



## Las cámaras termográficas de FLIR® supervisan las condiciones y el rendimiento de los hornos de cemento

*Hoy en día, resulta imposible imaginar el sector de la construcción sin cemento. Como componente importante del mortero de albañilería y el hormigón, la fabricación y el uso de productos de cemento lo convierten en uno de los productos minerales más valiosos y útiles del mundo. La producción de cemento es un proceso complejo, en el que uno de los pasos consiste en la mezcla de caliza (ingrediente principal de cemento) con otros componentes en grandes hornos rotatorios. Estos hornos son un activo fundamental en una planta de producción de cemento y calientan su contenido a temperaturas de hasta 1500 °C. No obstante, existe riesgo de sobrecalentamiento, lo que puede provocar graves daños en la cuba del horno. Con el fin de supervisar este delicado proceso de calentamiento y evitar posibles daños en el horno, las cámaras termográficas de FLIR Systems se utilizan para medir temperaturas las veinticuatro horas del día.*

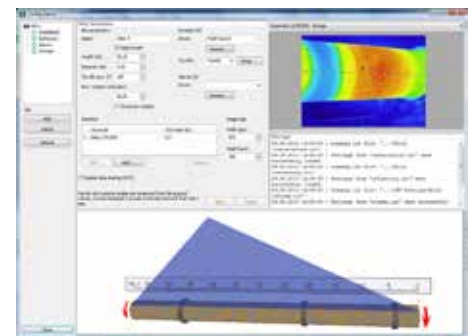
Dos empresas se han unido recientemente para desarrollar el IRT KilnMonitor®, un avanzado sistema informático que permite a los operadores de producción de cemento supervisar, procesar y rastrear los datos de varios hornos a la vez. La primera empresa, INPROTEC IRT, es un distribuidor oficial de FLIR Systems para Italia. Situada en Milán (Italia), esta empresa cuenta con una amplia experiencia en equipos de alta tecnología para aplicaciones industriales de seguridad. La segunda empresa, Grayess, es líder en el diseño, fabricación y comercialización de soluciones de termografía especiales,

personalizadas y con infrarrojos y de software para gran variedad de aplicaciones. Grayess se encuentra en Bradenton, Florida, EE. UU.

El sistema IRT KilnMonitor® incluye cámaras de la serie A de FLIR que supervisan la temperatura del horno en tiempo real. Además, incorpora, entre otras cosas, un módulo de visualización del horno (en 2D y 3D) y un módulo de análisis termográfico. Roberto Ricca, Director de Ventas de INPROTEC IRT, se muestra muy satisfecho con la calidad de las cámaras termográficas de FLIR. "Hemos diseñado el sistema para

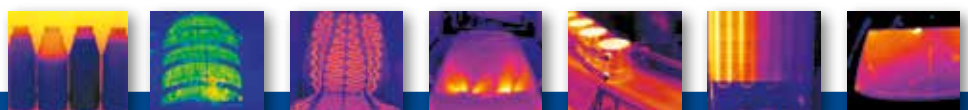


*Las cámaras FLIR de la serie A hacen que los puntos calientes potencialmente peligrosos puedan verse claramente.*

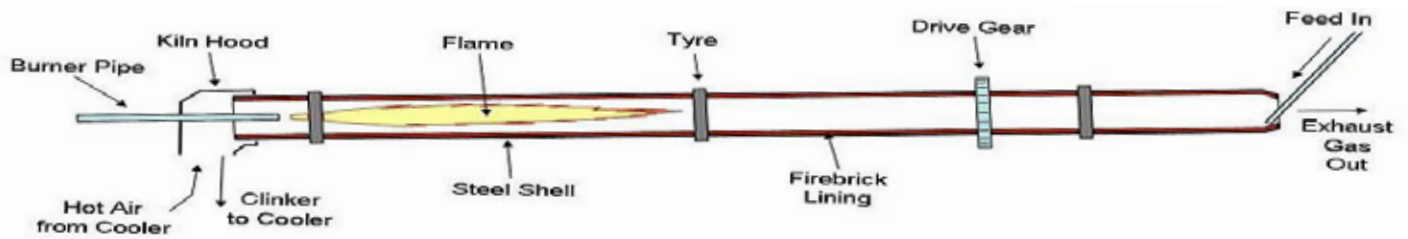


*Vista de la configuración del IRT KilnMonitor®*

que se integre con las cámaras A315 y A615 de FLIR. Estos productos nos ofrecen con exactitud los datos térmicos detallados que se requieren para este tipo de aplicación".



