



**Spraying Systems México**  
Expertos en Tecnología de Aspersión

— RESUMEN TÉCNICO —

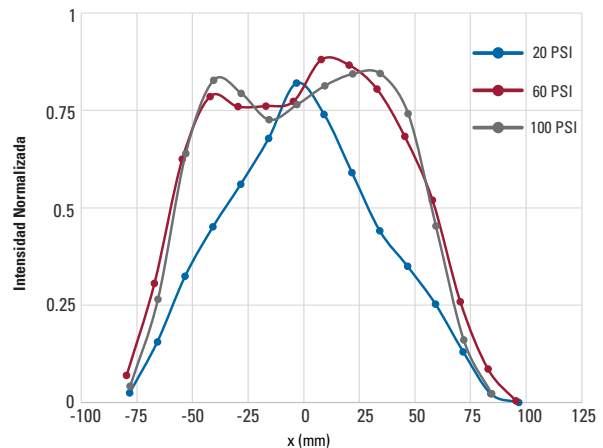
# OPTIMIZACIÓN DEL ENFRIAMIENTO SECUNDARIO DURANTE LA COLADA CONTINUA

## INTRODUCCIÓN

El enfriamiento secundario en la colada continua es un proceso importante. Las boquillas en el proceso del enfriamiento secundario afectan directamente la solidificación y la calidad del producto. Conforme se incrementan las velocidades de la colada y las acerías producen acero en mayor variedad de grados, la flexibilidad y eficiencia del enfriamiento secundario cobran mayor importancia. Las boquillas hidráulicas de cono lleno se usan en todos los tipos de máquinas de colada. Las boquillas necesitan ser robustas para manejar el entorno y proporcionar un desempeño consistente para mantener un enfriamiento constante sobre el intervalo de trabajo de la máquina

Históricamente, las boquillas usadas en las secciones de formación del billet y secciones superiores de las formadoras

**FIGURA 1:**  
Boquillas de cono lleno tradicionales

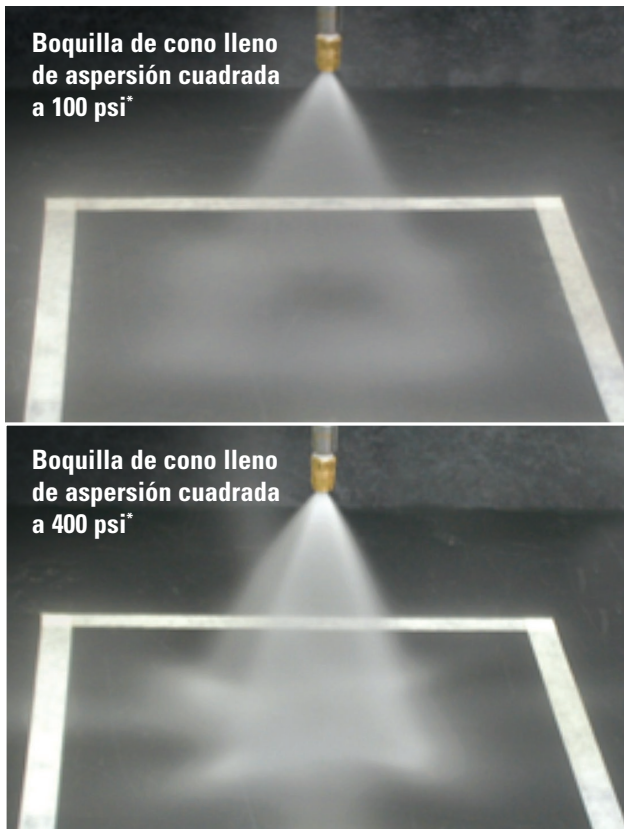


**FIGURA 2:** Distribución de boquillas FullJet® estándar a varias presiones.

de placa eran boquillas de cono lleno ya fuera con patrones circulares o cuadrados. Vea la Figura 1. Las fundidoras trabajaban más lentamente y las acerías no tenían la variedad de grados de acero como lo hacen ahora. Las boquillas de cono lleno tradicionales tienen variaciones en la cobertura y distribución conforme cambia la presión. Tal como se presenta en la Figura 2, la cobertura a 20 psi es menor que las coberturas a 60 y 100 psi. Adicionalmente, el perfil de distribución cambia conforme cambia la presión. El cambio en la

cobertura también es visible en el patrón de aspersión. A mayores presiones, la distribución es más uniforme.

