

Método para determinar la dispersión del peso, densidad y resistencia

# Reducción de la desviación estándar en el proceso de producción de adoquines

El proceso de fabricación de los artículos de hormigón con una consistencia rígida, u hormigón "semiseco", como es habitual en muchos países, se diferencia en gran medida del método para fabricar productos de hormigón con una consistencia blanda o fluida.

Mientras que en el caso de los hormigones blandos el parámetro más importante, que tiene una influencia directa en la calidad del producto final, es el valor de la relación agua-cemento, en el caso de los artículos de hormigón con una consistencia rígida del hormigón fresco, se trata de la densidad final después de una compactación correcta. Esto se debe a que la densidad final de los artículos de hormigón depende directamente de las características de la compactación y, en consecuencia, determina directamente su porosidad, permeabilidad, resistencia, absorción de agua, etc.

■ Idário D. Fernandez, Doutor Bloco, Brasil ■

En el artículo anterior del número 3/2014 de PHI ya se dijo que una elevada incorporación de agua puede tener, hasta cierto punto, un efecto negativo en la resistencia de estos tipos de hormigones debido al cambio de la densidad.

Asimismo, en algunos países, como Brasil, la desviación de los valores de resistencia del valor medio o la desviación estándar se utiliza para calcular los parámetros y para determinar las propiedades de la resistencia del producto. Se pueden utilizar otros parámetros para valorar la calidad de los artículos de hormigón con una consistencia del hormigón fresco rígida, como los siguientes que se utilizan con mayor frecuencia: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, absorción de agua y desgaste de la superficie. Todos estos parámetros se ven influidos en gran medida por la densidad del hormigón fresco o la densidad del producto listo.

Seguramente existen muchos otros factores relacionados con el proceso de fabricación que tienen un efecto en las fluctuaciones de los parámetros mencionados más arriba. Si, por ejemplo, en el transcurso del proceso de producción cambia la relación agua / cemento, el tamaño del grano de

los áridos, el tipo de cemento, la cantidad de los materiales dosificados en la mezcla o la eficacia de las adiciones, etc., con toda seguridad esto tendrá un efecto en las propiedades del hormigón, especialmente en su resistencia a la compresión.

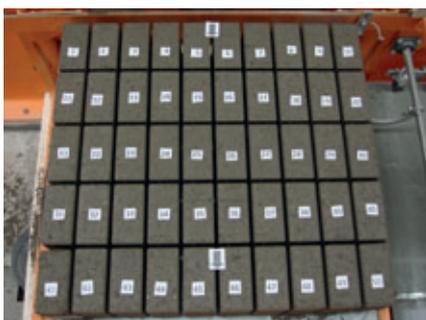
Pero todas estas desviaciones rara vez aparecen como desviaciones en la densidad de los bloques. La desviación en la densidad de los bloques puede aparecer de una mezcla a la siguiente. Además, por ejemplo, debido a una desviación en la dosificación de agua puede aparecer de un ciclo a otro en el mismo lote debido al nivel de llenado de la tolva de material, e incluso de un ciclo a otro o incluso en la misma bandeja de producción.

Cuando aparecen desviaciones en la densidad, en la misma bandeja de producción se encuentran elementos con un grado de compactación diferente: más o menos compactados si se encuentran en el centro, en los extremos y detrás en la bandeja de producción, y todo ellos debido a las diferencias en el llenado de los moldes. La supervisión de la densidad de los artículos de hormigón puede servir de gran ayuda para reducir la desviación estándar en el proceso de producción y en la mejora de la resistencia característica de todo el lote de productos.

El establecimiento de un peso estándar de los artículos de hormigón antes y después del proceso de compactación es el método más utilizado para lograr este fin. Pero algo más importante que la supervisión del problema es la determinación de su origen y, cuando se conocen la magnitud y la causa, su eliminación. El primer paso consiste en determinar la desviación estándar, en localizar dónde se encuentra la mayoría de los bloques críticos sobre la bandeja, es decir, aquellos con una densidad que se diferencia claramente del valor medio de la bandeja o de determinado valor medio del lote.

Se debería empezar fotografiando la bandeja de producción que proviene de la máquina bloquera y numerando claramente los bloques, p. ej. de izquierda a derecha y de atrás hacia delante, como se muestra en la Fig. 1.

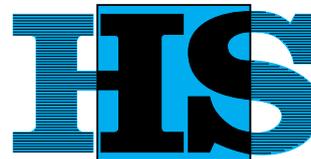
A continuación se elabora una tabla (en Excel) con la disposición exacta de los bloques, como aparecen en la bandeja de producción, véase el ejemplo de la Fig. 2. Después se determinan los valores que se desvían del valor medio hacia arriba y hacia abajo, y las desviaciones se visualizan con diferentes colores de fondo de las celdas, como se muestra en el ejemplo. Aquí los bloques de la bandeja se pueden



Bandeja de producción con adoquines a la salida de la máquina

	Mínimo			Promedio		Máximo			
	3390			3552		3664			
	-5,0%	-3,8%	-2,5%	-1,3%		1,3%	2,5%	3,8%	5,0%
	3375	3419	3464	3508		3597	3641	3686	3730
	D	C	B	A	<= Class => A	B	C	D	
	Little Compact					Very compact			

Tabla Excel con valoración con código de colores



■ Idário Fernandes es técnico en edificaciones e ingeniero civil con más de 30 años de experiencia en la producción y el control de calidad de productos de cemento. Impartió más de 250 cursos y conferencias en Brasil y el Mercosur sobre cemento y hormigón. Ha publicado diversos artículos

técnicos sobre productos de cemento en revistas del sector. Es autor de los libros «Bloques y adoquines - Producción y Control de Calidad» y «Tejas de hormigón - Producción y sistemas constructivos a base de cemento, y está especializado en bloques, pisos intertrabados y otros productos vibropresados. Es director técnico de la empresa Interblock Artefatos de Cimento. [idadariof@uol.com.br](mailto:idadariof@uol.com.br)

identificar según presenten una cantidad de material inferior o superior con respecto al valor medio y, de este modo, presenten valores de peso y de densidad extremos.