# REPORTAJE SOBRE LA APLICACIÓN



Representación esquemática de un horno rotatorio

## Producción de cemento

Para entender la importancia del horno rotatorio en el proceso de producción de cemento y el uso de cámaras térmicas para este proceso, primero vamos a echar un vistazo a cómo se hace el cemento.

Las fábricas de cemento se ubican normalmente cerca de los puntos calientes del mercado o en zonas con cantidades suficientes de materias primas. Los componentes básicos del cemento (caliza y arcilla) se extraen de las canteras existentes en estas zonas. Básicamente, el cemento se produce en dos pasos: en primer lugar, se produce el clínker a partir de las materias primas. En el segundo paso, se produce el cemento a partir del clínker de cemento.

Las materias primas se suministran al por mayor, se trituran y se homogeneizan en una mezcla que se introduce en un horno rotatorio, un inmenso tubo rotatorio de

60 a 90 m de largo y de hasta 5 m de diámetro. Este enorme horno se calienta por una flama de 1500 °C en el interior de la estructura. El horno está ligeramente inclinado para permitir que los materiales lleguen lentamente al otro extremo, donde se enfrían rápidamente a 100-200 °C. Cuatro óxidos básicos en las proporciones correctas hacen clínker de cemento: óxido de calcio (65 %), óxido de silicio (20 %), óxido de aluminio (10 %) óxido de hierro (5 %). Estos elementos mezclados de forma homogénea se combinan cuando los calienta una flama a una temperatura de aproximadamente 1450 °C. El producto final de esta fase se llama "clínker". Estos granos sólidos se almacenan en silos enormes.

La segunda fase se maneja en un molino de cemento, que puede estar situado en un lugar diferente a la planta de clínker. Al clínker se le añade yeso (sulfatos de calcio) y, posiblemente, materiales inertes o cementos adicionales (caliza). Todos los componentes se muelen hasta obtener un polvo fino y homogéneo: cemento.

## El horno rotatorio

En el interior del horno rotatorio, hay un revestimiento refractario que aísla la cuba de acero de las altas temperaturas del interior del horno y lo protege de las propiedades corrosivas del material de proceso. Este revestimiento está formado por ladrillos refractarios u hormigón refractario fundido y debe reemplazarse de forma regular cada vez que se desgaste. La vida útil del revestimiento refractario se puede prolongar mediante el mantenimiento de un depósito del material de cemento procesado de la superficie refractaria. El grosor del revestimiento suele ser por lo general de entre 80 y 300 mm. Una capa refractaria típica podrá mantener un descenso de temperatura de 1000 °C o más entre su cara caliente y su cara fría. La temperatura de la cuba debe mantenerse por debajo de los 350 °C con el fin de proteger el acero de los daños. Aquí es

donde la termografía entra en acción. Gracias a las cámaras termográficas, la cuba del horno pueden supervisarse de forma continua y, cuando es necesario, se pueden activar las alarmas tempranas que indican "puntos calientes" de materiales refractarios.

