich de hormigón armado cuyas cavidades se rellenan con yeso a granel (sulfato de calcio dihidrato, CaSO₄ x 2H₂O).

Inteligência em vez de betão fabricado no local

Construção em sanduíche – o futuro para edifícios com protecção contra adiações

A empresa de construção Forster Bau GmbH, de Ingolstadt, desenvolveu um método para construir edifícios com protecção contra radiações a partir de elementos pré-fabricados de betão. O proprietário da empresa e inventor deste processo de construção, Jan Forster, foi distinguido em 2004 com três prémios pelo seu desempenho: o prémio do Estado da Baviera, o prémio Prof. Adalbert-Seifriz pelo sucesso da transferência de tecnologia entre a ciência e as actividades manuais e o prémio alemão 2004 da eficiência de preços dos materiais no sector dos materiais de construção, atribuído pelo Ministério Federal da Economia e do Trabalho. A primeira encomenda para um edifício para terapias de alta energia já foi adjudicada.

Nível tecnológico: complexo e com custos intensivos

Até à data, para a protecção estrutural das áreas contra as radiações, que incluem os aceleradores lineares utilizados em medicina com uma radiação X que vai até aos 20 MeV, são utilizados, principalmente, componentes em betão armado ou betão pesado. Estes componentes têm uma espessura de até 4,00 m e um peso volumétrico de 2.300 kg/m³ a 4.500 kg/m³. Para o betão pesado, só são adequados agregados com elevada densidade bruta, para se conseguirem betões firmes com as necessárias densidades brutas superiores a 2.300 kg/m³. Estes agregados são, na maioria dos casos, barita (espato pesado), detritos de ferro ou minério de ferro ferroso (magnetite, goetite ou hematite). A protecção estrutural tradicional contra radiações é complementada com revestimentos de chumbo nas paredes ou tectos, para reduzir a dose de radiação existente (radiação local). Assim, em conjunto com os revestimentos de chumbo frequentemente necessários, resulta um preço por metro cúbico de 1.200 a 2.400 Euros.

Está provado que o desmantelamento de tais construções também é especialmente dispendioso. Geralmente, é efectuado com serras de arame, com custos intensos, ferramentas britadoras de desgaste intenso e pesados guindastes montados em camiões para o transporte dos blocos. Por fim, a maior parte dos materiais britados tem de ser eliminada como lixo especial, com custos intensos.

Desenvolvimento do método de sanduíche

Devido aos riscos destes custos que são bem conhecidos na construção convencional, a Forster GmbH procurou encontrar um caminho com custos vantajosos. Neste caso, pretendia-se desenvolver uma blindagem contra radiações, que fosse consideravelmente melhor. O objectivo era fornecer uma blindagem pensada para a faixa dos aceleradores de alta energia, mesmo com energias de partículas de vários 100 MeV. O resultado do trabalho de desenvolvimento foi um edifício com protecção contra radiações a partir de uma construção em sanduíche com elementos pré-fabricados de betão armado, com uma carga de gesso a granel (cálcio sulfato dihidrato, CaSO₄ x 2H₂O).

El sulfato de calcio dihidrato se caracteriza porque contiene agua ligada químicamente. El agua posee mejores propiedades en la protección frente a la radiación que el hormigón. El agua ligada, denominada agua cristalina, supone aproximadamente un 20% del peso total del yeso. Toda ella está disponible para apantallar los protones, mientras que el calcio, debido a su carga atómica de 20 rayos gamma, puede absorber radiación. El silicio, el principal constituyente del hormigón, tiene en contraposición una carga atómica de sólo 14.

El método sándwich de dos capas sustituye paredes de hormigón anti-radiación de varios metros de espesor, fuertemente armadas para limitar la anchura de las grietas. Consiste en paneles de hormigón finos de doble pared, con limitación de anchura de grieta, entre los que se deposita yeso (yeso natural o yeso REA) a granel que después se compacta. El método de construcción puede emplearse para todo tipo de paredes, cubiertas y placas para suelos. De esta forma puede conseguirse una estanqueidad total a los líquidos para toda la construcción.

Programa de investigación con la universidad Erlangen

El relleno de yeso empleado en el método de construcción en sándwich está diseñado con la ayuda de la simulación Monte Carlo para el transporte de radiación en medios no homogéneos. Aquí el efecto de apantallado no está tan orientado hacia la radiación primaria (por ejemplo, protones o electrones), si no en mayor medida al flujo de neutrones secundarios liberados y/o fotones y sus distribuciones espectrales. El catedrático Reinhold G. Müller, jefe del departamento de Física Radiológica de la Universidad de Erlangen, ha desarrollado un programa de diseño especial con base en lo anteriormente mencionado.

En la actualidad se está analizando, en un proyecto investigación en el Instituto de Física Médica en la Clínica y el Policlínico de la Clínica Universitaria de Erlangen-Nürnberg, una aplicación médica especial del método sándwich. El objetivo de dicha investigación es «La determinación de las propiedades nucleares y constructivas físicas del yeso y del yeso REA y de los componentes constructivos en yeso en el apantallado estructural de radiación con sistemas aceleradores empleados en la medicina; ellos, en principio, en operación con radiación de rayos X de hasta 20 MeV».

Las tesis sobre el poder de apantallado del yeso y del yeso REA como material a granel en la construcción sándwich consistente en paneles de hormigón de doble pared están siendo científicamente investigadas en la actualidad y verificadas en el proyecto piloto «Terapia de alta energía Mühldorf am Inn» actualmente en fase de construcción. En el ámbito de este proyecto, se crean directrices para determinar el valor del espesor de la construcción de apantallado para los usuarios de este innovador método de construcción. En base a estas directrices será posible dimensionar de forma sencilla el espesor de la pared ya en la fase de planificación. En el transcurso del trabajo también se completará la norma DIN 6847/2.

El método de construcción en sándwich marca nuevos standards de calidad

Por el hecho de ser producidos en fábrica bajo condiciones controladas, los paneles de doble pared de hormigón poseen unas superficies virtualmente libres de grietas que contraactúan frente a la radiación. Se evita así también el desarrollo de un alto calor de hidratación, como ocurre en el caso del hormigón en masa, con un gradiente de temperatura en la sección transversal del hormigón que conlleva la problemática casi inevitable de la aparición de grietas por contracción.

La instalación del material mineral utilizado como relleno de la cavidad entre la doble pared puede ser verificado continuamente en la obra. De esta manera es posible realizar las dimensiones deseadas de las superficies a medida y establecer un



Fig. 1 y 2. La instalación de terapia de alta energía en Mühldorf am Inn: la primera estructura de apantallado contra la radiación en construcción sándwich del mundo. Fig. superior: muestra los paneles de doble pared de la carcasa interior durante su montaje. Fig. inferior: muestra los paneles de doble pared de la carcasa exterior. Para los diafragmas de cubierta en voladizo se han previsto ranuras continuas en la carcasa exterior

Imagens 1 e 2. Instalação de terapia de alta energia em Mühldorf am Inn: a primeira estrutura de protecção contra radiações, em todo o mundo, em estilo de sanduíche; imagem superior: mostra a placa de parede dupla do invólucro interior durante a montagem; imagem inferior: mostra a placa de parede dupla do invólucro exterior. Para as placas de cobertura salientes estão previstas ranhuras contínuas na concha

O cálcio sulfato dihidrato caracteriza-se pela água que contém, ligada quimicamente. A água, por sua vez, possui melhores qualidades de protecção contra as radiações que o betão. A água ligada, conhecida como água de cristalização, tem uma percentagem aproximada de 20% do peso total do gesso. Fica, integralmente, disponibilizada para protecção contra os prótons, enquanto que o cálcio, devido ao seu número atómico de radiação gama 20, tem a capacidade de absorver. Por outro lado, o silício, o componente principal do betão, só apresenta um número atómico de 14.

O método de sanduíche com duas conchas substitui as paredes de betão de blindagem contra as radiações, com vários metros de espessura, fortemente reforçadas para limitar a extensão das fissuras. É constituído por finas placas de betão com parede dupla e limitação da extensão das fissuras, entre as quais é introduzido e compactado gesso solto (gesso natural ou gesso REA). O método de construção pode ser usado em todos os tipos de paredes, tectos e placas para o solo,