Otro patrón de aspersión común en las antiguas fundidoras es el patrón cuadrado. Las boquillas con patrones cuadrados caben muy bien entre los rollos de la sección superior de la fundidora de placa y se consideraba que cubrían por completo un billet sin sobre aspersión. Sin embargo, el patrón cuadrado se desalinea con facilidad durante la instalación y con frecuencia no logra cubrir el área objetivo, resultando en puntos calientes. Otro tema con las boquillas de patrón cuadrado es que rotan conforme sube la presión. Y, a mayores presiones, el patrón cuadrado se convierte en un patrón en forma de estrella como muestra la Figura 3. Adicionalmente el perfil exterior de estas boquillas crea desafíos de mantenimiento. Por lo común, estas boquillas están instaladas y fijadas detrás de guardas. Pueden caer fundentes y otros desechos de la fundidora y acumularse en los perfiles planos del exterior de las boquillas. Las superficies planas en la parte externa de estas boquillas hacen de las boquillas tradicionales de cono lleno, un blanco fácil para que se acumulen los desechos.



**FIGURA 3:** Comparación lado a lado de boquillas FullJet® HH de cono lleno de aspersión cuadradas a 100 psi y 400 psi.

**\* Note la diferencia en el patrón de aspersión y la orientación de la aspersión.**

## EL NUEVO DISEÑO DE LAS BOQUILLAS PROVEE UN MEJOR DESEMPEÑO

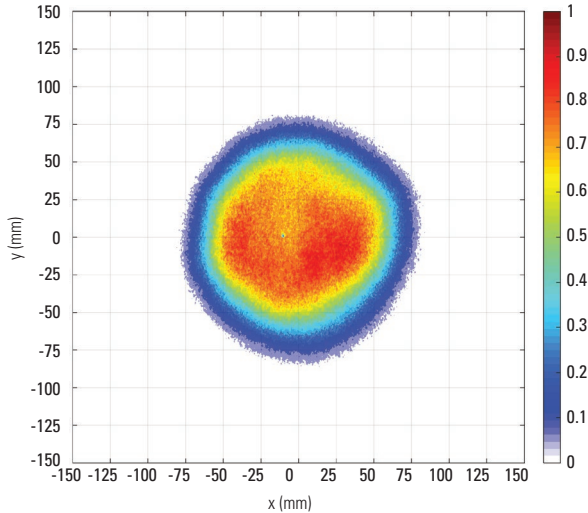
Las nuevas boquillas HHX FullJet tienen un perfil bajo y un diseño cóncavo como muestra la Figura 4. El perfil bajo permite que las boquillas se instalen cerca del cabezal para ayudar a prevenir que se acumulen desechos o que caigan en la boquilla. El diseño cóncavo proporciona una fácil instalación con herramientas estándar. La vena, parte integral para crear una cobertura uniforme, está fija en su lugar. Esto asegura una aspersión apropiada durante la vida de la boquilla en un ambiente de altas temperaturas.



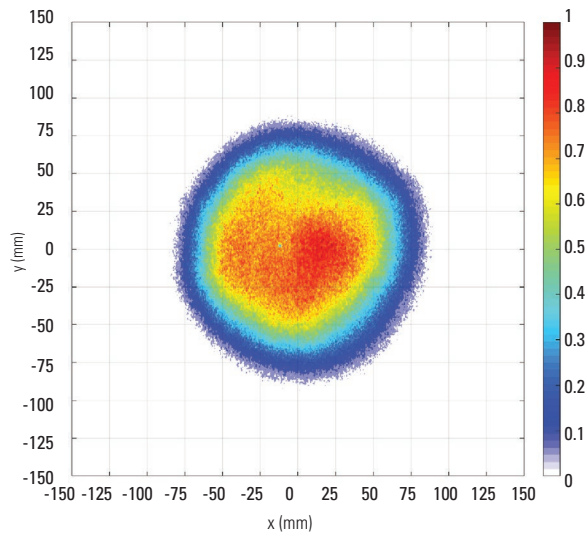
**FIGURA 4:** Nuevas boquillas de aspersión HHX FullJet de patrón redondo en tamaños de 1/4", 3/8" y 1/2"

Además del diseño físico, el desempeño va más alineado a los requerimientos de las nuevas fundidoras y procesos de enfriamiento secundario. Las boquillas HHX FullJet se encuentran disponibles en una gran variedad de ángulos de aspersión y capacidades. Las capacidades de la boquilla se pueden cambiar sin hacer mayores cambios al cabezal o segmento.