## Protección de la cuba del horno

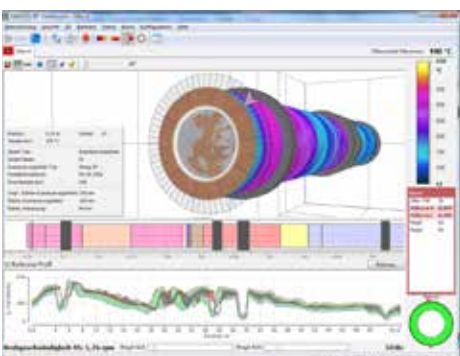
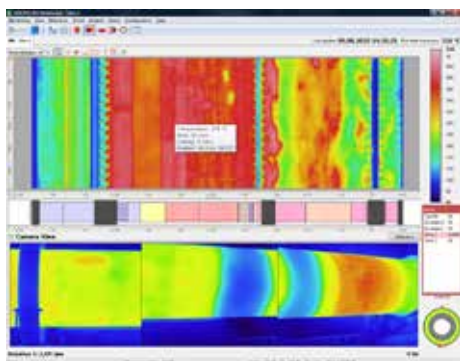
La cuba es fundamental para el rendimiento operativo del horno. Las cámaras termográficas pueden detectar al menos dos problemas diferentes relacionados con esta cuba.

En primer lugar, durante su funcionamiento, un anillo de depósito de cemento se acumula dentro de la cuba en la superficie de ladrillos refractarios. Por un lado, esto es beneficioso, ya que reduce la temperatura de la cuba, al tiempo que reduce las pérdidas de calor y protege el material refractario. Por otro lado, los operadores de hornos deben ser conscientes de que el grosor de este depósito no aumenta demasiado, porque esto reducirá el diámetro interno y, como resultado, el rendimiento de la producción del horno. Mediante la detección de temperaturas bajas en la cuba del horno, las cámaras termográficas pueden concienciar a los operadores de este problema.

En segundo lugar, el depósito inestable de cemento o el desprendimiento repentino del material del depósito conduce fácilmente a problemas con el material refractario y puede provocar que los ladrillos refractarios se caigan. Cuando la capa de protección se daña y su grosor se reduce, se forman puntos calientes dentro de la cuba, lo que produce una pérdida de energía y un funcionamiento interrumpido del horno. Para proteger la cuba de acero de los daños, su temperatura debe mantenerse por debajo de los 350 °C. Por supuesto, esto se puede supervisar fácilmente con cámaras termográficas.

## Sistema de supervisión del horno

El IRT KilnMonitor®, desarrollado por



El IRT KilnMonitor® proporciona a los operadores una visión continua en tiempo real del funcionamiento y rendimiento del horno.

INPROTEC IRT y Grayess, hace uso de tres cámaras A315, cada una de las cuales escanea un tercio del horno rotatorio de 60 metros de largo. Estas transmisiones de vídeo térmico se distribuyen a un sistema de visualización dentro de la sala de control central, y proporciona a los operadores una visión continua en tiempo real del funcionamiento y rendimiento del horno. El horno tiene un tiempo de rotación de unos 30 segundos, tiempo con el se sincroniza el IRT KilnMonitor® para crear una imagen térmica.

Cada vez que la cuba del horno alcanza una temperatura no deseada, los operadores reciben alertas de software específicas que les permiten tomar las medidas correctivas adecuadas. Por ejemplo, los puntos calientes de la imagen térmica del horno pueden indicar que los ladrillos refractarios se han desprendido del revestimiento refractario y que la capa protectora del horno es cada vez menos gruesa. Esto podría requerir que los operadores de hornos reduzcan la temperatura del quemador o incluso apaguen el sistema con el fin de prevenir daños graves y de evitar elevados costes.