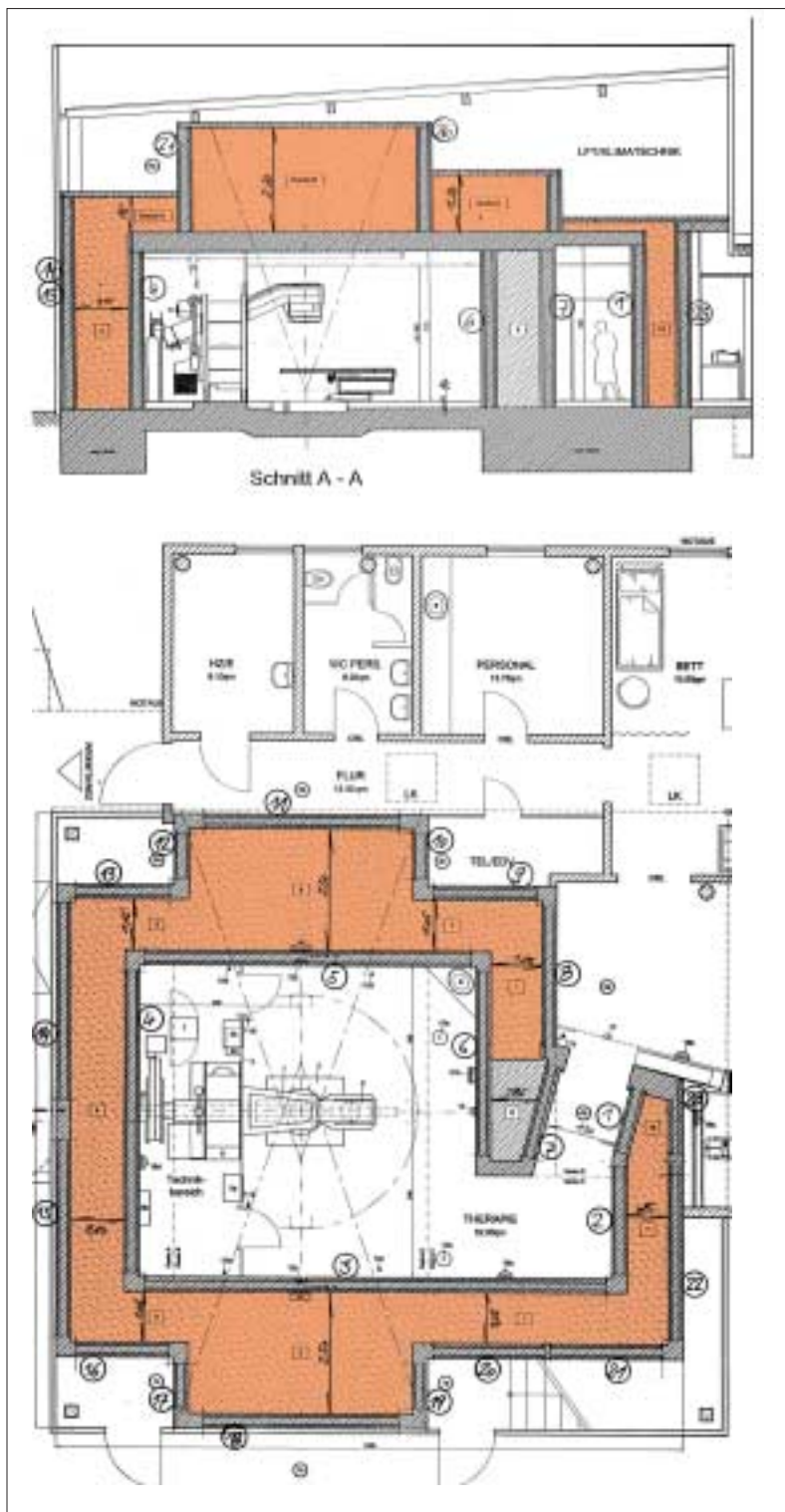


Fig. 3. Alzado y planta de la sala de radiación. Es fácil apreciar cómo las paredes de hasta 3,10 m de espesor se sustituyen por dos carcassas externas de 30 cm de espesor empleando paneles de doble pared entre los que se aporta un relleno mineral. (Planos sin escala)

Imagem 3. Planta e corte longitudinal da sala de radiação. Bem visível a forma como as paredes com uma espessura de até 3,10 m, foram substituídas utilizando duas placas de parede dupla com 30 cm de espessura, entre as quais é incorporado o material de carga mineral. (Desenhos sem escala)

plan lógico de aseguramiento de la calidad. Los riesgos existentes hasta el momento, especialmente la mezcla de hormigones pesados en la fabricación o la aparición de grietas por contracción debidas al calor de hidratación, se reducen considerablemente.

sendo que toda a construção pode ser produzida à prova de líquidos.

Programa de investigación con a Universidade de Erlangen

A carga de gesso usada no método de sanduíche é determinada com a ajuda da simulação Monte-Carlo para o transporte de radiação em meios não homogéneos. Neste caso, a espessura da blindagem não se orienta tanto pela radiação primária (p. ex., prótons ou electrões), mas muito mais pela fluência dos neutrões secundários libertados, p. ex., os fotrões e a sua distribuição espectral. Com base nisto, o prof. Reinhold G. Müller, director do departamento de física radiológica na Universidade de Erlangen, desenvolveu um programa de dimensionamento especial.

Actualmente, no Instituto para Física Médica na Clínica e Policlínica da Universidade de Erlangen – Nuremberga, encontra-se em estudo um projecto de investigação para um campo especial da aplicação médica do método de sanduíche: o objectivo é a «determinação das características físicas nucleares e estruturais do gesso ou do gesso REA e dos elementos de construção em gesso, na protecção contra as radiações das instalações de aceleradores utilizadas para fins medicinais; neste caso, operando inicialmente com radiação X até 20 MeV». No projecto piloto «Terapia de alta energia Mühlhorg am Inn» actualmente em construção, são estudadas e verificadas teses referentes às características de blindagem do gesso ou gesso REA, enquanto carga solta a granel numa construção em sanduíche com placas de betão de parede dupla.

No âmbito deste projecto, vão ser elaboradas para os utilizadores deste método de construção inovador, directivas sobre a espessura da estrutura de blindagem. Desta forma, é possível obter um dimensionamento simples da espessura das paredes já na fase de planeamento. No curso destes trabalhos, a norma DIN 6847/2 deverá ser complementada.

O método de construção em sanduíche proporciona uma qualidade nova

Uma vez que as placas de betão com parede dupla são fabricadas de série na fábrica, possuem superfícies praticamente sem fissuras, que se opõem à penetração da radiação. Contrariamente à construção com betão em massa, na secção transversal do betão também não se gera qualquer calor de hidratação elevado com gradiente de temperatura, incluindo toda a problemática relacionada com as fissuras de contracção, que é praticamente impossível de dominar.

A integração de substâncias minerais como carga de qualidade para as paredes, pode ser controlada permanentemente no terreno. Desta forma, é possível fabricar, por medida, a massa superficial desejada e estabelecer um sistema lógico de garantia da qualidade. Os riscos actuais como, sobretudo, a separação do betão pesado da mistura durante o processamento ou a formação de fissuras por contracção devido ao calor de hidratação diminuem consideravelmente.

Vantagens da inovação

As vantagens da inovação consistem, sobretudo, em custos baixos, menor quantidade de detritos perigosos e elevada flexibilidade de dimensionamento. Podem resumir-se em cinco pontos.

Economia de custos

As quantidades de aço de reforço e aço para betão armado empregues na construção da espessura das paredes dimensionada para valores limite de 20 MeV, diminuem consideravelmente. O material de carga, gesso ou gesso REA, é significativamente mais barato que o betão armado. Ao mesmo tempo, os custos do pessoal para a montagem também baixam.

Las ventajas de la innovación

Las ventajas de la innovación son principalmente el bajo coste, disminución de residuos contaminados y mayor flexibilidad en el diseño. Estas pueden resumirse en los siguientes cinco puntos:

Ahorro de costes

Las cantidades de hormigón y acero de armadura requerida para espesores de pared calculados para valores límite de hasta 20 MeV disminuye notablemente. El yeso y yeso REA utilizado como material de relleno entre los paneles de doble pared es considerablemente más económico que el hormigón armado. Además, disminuyen los costes de personal durante el montaje.

Menor plazo de construcción

Mediante un uso extensivo de componentes prefabricados y relleno de consistencia comparable a la tierra seca, la carcasa del edificio se seca con mayor celeridad. Esto reduce el tiempo entre el comienzo de la construcción y la puesta en servicio en varios meses y reduce los costes de financiación de la obra considerablemente. Con el uso de paredes dobles finas prefabricadas en hormigón como amortiguador permanente en edificios protegidos frente a la radiación, es posible realizar actividades constructivas a lo largo de todo el año.

Ahorro de costes de demolición, renovación y reinstalación

Cuando se ha alcanzado la duración económica de servicio de una estructura de apantallado frente a la radiación, los en su mayoría muy finos componentes de hormigón armado de las paredes pueden ser demolidos modo sencillo y con herramientas convencionales de demolición. El relleno mineral se recupera entre las cavidades mediante equipos de carga y se almacena según grados.

Aspectos medioambientales y energéticos

El relleno de las cavidades consistente en yeso, yeso REA o piedra caliza puede considerarse como incontaminado tras la exposición a la radiación de hasta 20 MeV. En especial en el yeso REA, de composición química muy pura, se producen muy pequeñas cantidades de radiaciones de larga vida procedentes de elementos de alto número atómico.

Flexibilidad en el diseño

Para relleno de cavidades puede emplearse diferentes materiales minerales dependiendo del grado de apantallado requerido y del tipo de radiación. El yeso natural, yeso REA y la caliza son, por ejemplo, materiales de relleno adecuados para su aplicación en la protección frente a la radiación estructural para sistemas aceleradores con radiación de rayos X hasta 20 MeV empleados en la medicina. En presencia de radiación de alta energía procedente de aceleradores de partículas (aceleradores de protones, etc.), el sándwich con relleno de yeso es superior a una construcción de hormigón. También es posible una combinación de diferentes materiales. Dependiendo de los requerimientos (tipo de radiación, capacidad, energía, el área superficial disponible), aditivos adecuados adicionales o capas sándwich adicionales pueden incrementar el efecto de apantallado de la pared sándwich de modo que el espesor geométrico de la pared puede reducirse. Es también posible sustituir un material de relleno por un material de construcción alternativo mas adecuado en una fase posterior.

Implementación eficiente

Su potencial económico, amplio campo de aplicación y la posibilidad de aprovechar los resultados en otros sectores indican una buena perspectiva económica para el método «sándwich». Entre otras aplicaciones se encuentran la medicina, las centra-

Redução do tempo de construção

Graças à utilização extensiva de elementos pré-fabricados e matérias de carga com a consistência mínima da terra seca, consegue-se obter uma secagem rápida do invólucro da estrutura. Isto reduz, em vários meses, o espaço de tempo entre o início da obra e a colocação em funcionamento e reduz, também, consideravelmente, os custos do financiamento intermédio. Graças à utilização de finas placas de betão pré-fabricadas com parede dupla, como cofragem perdida para a parede, as actividades de construção de edifícios com protecção contra a radiação são possíveis durante todo o ano.

Economia dos custos de demolição e desmantelamento

Quando o período de vida útil rentável do edifício com protecção contra radiações for atingido, os componentes em betão armado das conchas das paredes, muito finos na sua maioria, podem ser fragmentados, sem dificuldade, com uma ferramenta de demolição. A carga com substâncias minerais é recuperada, de forma convencional, das cavidades com aparelhos de carga e é armazenada com um grau puro.

Respeito pelo meio ambiente e energia

A matéria de carga a partir de gesso, gesso REA ou rocha calcária pode ser considerada como não contaminada depois do fim da exposição à radiação na faixa até 20 MeV. Devido, sobretudo, ao gesso REA, que possui uma grande pureza química, nas faixas da alta energia só são geradas actividades de radiação com um período de vida muito reduzido, a partir dos elementos com um elevado número ordinal. Assim, o gesso pode voltar a ser utilizado após o fim da vida técnica do investimento.

Flexibilidade do dimensionamento

Consoante os requisitos de blindagem e o tipo de radiação usada, podem ser utilizadas várias substâncias minerais como carga a granel. Para a protecção estrutural contra as radiações nas instalações de aceleradores utilizadas medicinalmente com uma radiação X até 20 MeV, por exemplo, também são apropriados o gesso natural, o gesso REA ou a rocha calcária. Na radiação de alta energia derivada dos aceleradores de partículas (aceleradores de prótons, etc.), a sanduíche com a carga de gesso é superior a uma construção em betão. Além disso, as camadas podem ser combinadas com materiais diferentes. Consoante o requisito (tipo de radiação, potência, energia, superfície disponível), o efeito de blindagem da parede da sanduíche pode ser melhorado com agregados adequados ou mais camadas em sanduíche, e a espessura geométrica da parede pode ser reduzida. Também se pode substituir, posteriormente, uma substância de carga por um material de construção alternativo.