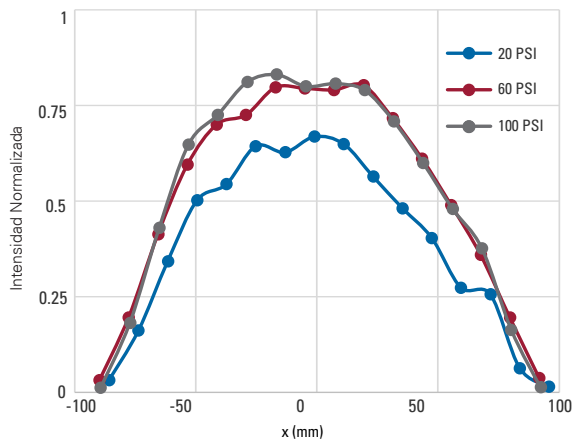
El enfriamiento es el principal objetivo de la boquilla. Conforme se incrementan las velocidades de fundición y los grados de los aceros se vuelven más complicados para enfriar, se ha hecho necesaria una boquilla que proporcione una cobertura consistente aun cuando haya cambios de presión. El volumen del líquido es la fuerza impulsora para la transferencia de calor. Áreas de altas concentraciones de líquidos tienen altos índices de transferencia de calor. Por lo tanto, es importante tener boquillas de enfriamiento con una distribución consistente y uniforme. Las Figuras 5 y 6 comparan la distribución de la boquilla tradicional de cono lleno con la distribución de la nueva boquilla HHX FullJet. La boquilla HHX FullJet proporciona una distribución más uniforme sobre el rango de presión de la boquilla. Tal como se ve en la Figura 7, la boquilla HHX FullJet no tiene variación en la cobertura desde el extremo de baja presión hasta el de alta presión.



**FIGURA 5:** Distribución de la boquilla HHX FullJet® medida por medio de un analizador de láser



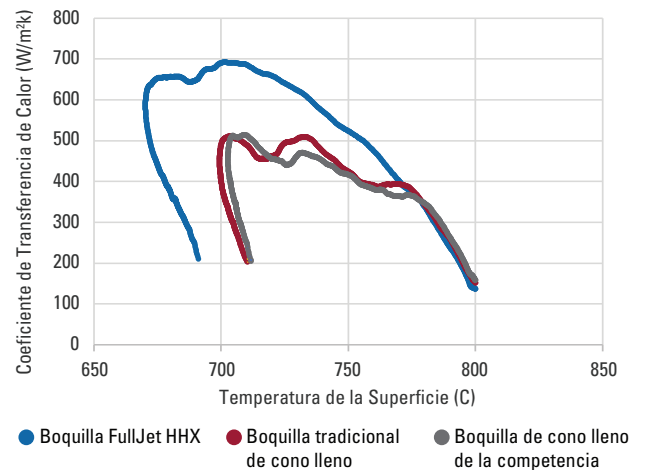
**FIGURA 6:** Distribución de la boquilla FullJet tradicional medida por medio de un analizador de láser



**FIGURA 7:** Distribuciones de la boquilla HHX FullJet a diferentes presiones

## MAYOR EFICIENCIA EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR

Se llevaron a cabo pruebas independientes para determinar los valores del coeficiente de transferencia de calor en varias boquillas de cono lleno. Las pruebas involucraban una muestra de calentamiento por inducción. Una vez que la muestra llegaba a su temperatura de arranque, se movía a través del patrón de aspersión con una velocidad definida. Adentro del cilindro, varios termopares registraban la temperatura. A partir de esta información, mostrada en la Figura 8, se calculó el valor del coeficiente de transferencia de calor utilizando conducción inversa. La serie de boquillas HHX FullJet tuvo mayores valores en el coeficiente de transferencia de calor sobre las boquillas tradicionales de cono lleno. El máximo valor del coeficiente de transferencia de calor medido es 34% mayor, comparado tanto con boquillas de cono lleno tradicionales, como con boquillas de la competencia.



**FIGURA 8:** Comparación del coeficiente de transferencia de calor vs temperatura de la superficie para boquillas de cono lleno tradicionales, HHX y boquillas de cono lleno de la competencia.

## CONCLUSIÓN

La fundición moderna requiere máquinas que manejen mayor variedad de grados de acero a velocidades más altas. Una boquilla de cono lleno con una cobertura y distribución consistentes y uniformes es crucial para el proceso de enfriamiento secundario. Lograr curvas de enfriamiento necesarias para velocidades de fundición más altas y mayores rangos de grados de acero, es posible con la boquilla HHX FullJet. La boquilla HHX FullJet provee un diseño de perfil bajo con vena fija con una cobertura consistente e índices de transferencia de calor más altos.



***Spraying Systems México***  
Expertos en Tecnología de Aspersión

Spraying Systems México, S.A de C.V  
Acceso B 102, Parque Industrial Jurica  
76120 Querétaro, Qro., México

Phone: (52.442) 218.4571      E-mail: [ssmex@spray.com](mailto:ssmex@spray.com)

[www.spray.com.mx](http://www.spray.com.mx)



TB200 MX ©Spraying Systems Co. 2019