### Visiones térmicas precisas

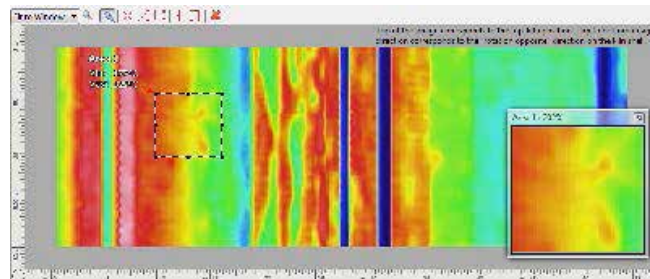
Para proporcionar la mejor visión posible de la situación a los operadores de la sala de control, el IRT KilnMonitor® genera varios modos diferentes de visualización que se basan en la información recibida de las cámaras termográficas de FLIR:

### Cámaras termográficas frente a escáneres

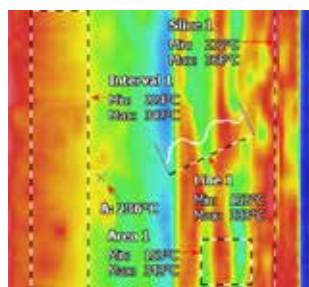
Roberto Ricca de INPROTEC IRT no solo está entusiasmado por la calidad de imagen de las cámaras termográficas A315 de FLIR. Cuando se las compara con los escáneres termográficos, otra tecnología que se utiliza a menudo para supervisar la cuba del horno, queda claro que las cámaras termográficas ofrecen al cliente final una solución menos costosa.

“Cuando se utilizan escáneres, teóricamente una solo escáner puede bastar para supervisar todo un horno rotatorio de 60 metros”, comenta Roberto Ricca. “Sin embargo, cuando se utiliza un escáner, la unidad debe colocarse a cierta distancia y el horno rotatorio debería ser visible por completo. En la práctica, esto no siempre es posible. Los escáneres térmicos pueden ser bastante voluminosos y no muy flexibles en

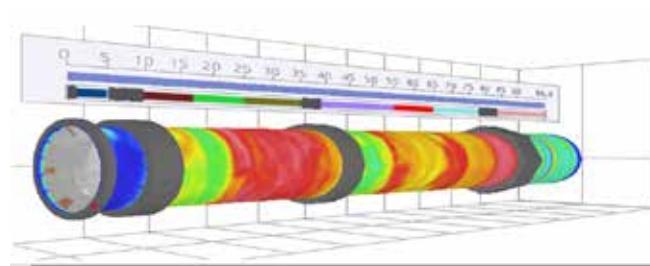
### Vista bidimensional por infrarrojos (mapa de temperatura en 2D)



El IRT KilnMonitor® permite que los operadores seleccionen su propia paleta de colores y su rango de temperatura de interés. Pueden leer información acerca de la temperatura en un punto específico, la posición del punto, el grosor de los ladrillos, el grosor del depósito, etc. El software también les permite aplicar el zoom en una zona específica en una ventana aparte.

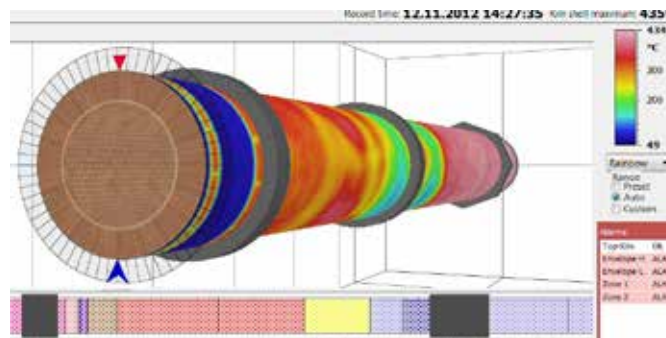


### Vista tridimensional del horno completo en movimiento (horno virtual en 3D)



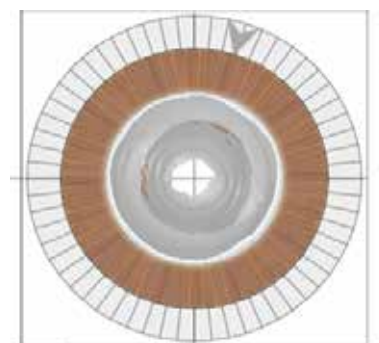
Esta vista presenta la temperatura del “tubo” del horno en la superficie como una imagen térmica. El horno está girando a una velocidad real.