Exequibilidade económica

O potencial económico, a extensão da aplicabilidade e a utilização posterior dos resultados noutras áreas, mostram que a «sanduíche» possui amplas perspectivas económicas. Neste caso, também conta a utilização medicinal, tal como o invólucro de blindagem para reactores atómicos ou a faixa de alta energia. Os campos de utilização seguintes fornecem perspectivas particularmente prometedoras:

Para aceleradores medicinais até 20 MeV

Só na Alemanha, actualmente são explorados 400 aceleradores em radioterapia. Existe uma necessidade adicional de aprox. 5 aceleradores lineares por cada milhão de cidadãos e de 1 instalação de partículas pesadas (prótons, iões de carbono) por cada 10 milhões de cidadãos. A necessidade adicional no mercado europeu engloba um volume de cerca de 3.000 instalações de radiação com aceleradores lineares. Devido ao agravamento recente da legislação sobre a protecção contra as radiações existe, além disso, a necessidade de reno-

les nucleares, como carcasa de protección en reactores nucleares, o el campo de la alta energía. Las siguientes son especialmente prometedoras:

Aceleradores de hasta 20 MeV en la medicina

En la actualidad y solamente en Alemania, se encuentran en uso 400 aceleradores en aplicaciones radiológicas. Existe una necesidad adicional de aproximadamente 5 aceleradores lineales por cada millón de habitantes y una instalación con partículas pesadas (protones, iones de carbono) por cada 10 millones de habitantes. La demanda futura en el mercado europeo comprende un volumen de aproximadamente 3.000 instalaciones de radiación con aceleradores lineales. La legislación para la protección frente a la radiación ha sido revisada recientemente. La nueva legislación, más estricta, hace necesaria la renovación de instalaciones de protección estructural frente a la radiación existentes.

Instalaciones técnicas de radiación

Otro sector de aplicación es el de las instalaciones de radiación técnicas, como por ejemplo, las instalaciones para esterilización o los tests no destructivos de materiales diversos en compañías industriales o instituciones de investigación.

Protección frente al almacenamiento intermedio y final de residuos radiactivos

Existen contactos con operadores de centrales nucleares para estudiar la construcción de instalaciones de almacenamiento intermedio de residuos nucleares con coste reducido. Algunas propuestas a este efecto han sido ya consideradas.

Mejoras en la protección frente a la radiación en reactores nucleares existentes y centrales nucleares

Se está considerando dotar reactores nucleares antiguos con una protección sándwich adicional para protegerlos de colisiones aéreas y altas cargas térmicas en incendios con queroseno. Desde el punto de vista técnico parece viable. El manto de protección que se construyó en el reactor nuclear de Chernobyl después del accidente comienza a desintegrarse a causa de una alta carga radioactiva. El método sándwich permite instalar una carcasa protectora que puede ser rellenada en cualquier momento. Además, el efecto de apantallado de un relleno de yeso es claramente superior al de un manto de hormigón.

Protección estructural frente a la radiación en el rango de alta energía de hasta GeV

La asociación para la investigación de iones pesados Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt demanda incluir el sistema sándwich en la planificación para el nuevo centro de investigación internacional AIR con un volumen de inversión total de aproximadamente 675 millones de euros. El acelerador circular planeado cerca de Darmstadt desprenderá una radiación enorme que deberá ser apantallada según la normativa de protección frente a la radiación. La protección estructural frente a la radiación (el modo de construcción tradicional supondría paredes de hormigón de hasta 21 m de espesor) podría realizarse mediante el método sándwich. Se está comprobando en la actualidad qué ventajas supondría la construcción del edificio planeado con el nuevo método en comparación con las estructuras de protección frente a radiación de hormigón.

Patentes

Jan Forster es propietario de patentes nacionales e internacionales para los desarrollos presentados en este artículo. ■

vação das instalações existentes de protecção estrutural contra as radiações.

Para equipamentos técnicos de radiação

Outro campo de utilização é a utilização em equipamentos técnicos de radiação como, p. ex., para a esterilização ou teste não destrutivo de materiais em empresas industriais ou instituições de pesquisa.

Dispositivo de protecção para armazenamento atómico intermediário ou final

Estão em curso discussões com operadores de centrais eléctricas sobre a forma de construir instalações de armazenamento nuclear intermediário, a preços vantajosos. Já foram apresentadas propostas.

Reapetrechamento da protecção contra radiações para os reactores nucleares existentes e centrais nucleares

Estão em curso considerações no sentido de apetrechar os reactores nucleares mais antigos com uma protecção adicional em sanduíche contra as quedas de avião e as elevadas cargas incendiárias resultantes da combustão de querosene. Do ponto de vista técnico, esta situação parece perfeitamente exequível. No reactor de Chernobyl, o invólucro de protecção aplicado após o acidente, começa a desintegrar-se. A causa reside na elevada exposição à radiação. Com o sistema de sanduíche, poderia ser construído um invólucro de protecção que poderia ser facilmente reenchido em qualquer momento, para além de que, o efeito de blindagem de um invólucro de gesso é nitidamente superior ao de um invólucro de betão.

Para a protecção estrutural contra radiações na faixa de alta energia até GeV

A sociedade de investigação de iões pesados (GSI) em Darmstadt solicitou, para esse efeito, que o sistema de sanduíche fosse proposto nos planeamentos para o novo Centro Internacional de Investigação FAIR, com um volume total de investimentos de cerca de 675 milhões de Euros. O acelerador circular planeado para a proximidade de Darmstadt, libertará uma radiação enorme, que terá de ser protegida em conformidade com as especificações do decreto sobre a protecção contra radiações. A protecção estrutural contra radiações (paredes de betão até 21 m de espessura no método de construção convencional) poderia, neste caso, ser efectuada com o sistema de sanduíche. Actualmente, estão a ser verificadas as vantagens da construção do edifício planeado com o novo método, em comparação com os edifícios convencionais com protecção de betão contra radiações.

Patentes

Jan Forster é o detentor das patentes nacionais e internacionais apresentadas neste artigo. ■

Forster Bau GmbH
Mercystraße 5
85051 Ingolstadt / Germany
www.forster-bau.de
E-Mail: info@forster-bau.de

**Progress Maschinen & Automation AG,
Bressanone, Italia**

Elaboración de acero para armar a partir de bobina: «Pluristar», tres máquinas en una

La elaboración del acero para armar a partir de bobina permite realizar una producción automatizada, flexible y económica. Hasta ahora, en las plantas de doblado de acero o en las plantas de prefabricados de hormigón, en las diferentes secciones de «producción de estribos», «cortado y enderezado de barras» y «doblado y enderezado de barras» se empleaban máquinas especializadas como dobladoras de estribos, enderezadoras y cortadoras de rea, así como máquinas dobladoras dobles. Este concepto es perfecto cuando la capacidad real de cada máquina se puede aprovechar al máximo, pero casi nunca sucede así.

Sin embargo, en el caso de requerir cantidades menores, las máquinas individuales son a menudo demasiado costosas y ocupan mucho espacio. Se deben establecer las prioridades. Es decir: algún sector parcial – principalmente la producción de estribos – se puede racionalizar empleando la máquina adecuada. Por el contrario, otros sectores deben permanecer, y allí, por regla general, se elabora con gran esfuerzo acero para armar en serie. ¿Entonces, en las pequeñas y medianas empresas no existe una elaboración racional del acero para armar a partir de bobina, que pueda cubrir perfectamente toda la gama de cortado y doblado de alambres a partir de un rollo? La empresa Progress Maschinen & Automation AG, de Bressanone (Italia), buscó una respuesta a esta pregunta. La labor del departamento de desarrollo era la siguiente: desarrollar una sola máquina que pudiera cubrir toda la gama de «cortar y doblar acero para armar» a partir de bobina, de manera que fuera también asequible para las empresas pequeñas y medianas, con una inversión previsible. Además, los sistemas estándar ya existentes, como el enderezado y el doblado, se debían seguir desarrollando de manera eficiente, y adaptarlos a las nuevas necesidades de los clientes y del mercado, basándose en módulos probados en la práctica.

**Progress Maschinen & Automation AG,
Bressanone, Itália**

Processamento de aço para armar betão a partir da bobina: pluristar' – três máquinas numa

O processamento de aço para armar betão a partir da bobina permite realizar uma produção altamente automatizada, flexível e económica. Até agora, nas fábricas de dobragem de aço ou nas fábricas de elementos pré-fabricados de betão empregavam-se, nos diferentes processos de trabalho da «produção de estribos», «corte e endireitamento de barras» e «dobragem e corte de barras», máquinas individuais especializadas, como dobradoras de estribos, endireitadoras e cortadoras de arame, assim como máquinas dobradoras duplas. Este conceito é perfeito quando as capacidades existentes podem ser aproveitadas em conformidade.

Não obstante, nos casos em que as quantidades requeridas são reduzidas, as máquinas individuais revelam-se, frequentemente, demasiado caras e ocupam demasiado espaço. É necessário estabelecer prioridades. Ou seja: os subsectores – na maioria das vezes a produção de estribos – podem ser racionalizados empregando-se uma máquina adequada. Outros subsectores, pelo contrário, são preteridos e aí, geralmente, processa-se com grande esforço de trabalho, aço para armar betão em série. Então, nas pequenas e médias empresas não existe um processamento racional do aço para armar betão a partir da bobina, que possa cobrir perfeitamente toda a gama de «dobrar e cortar arames»?

A empresa Progress Maschinen & Automation AG, Bressanone, Itália, procurou uma resposta para esta pergunta. O objectivo para o departamento de desenvolvimento era o seguinte: Desenvolver um conceito de máquina novo que pudesse cobrir toda a gama de cortar e dobrar aço para armar betão a partir da bobina, de maneira que fosse exequível para as pequenas e médias empresas com um investimento previsível. Além disso, as soluções standardizadas já existentes, como os sistemas de endireitar e dobrar, deveriam ser aperfeiçoadas e adaptados às necessidades dos novos clientes e do mercado, com base nos módulos comprovados na prática.