En [www.doutorbloco.com.br](http://www.doutorbloco.com.br) se puede descargar un ejemplo, según el cual se puede elaborar una hoja de trabajo propia que equivale al tamaño de la bandeja.

Los moldes que requieren grandes cantidades de material son más difíciles de llenar de forma uniforme y, a menudo, originan valores de compactación malos en comparación con los moldes con cantidades de llenado más pequeñas.

Para identificar las causas de error se pueden controlar los procesos como, por ejemplo, el sistema de cinta transportadora del silo, la distribución del material dentro del silo y dentro de la cuba de transporte, la frecuencia de uso del agitador, los dedos del distribuidor de hormigón, la altura del rascador o la frecuencia y la amplitud de la compactación en diferentes puntos de la bandeja para, de este modo, conseguir una distribución más uniforme del hormigón dentro de los moldes.

Bandeja 1				
3580	3508	3502	3445	3390
3588	3588	3490	3486	3398
3602	3585	3580	3499	3440
3650	3595	3565	3545	3490
3645	3608	3570	3554	3498
3661	3625	3588	3568	3500
3664	3618	3580	3580	3472
3659	3605	3591	3576	3477
3640	3601	3576	3535	3414
3636	3594	3555	3502	3406
3632,5	3592,7	3559,7	3529	3448,5
Máximo	3664			
Mínimo	3390			
Promedio	3552			

Tabla Excel con datos de la bandeja de producción

### Desviación debido a una dosificación fluctuante del material

Si la desviación se origina mediante cantidades de dosificación modificadas de las materias primas, esto se puede detectar fácilmente porque el cambio de la resistencia no conlleva un cambio en la densidad, sino un cambio de la textura o el color, es decir de la apariencia de los artículos de hormigón.

Una comprobación muy sencilla de este asunto consiste en comparar las cantidades totales utilizadas al final de una jornada de producción, incluida el agua, y el peso total de los productos fabricados ese día. Esto se puede calcular multiplicando el número de bloques fabricados con el peso medio del bloque. Si estos valores están muy distanciados, es necesario encontrar la causa de esta desviación.

### Desviación debido al contenido de agua en la mezcla

Otra posible causa de una producción irregular es la desviación del contenido de agua, es decir, la humedad de la mezcla. Si es este el caso, se deben utilizar necesariamente sensores de humedad, por ejemplo de Conductive, Hydronix o Hydrostop, por mencionar solo algunos buenos aparatos adecuados para este fin.

Si no se cuenta con sensores de humedad, se aconseja no perder de vista las superficies exteriores verticales del adoquín y prestar atención a la formación de rayas. Pero la superficie del adoquín también aporta información sobre el contenido de agua en el hormigón. La existencia de una "piel de naranja" es la prueba de que los bloques se han fabricado con la cantidad correcta de agua y se han compactado adecuadamente. ■

## Cámaras de curado

para la industria de los bloques de hormigón



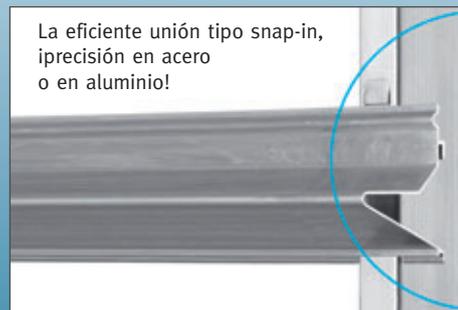
### ¿Galvanizado especial de acero o aluminio?

No tenga dudas, siempre se toma la decisión correcta, porque suministramos las dos versiones y las características comunes son muchas.

Algunos ejemplos:

- El mismo principio básico: la unión tipo snap-in probada por TÜV es sinónimo de montaje sencillo, rápido y seguro; con soporte inamovible incluido.
- No son necesarios apoyos de estabilización adicionales.
- Elevada vida útil con perfiles de aluminio o galvanizado especial de los perfiles de acero.
- El perfil de soporte HS con guía y centrado de bandejas continuos.

La eficiente unión tipo snap-in, imprecisión en acero o en aluminio!



¿Desea un equipamiento especial como, por ejemplo, sistema de circulación de aire, aislamiento de las cámaras o puertas enrollables? ¡Le ofrecemos la solución que desee y le asesoramos siempre de forma individualizada y competente!

Más información en nuestra página web:

[www.hsanlagentechnik.com](http://www.hsanlagentechnik.com)

HS Anlagentechnik C.V.  
Veldkultstraat 53 • NL-6462 BB Kerkrade  
Tel. 0031/45/5671190 • Fax 0031/45/5671192  
info@hsanlagentechnik.com

Servicio al cliente/montaje:  
HS Anlagentechnik Ant GmbH & Co. KG  
Hegelstraße 6 • D-57290 Neunkirchen  
Tel. 0049/2735/781160 • Fax 0049/2735/781162