### Vista tridimensional del interior del horno (sección del horno en 3D)

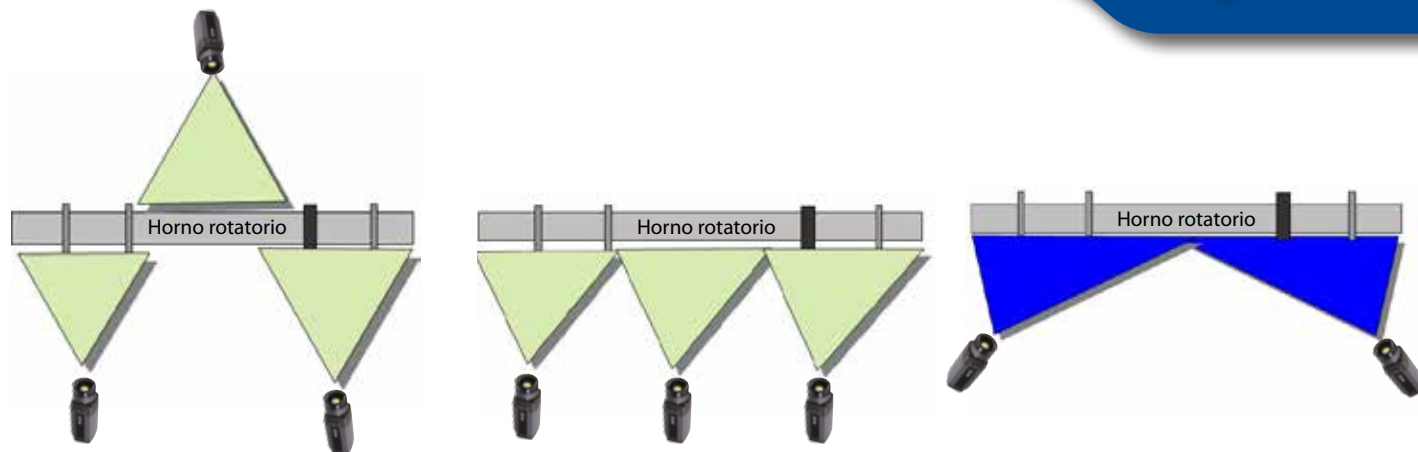


Este modo de visualización corta el horno a cierta posición y muestra el interior del horno de forma virtual (ladrillos y depósito).

### Vista tridimensional desde el fondo del horno (vista desde el fondo del horno)



La vista desde el fondo del horno es un caso especial de la vista seccionada del horno en 3D.



Posiciones posibles de la cámara

la instalación. En muchos casos, un horno rotatorio se instala dentro de una nave de producción específica. Teniendo en cuenta que un escáner termográfico tiene un ángulo máximo de visión de 120°, a menudo es imposible instalar un escáner térmico a una distancia suficiente del horno rotatorio y evitar los obstáculos que bloquean la visión. Por ejemplo, con muchas instalaciones de hornos rotatorios, hay un tubo de aire secundario que dirige el aire caliente hacia fuera del mismo para utilizar este aire como fuente de energía. Este tubo

secundario suele ser un obstáculo".

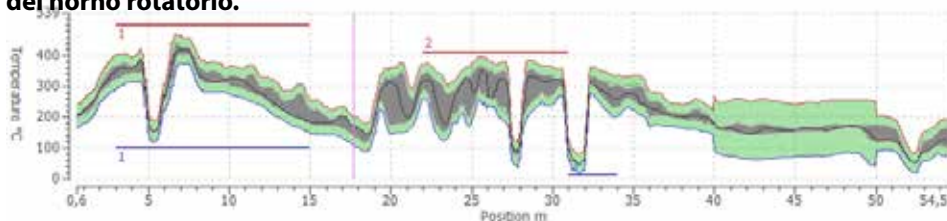
"Por el contrario, las cámaras termográficas son mucho más pequeñas, mucho más ligeras y mucho más flexibles en cuanto a su colocación e instalación", continúa Roberto Ricca. "De hecho, son la solución preferida para instalaciones en las que el espacio es limitado. En el diseño de nuestro sistema, nosotros utilizamos una cámara A315 de FLIR con lente de 90°. En este caso, necesitaría tres cámaras termográficas para cubrir la longitud total del tubo de 60

metros, lo que continúa siendo más barato que un escáner termográfico".