Figura 1. El sistema de enderezado de rodillos, con un sistema informatizado de ajuste de rodillos patentado, se empleó para la elaboración de estribos
Imagem 1. Máquina para processamento e transformação de aço para armar betão a partir da bobina, a Progress pluristar

Todas las máquinas existentes conocidas hasta ahora en el mercado no eran óptimas desde el punto de vista de los técnicos de Progress. Estaban limitadas por muchos requisitos, y por eso necesitaban mejoras. Los inconvenientes se veían especialmente en que, dependiendo de la máquina empleada, el punto fuerte podía ser la producción de estribos, pero entonces el rendimiento del enderezado (sistema de enderezado por rodillos) era quizás peor, o al contrario: Si se disponía de un eficaz mecanismo de enderezado (rotor), entonces la producción de estribos estaba limitada. Esto tenía que cambiar.

El resultado es una nueva planta multifuncional para la elaboración del acero para armar a partir de bobina, la «pluristar» de Progress. Tras una minuciosa planificación, y gracias a unos conocimientos aprovechados al máximo en la propia empresa, así como gracias a la larga experiencia de décadas en el campo de las máquinas para la elaboración del acero a partir de bobinas, se desarrolló un concepto de máquina totalmente nuevo. Éste, según se afirma en Progress, es en su forma tan revolucionario como sencillo: cubre los tres sectores principales conocidos de la elaboración del acero para armar: «producción de estribos», «enderezado y cortado de barras» así como «enderezado, cortado y doblado de barras», sin requisitos especiales ni limitaciones en su rendimiento.

El resultado es una combinación especial de tres máquinas individuales especiales, probadas en la práctica: una estribadora automática, la máquina enderezadora y cortadora con Variorotor, y una máquina dobladora doble en que una unidad que aprovecha perfectamente los componentes principales como el cuerpo de la máquina, las bobinas, el sistema de accionamiento, los componentes de control y de software, la vía de salida, el almacén de barras y otros elementos. En definitiva, un combinado sistema de enderezado con rodillos y por rotor Variorotor.

La novedad mundial y la pieza principal de la nueva máquina se centra en el sistema combinado de enderezado con rodillos y rotor Variorotor, los cuales se emplean independientemente para la producción de estribos, así como para un eficaz enderezado de las barras.



Figura 2. La máquina para la elaboración de acero para armar a partir de bobina, la «pluristar» de Progress
Imagen 2. O sistema de endireitar com mecanismo de rolos com sistema patenteado de ajuste de rolos controlado por computador é utilizado na produção de estribos

Las diferentes tolerancias en la redondez y la sección, especialmente en el material elaborado en caliente, son las causas conocidas de los inestables resultados del enderezado. Para solucionar este punto, se emplea el rotor Variorotor, cuando la máquina se utiliza como enderezadora-cortadora o dobladora doble. La continua exactitud en el enderezado y la elaboración conforme a las normas de todos los tipos de barras queda garantizada con este principio de producción. La calidad óptima del enderezado del material es muy importante para la calidad del producto final, tanto en la producción de las barras con doblado en el extremo, como para los grandes doblados. La nueva máquina puede cubrir toda la gama de «cortado y doblado de acero» y reducir, además, los trayectos dentro de

Todos os conceitos de máquina nesse sentido, conhecidos até agora no mercado, não eram óptimos do ponto de vista dos técnicos da Progress. Tinham demasiados compromissos e, por conseguinte, necessitavam de melhorias. O handicap residia especialmente no facto de, consoante o conceito de máquina utilizada, o ponto forte ser a produção de estribos, mas então a potência de dobragem (aparelho de endireitar por rolos) era eventualmente negligenciada e, inversamente, se dispunha de um eficaz mecanismo de endireitar (rotor), então a produção de estribos estava mecanicamente limitada. Isto tinha de mudar.

O resultado foi uma nova unidade multifuncional para processamento e transformação de aço para armar betão a partir da bobina, a pluristar da Progress. Após um vasto planeamento e graças ao know-how utilizado intensamente na própria empresa, assim como à experiência de décadas no campo das máquinas para processamento do aço para armar betão a partir da bobina, desenvolveu-se um conceito de máquina totalmente novo que, no dizer da Progress, é tão simples como revolucionário na forma: cobre os três sectores principais conhecidos do processamento de aço para armar betão, sem compromissos nem limitações de rendimento.

O resultado é uma combinação única de três máquinas individuais especiais comprovadas na prática, uma máquina automática dobradora de estribos, a máquina endireitadora e cortadora de fio de arame Variorotor e uma máquina dobradora dupla numa só unidade de produção que aproveita perfeitamente os componentes principais, como o corpo da máquina, as bobinas, os sistemas de accionamento, os componentes de controlo e de software, a via de saída, o armazém de barras, etc.



Figura 3. El Vario rotor es un eficaz sistema para enderezar las barras
Imagen 3. Vario rotor: um sistema de endireitar barras comprovadamente eficiente

la misma producción en comparación con los conceptos habituales hasta ahora. El lema es «just in time». La costosa selección y colocación de las barras inferiores que se fabrican en las diferentes máquinas se reduce o se elimina por completo. Teniendo en cuenta la gran flexibilidad y el rendimiento de las nuevas máquinas, se puede afirmar que los objetivos establecidos al principio se han alcanzado, o, en parte, incluso superado.

Datos técnicos de la pluristar de Progress

Acero para armar: Laminado en caliente y trefilado en frío
 Espesor de la rea: Ø 6 mm – Ø 16 mm
 Potencia eléctrica: 30 kW
 Accionamiento: Electromecánico
 Introducción datos: Teclado/red/diskette/USB/código de barras
 Cambio diámetro barras: Completamente automático
 Producción en estribos: Sistema de enderezado con rodillos, con sistema patentado de ajuste de rodillos controlado por ordenador
 Elaboración en rea simple: De Ø 6 mm a Ø 16 mm
 Elaboración en rea doble: De Ø 6 mm a Ø 12 mm (opcional)
 Rendimiento y producción: 36 estribos/min. (200 x 200); elaboración en rea doble
 Producción con rotor: Sistema de enderezado con dispositivo rotor, con sistema patentado de ajuste del rotor progress vario rotor. Máxima precisión de enderezado para barras rectas y grandes doblados
 Elaboración enderezado y cortado: De Ø 6 mm a Ø 16 mm
 Doblado doble, elaboración de barras individuales: De Ø 6 mm a Ø 16 mm
 Doblado doble, elaboración de barras dobles: De Ø 6 mm a Ø 12 mm
 Máx. longitud de producción: Variable, dependiendo de la longitud de salida (+/- 15 m)
 Máx. ángulo de doblado hacia arriba: +90°
 Máx. ángulo de doblado hacia abajo: -180°
 Máx. longitud de doblado hacia abajo: Aprox. 1.500 mm
 Rendimiento de producción: Barras enderezadas con L = 4.000 mm 16 barras/min
 Barras con doblado en ambos Lados con L = 4.000 mm 16 barras/min

Progress Maschinen & Automation AG
 Julius-Durst-Straße 100
 39042 Bressanone, Italy
 www.progress-m.com
 E-mail: info@progress-m.com

Sistema de endereitar combinado con mecanismo de endereitar por rolos e Variorotor:

A novidade mundial e o cerne da nova máquina é o sistema de endereitar combinado com mecanismo de endereitar por rolos e o Variorotor, que são empregues individualmente na produção de estribos, assim como endereitam eficazmente as barras.

As diferentes tolerâncias na redondeza e secção, especialmente no material moldado a quente (WR), são, como se sabe, as causas para os resultados de endereitamento frequentemente instáveis. Então emprega-se o Variorotor logo que a máquina trabalha como máquina endereitadora e cortadora de fio de arame ou como máquina dobradora dupla. A precisão contínua de endereitamento e o processamento conforme com as normas para todos os tipos de aço para armar betão, também ficam assegurados neste princípio de produção. A qualidade de endereitamento óptima do material de origem é de decisiva importância tanto para a produção de barras com dobragem nas extremidades e grandes formas, como para a qualidade do produto final.

Assim, a nova máquina pode cobrir toda a gama de «cortar e dobrar aço para armar betão» e reduzir além disso os trajectos dentro da produção, em comparação com os conceitos habituais até agora. O lema é «Just-in-time». A custosa selecção e união das posições inferiores fabricadas em várias máquinas no pavilhão, reduz-se ou elimina-se completamente. Tendo em conta a flexibilidade e rendimento únicos da nova máquina, pode afirmar-se que os objectivos estabelecidos no princípio foram alcançados ou até parcialmente superados.

Características técnicas da Progress pluristar

Aço para armar betão: material de bobina laminado a quente & estirado a frio
 Gama de espessura do arame: 6 mm – 16 mm
 Carga eléctrica conectada: 30 kW
 Accionamentos: electromecânicos
 Introdução de dados: Teclado / rede / disquete / USB / código de barras
 Mudança do diâmetro do arame: integralmente automática
 Produção em «funcionamento com estribos»: Sistema de endereitar com mecanismo de rolos, com sistema patenteado de ajuste de rolos controlado por computador
 Processamento de arame individual: de 6 mm a 16 mm
 Processamento de arame duplo: de 6 mm a 12 mm (opcional)
 Capacidade de produção: 36 estribos/min (200 mm x 200 mm) processamento de arame duplo
 Produção em «funcionamento com rotor»: Sistema de endereitar com mecanismo de rotor, com sistema patenteado de ajuste de rotor controlado por computador progress Variorotor; a melhor precisão de endereitamento para barras rectas e dobras grandes.
 Fabrico de barras, endereitar e cortar: de 6 mm a 16 mm
 Processamento de arame individual com dobra dupla: de 6 mm a 16 mm
 Processamento de arame duplo com dobra dupla: de 6 mm a 12 mm
 Comprimento máx. de produção: variável consoante o comprimento de saída
 Ângulo máx. de dobra para cima: + 90°
 Ângulo máx. de dobra para baixo: -180°
 Comprimento máx. de dobra para baixo: cerca de 1 500 mm
 Capacidade de produção:
 Barras endereitadas com L = 4.000 mm 16 barras/min
 Barras com dobra nos dois lados 16 barras/min
 Com L = 4.000 mm

Optacolor de Lafarge Zement

El hormigón con el carácter de la arenisca

Los orígenes de la iglesia de St. Petri en Magdeburg se remontan al siglo XII. La arenisca y el mortero ligero caracterizan la construcción original. Junto a la iglesia se inauguró un nuevo centro para la comunidad en el año 2004. El diseño corrió a cargo de los estudios de arquitectura Trompeter + Münster, Magdeburg, y Pahl + Mersch, Dresden. Se estableció una estrecha relación entre las dos construcciones a través del material y la estructura.