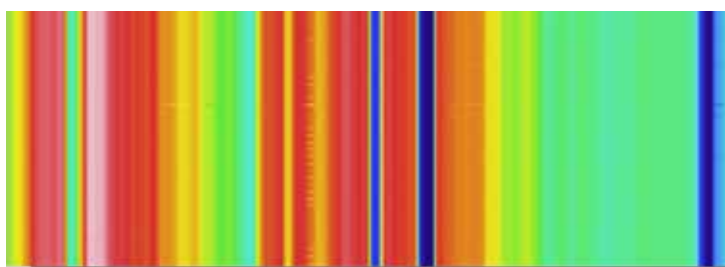
### Alta resolución

Las cámaras A315 y A615 de FLIR son cámaras termográficas compactas y asequibles, controladas completamente por un PC. Con una sensibilidad térmica inferior a 50 mK captura los detalles de las imágenes y las diferencias de temperatura más sutiles. "Definitivamente necesitamos la alta resolución", añade Roberto Ricca. "Para una instalación ideal, solemos optar por una lente de 90°, porque de esta manera solo necesita utilizar dos o tres cámaras para cubrir toda la longitud del horno. Para un cliente alemán, integramos la cámara A315 de FLIR con lente de 90° y se la ofrecimos con la promesa de estar suministrándole una solución con calidad de imagen muy alta y detalles muy precisos".

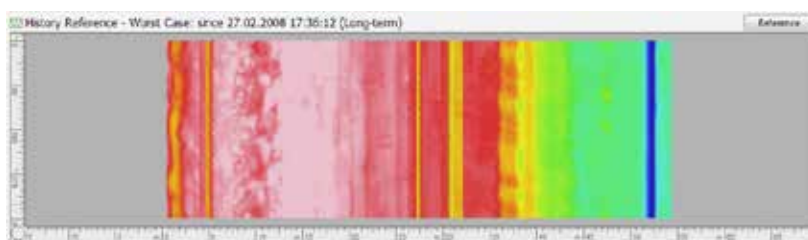
### El IRT Kilnmonitor® proporciona varios informes resumidos valiosos y vistas del historial del horno que los operadores pueden usar para evaluar el rendimiento del horno rotatorio.



La temperatura tolerable envuelve el perfil con la posibilidad de definir límites individuales para las distintas zonas del horno



La imagen presenta el historial del horno. Cada línea representa una entrada en el historial.



Esta "imagen del peor de los casos" es una imagen térmica compuesta por muchas imágenes térmicas extraídas del historial del horno. Cada punto muestra la temperatura máxima medida en ese punto desde la fecha que se indica.

"También estamos interesados en la cámara A615 de FLIR para futuras instalaciones del sistema IRT Kilnmonitor®, ya que esto nos dará una resolución aún más alta. La cámara A615 de FLIR tiene una resolución de 640 x 480 píxeles, lo que permite una mayor precisión y mostrar más detalles a una distancia más larga. De hecho, teniendo en cuenta un horno rotatorio de 60 metros de largo, nos daría una imagen en la que cada píxel representa 10 centímetros del tubo".

Para obtener más información sobre las cámaras termográficas o sobre esta aplicación, póngase en contacto con:

**FLIR Commercial Systems**  
Luxemburgstraat 2  
2321 Meer  
Bélgica  
Tel. : +32 (0) 3665 5100  
Fax : +32 (0) 3303 5624  
Correo electrónico: flir@flir.com

Puede que las imágenes mostradas no representen la resolución real de la cámara mostrada. Las imágenes son únicamente ilustrativas.