Siglos separan a la iglesia y el centro para la comunidad de St. Petri en Magdeburg. La base para la sensación de semejanza perseguida son los materiales de construcción similares. El cemento especial Optacolor garantiza la apariencia de la arenisca en los componentes prefabricados en hormigón

A igreja e a junta de freguesia de St. Petri em Magdeburgo estão separadas por séculos. Materiais de construção afins constituem a base para o desejado efeito de conjunto. Os elementos especial Optacolor asseguram o carácter do arenito nos elementos pré-fabricados de betão

Marcos prefabricados en hormigón con el carácter de la arenisca y paredes de arenisca definen el nuevo edificio. El fino estilo de los componentes constructivos está basado en el Optacolor, un cemento especial de Lafarge. Las superficies de los complejos y térmicamente aislados elementos prefabricados han sido tratadas al ácido en toda su extensión. De esta manera apare-

Optacolor da Lafarge Zement

Betão com carácter de arenito

As origens da igreja St.-Petri em Magdeburgo remontam ao século 12. Actualmente, o antigo edifício evidencia-se pelos arenitos e argamassa clara. Ao lado da igreja foi construída em 2004 uma junta de freguesia nova. O projecto dos arquitectos Trompeter + Münster, Magdeburgo, e Pahl + Mersch, Dresden, estabelece o parentesco entre o material e a estrutura de construção das duas obras.

A nova junta de freguesia evidencia estruturas em elementos pré-fabricados de betão com carácter e paredes de arenito. A configuração nobre dos componentes da construção assenta no Optacolor, um cimento especial da Lafarge. As superfícies dos complexos elementos pré-fabricados, separados termicamente, foram lavadas com ácido a toda a volta. Essa é a razão por que aparecem as areias amarelas e castanhas da granulação rochosa. A combinação do cimento especial muito claro Optacolor com um bafo de pigmentos de cor amarela, produz uma superfície semelhante ao arenito, com uma qualidade que não lhe é inferior.

Karl-Ernst Both da fábrica de elementos pré-fabricados Biber-Beton, Karlsdorf, realça não apenas a tonalidade clara do material utilizado no cimento especial Optacolor: «Para se obter superfícies exigentes, era importante que o betão ligado ao Optacolor garantisse uma distribuição uniforme da granulação rochosa». Ao mesmo tempo, o betão fluído e fácil de compactar assegura uma quantidade mínima de poros. Isto consti-



El cuerpo del edificio está formado por una estructura portante en tabicado de postes a una profundidad de 60 cm. O invólucro do edifício é constituído por uma construção de sustentação de estacas e vigas transversais com 60 cm de profundidade, no mínimo



cen las arenas de color amarillo-marrón de los granos. Junto al empleo del cemento especial Optacolor, muy claro, y con un toque de pigmento de color amarillo, se le ha dado a la superficie una apariencia parecida a la de la arenisca y no inferior en su calidad. Karl-Ernst Both de la planta de prefabricación de Biber-Beton, Karlsdorf, no sólo enfatiza en el color claro que adquiere el material cuando se emplea el cemento especial Optacolor: «Las sofisticadas superficies requerían del hormigón ligado con Optacolor la garantía de una distribución de grano absolutamente homogénea.» Se trata además de un hormigón fluuyente de fácil fraguado que asegura un mínimo en poros. Esto constituye la base para el tipo de superficie fina y fiel a la apariencia natural de la arenisca. ■



tui a base para superfícies nobres com um tipo de arenito igual ao da natureza. ■

Lafarge Zement
Marketing, Kristina Keck
Frankfurter Landstraße 2-4
61440 Oberursel / Germany
☎ +49 (0) 61 71 / 61 43 30
E-mail: Marketing@Lafarge-Zement.Lafarge.com
www.lafarge-zement.de

Un material natural de construcción redescubierto

Pizarra expansiva en hormigón ligero

Un edificio no se define como obra especialmente conseguida únicamente por su arquitectura, forma y apariencia. Es decisivo lo que se encuentra «dentro» de los componentes constructivos. ¿Qué sucede cuando la pizarra expansiva se emplea como aditivo del hormigón ligero? A pesar de que este material ofrece muchas ventajas, ha sido algo relegado en los pasados años. Sin embargo, desde que los componentes de materiales con agregados en hormigón ligero comienzan a imponerse más y más, debido a su alta eficiencia económica y los tiempos cortos de trabajo en obra, la pizarra expansiva ha sido redescubierta por muchos constructores.



El incluir pizarra expansiva en la mezcla del hormigón supone para los constructores un gran número de ventajas adicionales: las paredes se caracterizan por sus propiedades particularmente buenas como aislante térmico y por su almacenamiento de calor.

Un ejemplo de ingeniería constructiva. Este edificio UFO en Frankfurt se levantó empleando pizarra expansiva como aditivo ligero. Um exemplo das obras da engenharia de construção. Esta estrutura de UFO em Frankfurt, foi fabricada com xisto expandido, como agregado leve

El contenido en humedad de la carcasa del edificio es además muy bajo. Los elementos fabricados con empleo de pizarra expansiva son considerablemente más ligeros que los componentes prefabricados en hormigón según mezclas tradicionales, tienen, sin embargo, la misma resistencia estática. Se consigue también una muy buena insonorización gracias a la estructura cerrada. La pizarra expansiva no se descompone, está libre de olores y es estable frente al ataque de ácidos y lejías.

La pizarra expansiva ofrece además dos decisivas ventajas adicionales que no posee ningún otro material de construcción: el ratio peso/resistencia a la compresión para los tipos de hormigón de alta calidad y su muy buena estabilidad frente a los cambios helada-rocío. A lo anterior podemos añadir que el hormigón fabricado con pizarra expansiva puede bombearse sin dificultad.

¿Cómo se produce la pizarra expansiva y cuáles son las áreas de aplicación de este material? No todos los tipos de pizarra son adecuados para producir la pizarra expansiva. En Alemania existen únicamente dos compañías que la fabrican. Una de estas empresas es la firma Berwilit en Bad Berleburg, sur de Renania del Norte-Westfalia. La pizarra natural empleada para producir la pizarra expansiva se desmonta en la cantera por explosión y por medio de instalaciones y equipos "heavy-duty". La pizarra se transporta con camiones a la planta. El primer escalón en la secuencia de procesado es la segregación según tamaño de grano. Bandas de transporte llevan los distintos grados de granulometría a los hornos rotativos donde la pizarra se seca y precalienta a varios cientos de grados °C en la primera sección del horno. El proceso de expansión tiene lugar en la segunda sección del horno a temperaturas de aproximadamente 1200 °C. Durante el proceso de expansión, el incremento de presión dependiente de la temperatura volatiliza el aire y los componentes orgánicos y forma una estructura de

A redescoberta de um material de construção natural

Xisto expandido no betão leve

O sucesso particular de uma construção não se distingue unicamente pela sua configuração arquitectónica, forma e aspecto visual. Determinante é «aquilo» que está «dentro» dos componentes. O que se passa com o agregado de betão leve que é o xisto expandido? Apesar deste material de construção possuir imensas vantagens, nos últimos anos foi um pouco esquecido. Mas, como os componentes pré-fabricados com agregados de betão leve estão a impor-se cada vez mais nas construções, devido à sua elevada rentabilidade e trabalhabilidade de rápida, o xisto expandido foi agora redescoberto por muitos donos de obras.

Se o xisto expandido for adicionado à fórmula do betão, o dono da obra beneficia de uma ampla série de pontos positivos: As paredes caracterizam-se por um isolamento térmico e uma acumulação térmica particularmente bons e possuem muito pouca humidade na estrutura. Em comparação com as fórmulas tradicionais dos elementos pré-fabricados produzidos em betão, os elementos com xisto expandido como agregado são nitidamente mais leves, mas possuem as mesmas resistências estáticas. Devido à sua estrutura fechada, consegue-se, ao mesmo tempo, uma excelente insonorização. Além disso, o xisto expandido resiste à corrupção, é inodoro e não é atacado nem por ácidos, nem lixívia.

Duas outras vantagens totalmente decisivas para o xisto expandido, que mais nenhum material de construção consegue oferecer, residem no valor da relação entre o peso da resistência à pressão para o betão com grau de qualidade superior e uma resistência muito elevada à alternância entre o gelo-oralho. Além disso, o betão fabricado com xisto expandido pode ser bombeado sem problemas.

Mas como é que o xisto expandido é fabricado, realmente, e em que áreas pode este material de construção ser utilizado? Como nem todas as jazidas de xisto são adequadas para o fabrico de xisto expandido, só existem duas empresas na Alemanha que produzem o xisto expandido. Uma delas é a firma Berwilit, sediada em Bad Berleburg, Norte Reno – Vestefália. O xisto bruto necessário para o fabrico de xisto expandido é extraído primeiro na pedreira por meio de explosão e equipamento pesadíssimo, sendo depois transportado por camião para a fábrica. Depois, segue-se o processamento posterior com as granulacões classificadas. As diferentes granulacões são transportadas para os fornos tubulares rotativos por meio de cintas de dosagem, nos quais as pedras são secas e pré-aquecidas na primeira secção do forno com uma temperatura de várias centenas de graus. Na segunda secção do forno efectua-se a operação de expansão a cerca de 1.200 °C. Durante a operação de expansão, a subida de pressão em consequência da temperatura provoca o escapamento do ar e componentes orgânicos e forma uma estrutura celular em forma de favo. A operação de expansão termina com a sinterização da superfície do cone e a formação de uma casca firme e fechada.

Os campos de utilização do xisto expandido vão desde as obras da engenharia de construção, passando pelos elementos pré-fabricados em betão leve, até às paredes protectoras contra o ruído para caminho de ferro e estradas. Além disso, o xisto expandido é adequado, por excelência, como material filtrante para drenagens e plantações, especialmente nos relvados de coberturas. Além disso, é utilizado no betão de cobertura nas

celda en nido de abeja. El proceso de expansión ha concluido cuando la estructura de los granos ha sinterizado y se ha formado una carcasa dura y cerrada.

Los campos de aplicación de la pizarra expansiva abarcan desde el sector de la construcción de edificios y el de la fabricación de componentes prefabricados en hormigón ligero para edificaciones, hasta la fabricación de barreras de protección para carreteras y vías de ferrocarril. Las ventajas de la pizarra expansiva se aprovechan también en su empleo como material filtrante en sistemas de drenaje y como sustrato en jardines sobre cubiertas de edificios. A lo anterior podemos añadir que la pizarra expansiva se emplea muy frecuentemente en el hormigón de casco para estructuras de puentes, que tienen que soportar bruscos cambios helada-rocío.

La pizarra expansiva fue originariamente descubierta en América. Una vez se supo que podía ser producida a partir de los recortes de la pizarra destinada a tejados, la pizarra expansiva comenzó a producirse por primera vez a mediados de los sesenta con una licencia Leca. En principio estaba destinada a la fabricación de piezas para levantamiento de muros (bloques huecos). Se reconoció pronto las ventajas del material como aditivo en la producción del hormigón y se desarrollaron, en colaboración con la industria del cemento, valiosos hormigones ligeros.

La aparición de los depósitos de mineral de pizarra, hace unos 380 millones de años, se atribuye a deposiciones arcillosas en el océano, que mediante una solidificación diagenética, al ser cubiertas por capas de piedra, y una separación posterior se transformaron en pizarra. Es una materia prima que, como piedra de sedimentación, tiene constituyentes orgánicos y una composición muy parecida a la arcilla. Esta es la razón por la que la pizarra extraída se denomina también pizarra arcillosa. ■

construções de pontes, que têm de resistir a uma alternância elevada entre o gelo e o orvalho.

O xisto expandido foi originalmente descoberto na América. Depois de se saber que se produzia aí xisto expandido a partir de detritos do xisto do telhado, a primeira vez que se produziu xisto expandido foi nos meados da década de 1960 com uma licença Leca. Na verdade, pretendia-se produzir alvenaria de cantaria com o material (blocos de pedra ocós). Contudo, depressa se descobriram as vantagens dos agregados para o fabrico de betão, de modo que, em cooperação com a indústria do cimento, foram desenvolvidos betões leves de alta qualidade.

A origem das jazidas de xisto há cerca de 380 milhões de anos, remonta aos depósitos de argila na água do mar, que foram transformados em xisto pela consolidação diagenética, em consequência do recobrimento com séries rochosas mais recentes e fragmentação posterior. Uma matéria prima que, tal como a rocha sedimentar, possui componentes orgânicos e que, por essa razão, é muito semelhante ao barro na sua composição. Por isso, o xisto bruto extraído também é designado por xisto de barro. ■

Berwilit
Wittgensteiner Blähschiefer GmbH & Co. KG
Am Heßlar 17
57319 Bad Berleburg Raumland / Germany
☎ +49 (0) 27 51 / 50 12
Fax: +49 (0) 27 51 / 5 19 63
E-mail: info@berwilit.de
www.berwilit.de

Probado por la Oficina Federal de Ensayo de Materiales (MPA) en Braunschweig

Una nueva banda de sellado para un mejor rendimiento económico en la construcción con hormigón

La compañía B.T. Innovation GmbH de Magdeburg se propone agotar y racionalizar las reservas que todavía aparecen en el sector de la construcción mediante el desarrollo de sus productos. Las juntas de componentes prefabricados se pueden sellar ahora al paso del agua mediante la banda de sellado denominada Rubber-Nek. Este producto ha sido probado por la Oficina Federal de Ensayo de Materiales en Braunschweig (MPA Braunschweig) como organismo reconocido de supervisión de la construcción. La banda Rubber-Nek aísla frente al agua a presión o no, así como frente a la humedad del subsuelo en el contexto de la DIN 18195 (partes 4 a 6). Su rápida aplicación sin la necesidad de empleo de herramientas de ningún tipo y la impermeabilidad al agua y gases extremadamente alta que se consigue, hacen este producto especialmente interesante para la industria de la construcción.

El incremento significativo del uso de componentes prefabricados industriales en hormigón en los sectores de la construcción y obra civil demanda métodos de sellado con buen rendimiento económico. Esto es debido a que, tras la instalación, el subsiguiente hormigonado y sellado de las juntas en pozos, cubetas, pequeñas instalaciones de tratamiento de agua, canales o cubiertas es muy trabajoso y constituye un factor de coste. La banda de sellado elástica y autoadhesiva se suministra en rollos y se presiona fácilmente en las juntas en el hormigón. El siguiente componente constructivo puede añadirse una vez se ha retirado la tira protectora sobre la banda. El sello obtenido es seguro y estanco. De esta manera puede acelerarse el montaje considerablemente, lo que contribuye a una más alta productividad. ■



Las juntas entre componentes prefabricados pueden sellarse rápida y sencillamente empleando una banda adhesiva. El material es autoadhesivo, flexible y soporta carga inmediatamente tras su aplicación aún a bajas temperaturas. En esta obra, la banda de sellado se aplicó mientras se esperaba a que la grúa completara la elevación
Com a cinta gomada, as juntas dos componentes pré-fabricados podem ser vedadas de forma mais rápida e segura. O material é autocolante, flexível e pode ser submetido a cargas imediatamente após a montagem, mesmo a baixas temperaturas. Neste estaleiro, a cinta gomada foi aplicada durante a espera pela elevação do guindaste

Testada pela autoridade de supervisão do material de construções (MPA), Braunschweig

Nova cinta de vedação torna as construções de betão mais rentáveis

A firma B.T. Innovation GmbH de Magedburg, tem em vista esgotar as reservas de racionalização na construção com os seus produtos. As juntas dos elementos pré-fabricados nos componentes de betão podem agora ser fechadas, de forma impermeável à água, com a cinta de vedação Rubber-Nek, testada pela autoridade de supervisão do material de construções, MPA Braunschweig. Esta cinta protege contra a água que exerce pressão e a água que não exerce pressão bem como a humidade do solo, para os fins enunciados na norma DIN 18195 (partes 4 a 6). O que torna este produto particularmente interessante para a indústria da construção é a aplicação rápida, totalmente sem ferramenta, assim como a extrema impermeabilidade à água e ao gás.

Devido ao forte aumento da utilização de componentes pré-fabricados de betão nas construções à superfície e construções subterrâneas, a questão da rentabilidade da vedação torna-se cada vez mais importante, visto que a argamassagem posterior e vedação das juntas nos poços, tinas, instalações de depuração, canais e tampas depois da montagem concluída é muito morosa e constitui um factor de custo. A cinta vedante elástica e autocolante é fornecida em rolo e é simplesmente comprimida no betão na zona da junta. Depois da remoção da cinta protectora, o componente seguinte pode ser junto imediatamente e a união é mais segura e estanque. Desta maneira, a montagem é acelerada consideravelmente, contribuindo para uma maior produtividade. ■

B.T. innovation GmbH
 Ebendorfer Straße 19/20
 39108 Magdeburg / Germany
 www.bt-innovation.de
 E-Mail: info@bt-innovation.de

150.000 unidades

Palfinger comercializa una grúa de jubileo

Olaf Mulder, director general de MYCSA Mulder y uno de los mayores distribuidores de Palfinger a nivel mundial, ha suministrado en España una grúa especial a uno de sus mejores clientes.

La compañía Poncal Servicios recibió de Mulder una PK 100002 Performance. Esta grúa no es un equipo habitual en el sector. La grúa impresiona con numerosas novedades técnicas, una excelente geometría de movimiento y la mejor relación peso/capacidad en su clase. Está equipada de serie con el Power Link Plus, Paltronic 50, radio control remoto, refrigerador de aceite y sistema electrónico High Power Lifting System (HPLS).

La característica más especial de este modelo es que se trata de una grúa de jubileo: más exactamente, ¡la grúa 150.000 fabricada por Palfinger!

En 1964, Hubert Palfinger puso la primera piedra de lo que sería una historia de éxito excepcional, que ha permitido a la firma Palfinger, fundada en 1932, convertirse con el paso de los años en figura global especializada en grúas hidráulicas para carga de camiones. Hoy en día la compañía es líder mundial en el mercado y tecnología, con casi 150 modelos y un porcentaje de mercado del 30%. ■

150.000 unidades

A Palfinger fornece guindaste para celebrar jubileu

Olaf Mulder, gerente da MYCSA Mulder e um dos maiores concessionários da Palfinger, forneceu um guindaste especial a um dos seus melhores clientes em Espanha.

A firma Poncal Servicios recebeu de Mulder um PK 100002 Performance o qual, por si só, não é um vulgar instrumento de trabalho diário do sector dos guindastes. O guindaste impressiona pela sua multiplicidade de aspectos técnicos eminentes, excelência da geometria de movimentos e a melhor relação de peso/potência da sua classe. Está equipado de série com Power Link Plus, Paltronic 50, telecomando por rádio, radiador a óleo e sistema electrónico „High Power Lifting System“ (HPLS).

O que torna este modelo tão especial: trata-se de um guindaste para celebrar o jubileu ou, dito de forma mais precisa, trata-se do guindaste n.º 150 000 produzido pela Palfinger!

Em 1964, com a especialização em guindastes hidráulicos de carga sobre camião, Hubert Palfinger lançou a primeira pedra da extraordinária história de sucesso que fez com que a empresa Palfinger, estabelecida em 1932, se tornasse um Global-Player com o decorrer dos anos. Actualmente, a empresa, que possui cerca de 150 modelos e uma percentagem de mercado de 30%, é líder do mercado mundial e tecnológico. ■

Palfinger AG
 Franz-Wolfram-Scherer-Straße 24
 5101 Bergheim / Austria
 www.palfinger.com
 E-mail: info@palfinger.com

Ratec Sistemas de encofrados de piezas constructivas e imanes

Fijación magnética racional para piezas constructivas

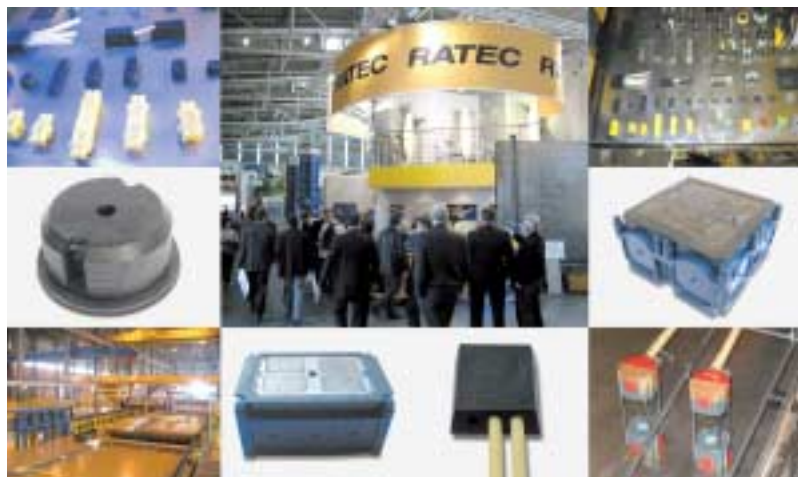
La empresa Ratec GmbH, Hockenheim (Alemania) con su sociedad vinculada Ratec LLC, St. Petersburg, Fla (EE.UU.) ha desarrollado un programa multifacético de imanes de piezas constructivas, para la fijación de las mismas. Tan impresionante como la diversidad de piezas constructivas es también la tecnología de fijación en la pieza prefabricada de hormigón. Ratec posee exclusivamente para esta área un departamento de proyectos, que a través de una tarea conjunta con los clientes desarrolla un programa de imanes de piezas constructivas, que ya se ha acreditado de la mejor manera en la dura práctica. El espectro alcanza desde imanes para vanos, imanes de forma negativa (rotulación) a través de imanes de anclaje, de tuberías, anclajes desmontables así como para casquillos roscados. El programa de imanes para los diferentes fabricantes de piezas constructivas y cajas eléctricas, completan el programa.

La construcción de sistemas Ratec persigue el principio de una amplia cobertura de los requerimientos de los usuarios.

- ▶ La construcción, cálculo y el desarrollo de los imanes de piezas constructivas, se ajusta especialmente de acuerdo al tipo de la pieza constructiva y su aplicación. De ello resulta una síntesis de efectividad así como de funcionalidad.



Imanes de piezas de montaje de Ratec
Magnetes para peças de montagem Ratec



Sistemas de cofragem magnética e de elementos pré-fabricados Ratec

Fixação racional por magnetes para peças de montagem

A firma Ratec GmbH, Hockenheim (Alemanha) desenvolveu em conjunto com a sua filial Ratec LLC, St. Petersburg, Fla (EUA) um vasto programa para fixação peças de montagem por magnetes. A sua técnica de fixação na construção de elementos pré-fabricados de betão é tão impressionante como a multiplicidade das peças de montagem. A Ratec possui um departamento de construção próprio para esta área, o qual, em cooperação com os clientes de todo o mundo, desenvolveu um programa de magnetes para elementos pré-fabricados que tem dado excelentes resultados nas difíceis condições da prática. A gama vai desde os magnetes de encaixe, magnetes de moldagem negativos (legenda), passando por magnetes para placas de ancoragem, magnetes para canos, magnetes para âncoras de levantamento e magnetes de casquilho roscado. A gama de fornecimento é completada pelo programa de magnetes para os diferentes fabricantes de peças de montagem e caixas eléctricas.

A construção dos sistemas Ratec orienta-se pelo princípio de uma vasta cobertura das exigências dos utilizadores.

- ▶ O ajuste da concepção, cálculo e construção dos magnetes para peças de montagem é efectuado, especialmente, de acordo com o tipo e utilização da peça de montagem. Daqui resulta uma síntese entre eficácia e funcionalidade.
- ▶ A combinação de elementos de borracha com magnetes Ratec torna possível construir praticamente todos as formas geométricas, consoante o desejo do cliente.

O objectivo da empresa com a utilização da tecnologia de magnetes, é tornar a instalação das peças de montagem mais rápida e competitiva. Além disso, com o desenvolvimento de uma tecnologia de magnetes inovadora, pretende-se aumentar a qualidade do elemento pré-fabricado. Evidentemente que, a prioridade máxima consiste na elevada fiabilidade e funcionalidade do sistema de magnetes na prática.

Existe uma multiplicidade de possibilidades de aplicação da tecnologia de magnetes na indústria dos elementos pré-fabricados de betão, que permite tornar o trabalho substancial-

- A través de la combinación de cuerpos de goma con imanes Ratec, es posible proyectar casi todas las geometrías a pedido del cliente.

El objetivo de la empresa es, de conformar el montaje de las piezas constructivas a través del empleo de la tecnología magnética de forma más rápida y a menores costes. Además, a través del desarrollo de una tecnología magnética innovadora, se quiere alcanzar un incremento de la calidad del producto prefabricado. La mayor prioridad la tienen evidentemente la fiabilidad y funcionalidad del sistema magnético en la práctica.

Para el empleo de la tecnología magnética en la industria de componentes prefabricados de hormigón existe una multiplicidad de posibilidades de aplicación, que conforman el trabajo de forma considerablemente más sencilla y racional. Una inmensa presión de costes y calidad, son el signo de los tiempos, por esta razón la empresa Ratec desarrolla permanentemente soluciones, que se aplican mundialmente. Muchos desarrollos, que hoy son estándar, han sido creados en estrecha colaboración con los clientes. La empresa ofrece un asesoramiento cualificado sobre el espectro completo de prestaciones en las industrias de prefabricados de hormigón. En este caso se observan soluciones individuales de sistema, así como la adaptación a requerimientos especiales de cada una de las empresas. El objetivo es la máxima flexibilidad y una seguridad de inversión para el futuro. Justamente la flexibilidad es hoy y en el futuro cada vez más determinante. ■

mente mais simples e racional. Os sinais do tempo traduzem-se numa imensa pressão sobre a qualidade e os custos e, por isso, a Ratec desenvolve, permanentemente, soluções que são utilizadas em todo o mundo. Muitos dos desenvolvimentos estandarizados actuais foram criados em cooperação com os clientes. A empresa oferece uma consultoria qualificada para toda a gama de serviços para as fábricas de elementos pré-fabricados de betão. Neste caso, são tomadas em consideração as soluções individuais e adaptações aos requisitos específicos da empresa. O objectivo consiste em flexibilidade e segurança do investimento futuro máximas. E é, precisamente, a flexibilidade que, mais do que nunca, é determinante actualmente e no futuro. ■

Ratec GmbH
 Karlsruher Straße 32, 68766 Hockenheim / Germany
 Tel.: +49 (0) 62 05 / 94 07 29
 Correo electrónico: info@ratec.org, www.ratec.org

Ratec LLC
 3551 42nd Ave S, St. Petersburg, FL 33711 / USA
 Tel.: +1 727 / 363 7732, Toll free 877 / 33 RATEC
 E-mail: infoUS@ratec.org, www.ratec.org



**Valor añadido en superficies
pavimentadas y muros de jardín**

**CONCRETE LIGHT LINE –
Ambiente iluminado para
exteriores**

Kerr Lighting, Smith Falls (Ontario), Canadá, está especializada desde hace más de diez años en el diseño de sistemas individualizados para instalaciones en el exterior y vías de tráfico. Ello ha resultado en numerosos sistemas patentados en distintas áreas de aplicación. A través de la experiencia de los representantes en Europa – awingbuero Germany – se tienen también en cuenta las aplicaciones europeas en el desarrollo y diseño de los productos.

En el trabajo de desarrollo se presta atención especial a la seguridad, capacidad de carga, posibilidad de instalación sencilla y rápida, así como a un diseño único e intemporal. La unidad de iluminación para pavimento o pared sustituye simplemente una pieza en la construcción. Se dispone de unidades de iluminación especiales para áreas públicas resistentes a las más extremas cargas de camiones. El sistema integrado de drenaje asegura que cualquier humedad acumulada en el interior de los focos de luz sea eliminada. El sistema de iluminación para exteriores de Kerr Lighting crea una atmósfera con un cálido y único encanto.

El sistema de referencia se aplica en las siguientes gamas de producto:



Pavimento iluminado con carácter nostálgico
Lâmpada para pavimentos com uma superfície nostálgica

Unidad de iluminación para pavimentos

Las unidades de iluminación para pavimentos de Kerr Lighting tienen un estilo individualizado que armoniza discretamente con cualquier diseño ambiental. La iluminación puede integrarse en casi todas las formas y tipos de construcciones pavimentadas gracias a los seis formatos y diseños que se encuentran hoy en día disponibles en el mercado.

Los formatos, así como diferentes configuraciones que garantizan resistencia a cargas altas, pueden ajustarse a los deseos individuales de los clientes. Su empleo con elementos de hormigón prefabricados es posible sin mayor ajuste que el perfil especial en el exterior. Los cuerpos de iluminación se instalan sencilla y rápidamente sin precisar de ninguna labor de ajuste o corte o del uso de herramientas especiales. El suministro de energía eléctrica a 12 V asegura una protección óptima. La acumulación de humedad se previene con el sistema integrado de drenaje. Las lámparas para vías de circulación se equipan con bombillas de 7 vatios y transformadores y cables de capacidad superior.

**Mais-valia para as superfícies
de pavimentação e paredes de jardim**

**CONCRETE LIGHT LINE –
Ambiente luminoso para
instalações exteriores**

Kerr Lighting, Smith Falls, (Ontario) Canadá dedica-se desde há 10 anos à criação individual de instalações exteriores e vias de circulação, por meio de sistemas de iluminação. Surgiu, assim, uma multiplicidade de sistemas patenteados para os campos de utilização mais variados. Graças à experiência do parceiro de distribuição na Europa – a awingbuero Germany – essas utilizações também são tomadas em consideração para o desenvolvimento e o design dos produtos europeus.

No desenvolvimento, dá-se a maior importância à segurança, resistência, instalação fácil e rápida e ao desenho singular e intemporal. As luzes para pavimentos ou muros substituem, pura e simplesmente, a pedra no sistema de assentamento. As lâmpadas especiais para as áreas públicas resistem mesmo às cargas mais extremas dos camiões. O sistema de drenagem integrado garante o escoamento da humidade no interior das lâmpadas. A iluminação Kerr Lighting para instalações exteriores cria uma atmosfera individual e confere ao ambiente uma envolverência quente e autónoma.

São utilizadas as seguintes linhas de produtos:



Iluminación para muro de jardín
Lâmpada para muro de jardim

Lâmpadas para pavimentos

As lâmpadas de pavimentos Kerr Lighting, concebidas individualmente, adaptam-se de forma discreta a todas os espaços criativos. Graças aos seus actuais seis formatos e desenhos diferentes, as lâmpadas podem ser integradas nas lajes de pavimentação mais frequentes. É óbvio que os formatos e as diferentes configurações para assegurar as maiores exigências de capacidade de carga, podem ser adaptados às necessidades individuais dos clientes. E a utilização no betão preparado não representa qualquer dificuldade, graças ao perfil especial do lado exterior. Graças à instalação ligeira e simples, sem ser necessários efectuar trabalhos de adaptação ou corte e aos conjuntos completos que contêm o material de instalação completo, as lâmpadas garantem um assentamento rápido, sem necessidade ferramentas especiais. O sistema de tensão com 12 volts oferece uma protecção optimizada. A acumulação de humidade é evitada devido ao sistema de drenagem integrado. As lâmpadas de pavimentos para as vias de circulação são equipadas com corpos luminosos de 7 watts e transformadores com uma potência superior e um cabo mais forte.



Pavimento iluminado en la piscina
Lâmpadas para pavimento da piscina



Ambientación mediante la iluminación en el pavimento
Ambiente com luzes para pavimento

Iluminación en muros de jardines

Las lámparas para muros de jardines han sido diseñadas para una sección de pared de aproximadamente 30 cm x 10 cm y las lámparas para muros de contención de terrazas para unas dimensiones aproximadas de 15 cm x 20 cm. Se ajustan a los formatos más comunes de mampostería en seco. Una carcasa de plástico de alta dureza asegura permanente resistencia incluso en caso de cargas altas. El diseño garantiza también calidad constante y durabilidad. Ambos sistemas de iluminación se suministran en paquetes que contienen tres unidades y los accesorios necesarios para su instalación.

Accesorios

Kerr Lighting completa su gama de productos ofreciendo diversos accesorios y componentes para permitir la realización de todas las posibles opciones de diseño de exteriores según el gusto individual.

El altavoz, acorde al sistema de terraza, se acopla y no destaca en el muro de mampostería. Se desarrolló un altavoz especial en piedra de mampostería para instalaciones exteriores con carácter rústico. La muy alta calidad de estos sistemas de audio redondea la instalación exterior con su agradable sonido.

Una construcción protegida permite la instalación en el exterior. Los sistemas de iluminación de Kerr Lighting completan el abanico de productos de compañías líder en construcciones de pavimentación y mampostería.

Los distribuidores en Europa se encuentran a disposición para suministrar información adicional y catálogos. ■

Lâmpadas para muros de jardim

A lâmpada para muros de jardim foi concebida para muros com uma secção aproximada de 30 cm x 10 cm e a lâmpada para alvenaria de apoio com aprox. 15 cm x 20 cm. Assim, adaptam-se aos formatos mais habituais de alvenaria em seco. A caixa de plástico de alta resistência garante a durabilidade da capacidade de carga, mesmo com as cargas mais elevadas, bem como uma qualidade e durabilidade estáveis. Os dois sistemas de iluminação são fornecidos em kits com 3 unidades, cada, com acessórios de instalação completos.

Acessórios

A Kerr Lighting complementa as suas linhas de produtos com uma multiplicidade de extras e componentes acessórios, para garantir todas as possibilidades de criação para as instalações exteriores individuais.

O altifalante embutido no muro, apropriado para o sistema com muro de apoio, pode ser alinhado, discretamente, no muro. O altifalante de pedra foi desenvolvido para instalações exteriores rústicas. A excelente qualidade dos sistemas áudio completa a instalação exterior com um som agradável.

A construção protegida permite ser utilizada ao ar livre. Os sistemas de luz Kerrlighting completam com eficácia a gama de produtos dos fabricantes líder de pavimentos e sistemas de alvenaria em seco.

Mais informações e catálogos encontram-se disponíveis no parceiro de distribuição para a Europa. ■

AWING Germany
Bayernstraße 5, 63820 Elsenfeld / Germany
☎ +49 (0) 93 74 / 9 08 00 60
Fax: +49 (0) 93 74 / 9 08 00 61
E-mail: office@aw-ing.com, www.aw-ing.com

CONTROLS en la 13 edición de SMOPYC:

Experiencia en Zaragoza

Esta exposición ha alcanzado, con su nueva organización cada tres años, el mismo nivel de prestigio que las otras exposiciones europeas. Los promotores y expositores se mostraron satisfechos por los buenos resultados en términos de número de visitantes, el interés mostrado y cifras de ventas. Podemos hablar sin lugar a dudas de una feria celebrada con éxito.

Los últimos desarrollos de nuestros expuestos son clara muestra del esfuerzo realizado en búsqueda de innovación. La compañía mostró un conjunto de productos muy completo, abarcando desde los equipos más sencillos y tradicionales hasta la más sofisticada maquinaria para ensayos avanzados.

El AUTOMAX 5 Mod. 50-C36V2 es un equipo automático para medición de la resistencia a la compresión del hormigón. La unidad realiza ciclos de ensayo automático completo con bucle digitalizado de retroalimentación de datos. Una vez introducidos los parámetros de las muestras, se realiza el ensayo en su totalidad con sólo apretar un botón.

La unidad servocomandada ADVANTEST 9, es una muestra de la avanzada tecnología del grupo CONTROLS. El sistema puede operar con cuatro marcos de diferentes tamaños y capacidades para realizar ensayos controlados de carga/tensión – desplazamiento – deformación. El equipo puede emplearse además de los ensayos comunes con rotura final de la probeta, en aplicaciones más avanzadas como la determinación de la resistencia residual tras la rotura y el módulo de elasticidad. La resistencia del hormigón durante la rotura puede representarse mediante un diagrama completo fuerza-deformación tanto en la fase elástica como en la fase plástica. ■

CONTROLS presente na 13.ª SMOPYC

O acontecimento de Saragossa

O ritmo de realização de 3 anos introduzido recentemente, confere a esta feira uma mais valia que lhe permite atingir, agora, o nível das outras exposições apoiadas. O organizador e os expositores ficaram muito satisfeitos com o número de visitantes e o interesse geral da exposição, podendo falar-se, absolutamente, de uma exposição cheia de sucesso.



Os novos desenvolvimentos apresentados são a prova convincente do empenho particular desta empresa na inovação. A empresa apresentou uma vasta gama de produtos, desde os simples aparelhos tradicionais, até aos sofisticados sistemas para testes mais complexos.

O sistema AUTOMAX 5 Mod. 50-C36V2 apresentado nesta feira, é utilizado nos testes automáticos de resistência à pressão do betão. A unidade caracteriza-se por um ciclo de teste totalmente automático com um circuito de regulação digital fechado. Uma vez introduzidos os parâmetros de ensaio, a execução do teste inicia-se com um simples premir de botão.

Na unidade servocomandada apresentada, a ADVANTEST 9, a moderna tecnologia de módulos da CONTROLS. O sistema pode controlar até quatro quadros de vários tamanhos e capacidades, com os quais podem ser realizados testes controlados de carga e tenção, assim como de deformação.

A par dos testes habituais que terminam com a ruptura do provete, o sistema também pode ser utilizado para aplicações com um grau de desenvolvimento superior: A força de resistência do betão depois da ruptura pode ser testada, além disso, a elasticidade do módulo pode ser determinada. A resistência do betão durante a fase de ruptura pode ser ilustrada com um diagrama completo da força de deslocamento do material na fase elástica e também na fase plástica. ■

Controls S.r.l.
Via Aosta, 6
20063 Cernusco s/N. (MI) Italy
Tel.: +39 02921841
Fax: +39 0292103333#
www.controls.it
E-mail: controls@controls.it

Fecha/Data	Lugar/Local	Exposición/Eventos	Información/Informação
10.–14.05.2005	Lisboa / Portugal	SIMAC Salão Internacional de Materiais, Máquinas e Equipamentos para a Construção	Feira Internacional de Lisboa Rua do Bojador Parque das Nações 1998-010 Lisboa / Portugal ☎ +351 2189210500 Fax: +351 218921555 E-Mail: fil@aip.pt www.fil.pt
11.–14.05.2005	Amsterdam / The Netherlands	BIBM 2005 Congress 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
18.–20.05.2005	Beijing / China	GaLaBau China International Trade Fair for Urban Green and Landscaping	Nürnberg Global Fairs GmbH Messezentrum 90471 Nürnberg / Germany ☎ +49 911 86068699 Fax: +49 911 86068694 E-Mail: info@nuernbergglobalfairs.com www.nuernbergglobalfairs.com
26.–28.05.2005	Changsha Hunan / China	SCC 2005 – China Intern. Symposium on Design, Performance and Use of Self-Consolidating Concrete	Guangcheng Long Xiaojie Liu School of Civil Engineering and Architecture Central South University, 22 Shaoshan South Road Changsha, Hunan, China ☎ +86 731 2656568 Fax: +89 731 2656912 E-Mail: scc2005@mail.csu.edu.cn www.scc2005-csu.com/eindex/htm
18.–21.09.2005	Barcelona / Spain	Cemtech Conference	Tradeship Publications Ltd. Old Kings Head Court 15 High Street, Dorking, Surrey RH4 1AR, United Kingdom ☎ +44 (0) 1306 740363 Fax: +44 (0) 1306 740660 www.cemnet.com
15.–17.06.2005	Mexico City	World of Concrete	Centro Banamex Convention Center Avenida del Conscripto Número 311 México DF, Cp 11200 ☎ +55 5268-2000 Fax: +55 5268-2004 www.worldofconcretemexico.com
12.–16.10.2005	Bologna / Italy	SAIE 2005 International Building Exhibition	BolognaFiere Viale della Fiera, 20 40128 Bologna (Italia) ☎ +39 051 282111 Fax +39 051 6374013 E-Mail: saie@bolognafiere.it www.saie.bolognafiere.it
16.–20.11.2005	Dubai / United Arab Emirates	BIG 5	International Conferences & Exhibitions Ltd. 2 Churchgates, The Wilderness Berkhamsted, Herts, HP4 2UB / UK ☎ +44 1442 878222 Fax: +44 1442 879998 www.dmgdubai.com

Más exposiciones/Outros eventos: www.bft-online.info



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 redacção
Dipl.-Ing. Martina Borghoff (bo) ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 363
E-Mail: martina.borghoff@springer-sbm.com
(Responsable del contenido/Responsável pelo conteúdo)

Redacción/Redacção
Dipl.-Ing. Robert Mehl (rm) ☎ +49 (0) 52 41 / 80-89 103
E-Mail: robert.mehl@springer-sbm.com

Oficina de redacción/Escritório de redacção
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.juergensen@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 nº 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/Direcção 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 redacção. Os editores e a redacção não assumem qualquer responsabilidade pelos artigos não solicitados. O autor assume a responsabilidade pelo teor dos artigos identificados com o seu nome. Os honorários de publicações só serão pagos ao titular dos direitos. A revista e todos os artigos e ilustrações aí contidos estão protegidos pelos direitos de autor. Exceptuando os casos permitidos pela lei, a utilização ou reprodução sem o consentimento dos editores é punida por lei. Isto também se aplica ao registo e transmissão sob a forma de dados.

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**

71th Volume 2005
The circulation of the publication is verified by the German Audit Bureau of Circulation (IWW)

