

Localizando los Niveles en Tanques y Silos usando Termografía Infrarroja



Los niveles pueden verse en los dos tanques (izquierda y centro) influenciados por el Sol. Mientras que el tanque de la derecha aparenta estar lleno.

La Termografía es una herramienta ponderosa para localizar o verificar los niveles en tanques y silos. Uno podría preguntarse, ¿Por qué hacerlo con Termografía? Comúnmente los instrumentos simples que miden el nivel no son del todo confiables y algunas veces se necesita verificar la medición. Cuando se usa propiamente la Termografía puede revelar no solamente el nivel de los líquidos o gases, también puede revelar el sedimento acumulado o materiales que flotan como ceras o espumas. Estas mismas técnicas pueden utilizarse para localizar el nivel en silos que contienen sólidos que se comportan como fluidos.

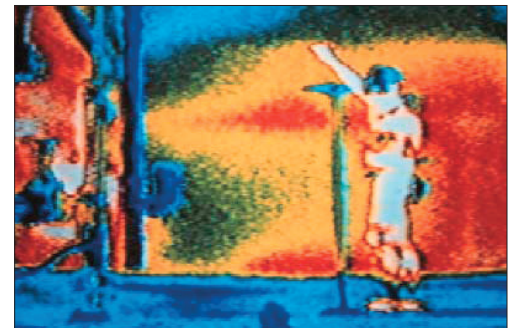
El presente artículo discute los parámetros y limitaciones que se deben conocer, así como también muestra las técnicas que pueden ser empleadas e ilustra esta aplicación mostrando varias imágenes de inspecciones de este tipo.

La instrumentación para localizar los niveles en tanques y silos muchas veces no es confiable. La información precisa de los niveles resulta muchas veces necesaria y hasta crítica en algunas otras ocasiones. Por ejemplo, a uno de nuestros estudiantes lo contrataron para realizar inspecciones y verificar el nivel del líquido en varios tanques grandes en las costas del Golfo antes que llegará un barco tanquero. En algunos procesos el operador debe saber cuál es la capacidad disponible en cada tanque, sin la información correcta puede existir el riesgo de rebases o que se creen situaciones peligrosas.

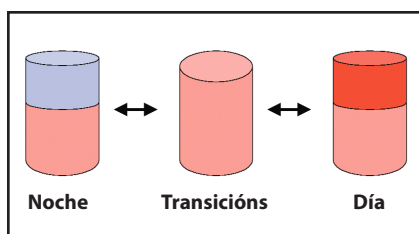
Algunas veces la instrumentación con la que se cuenta, simplemente no puede determinar el nivel en los tanques. Por ejemplo, las ceras y espumas son difíciles de detectar o medir. Un estudiante de una industria productora de papel comentó que en una ocasión se pensaba que un tanque había sido sub-dimensionado, cuando en realidad simplemente se mantenía lleno de espuma en lugar de líquido. Sacar la espuma del tanque en el caso anterior resultó ser mucho más económico que reemplazarlo por uno más grande.

Un termógrafo que trabajaba para una empresa petroquímica contó la historia acerca de un contratista que le fue encargado limpiar un tanque grande.

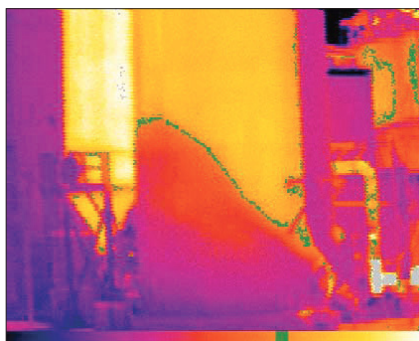
Al abrir la puerta para tener acceso al tanque, el sedimento que se había acumulado era aun más alto que la



El sedimento cubre completamente la entrada al tanque en esta papelera. El poder anticipar esta condición significará realizar un mantenimiento más efectivo y económico.



Mientras que el líquido y el gas están en transición de la noche al día, ambos pueden aparentar estar a la misma temperatura. En tanques grandes el líquido no cambia su temperatura de gran manera, pero los gases sí cambiarán su temperatura.



El sedimento que se ha formado en el tanque tiene una altura aproximada de 7 metros, lo que no se conocía previamente. A la derecha se observa el líquido que se está bombeando.

puerta de acceso por lo que se empezó a salir en gran manera creando una situación peligrosa y hasta ambientalmente dañina. Para empresas que deben cumplir con requerimientos de procesos y seguridad de la OSHA 1910, la Termografía ha probado ser una herramienta muy útil.

Todas las situaciones anteriores muestran ejemplos reales donde la Termografía puede ser utilizada para revisar o verificar la condición dentro de un tanque o silo. Durante más de dos décadas hemos escuchado situaciones muy similares, por lo que conocer o verificar el nivel en un tanque o silo es importante en la industria.

¿Cómo la Termografía ayuda a determinar los niveles?

La mayoría de los materiales en un tanque, ya sean sólidos, líquidos o gases se comportan de manera diferente cuando sufren un cambio térmico.

Los materiales tienen diferentes capacidades térmicas, por ejemplo los gases cambian su temperatura más fácilmente que los líquidos. El agua tiene una capacitancia térmica 3,500 veces más grande que la del aire. Si se agrega un BTU a un pie cúbico de agua su temperatura aumentará únicamente en 0.016°F mientras que si se agrega esa misma energía al mismo volumen de aire, su temperatura incrementará en 55°F.

La capacitancia térmica de los sólidos puede ser similar a la de los líquidos, pero debido a las diferencias de transferencia de energía podemos diferenciar los patrones. En los sólidos, el sedimento transfiere la energía o calor por conducción, mientras que en los fluidos se transfiere por convección. El resultado es que podemos ver la capa de sólidos o sedimento que está en contacto con las paredes del tanque, aun cuando su capacitancia térmica sea menor que la del líquido.

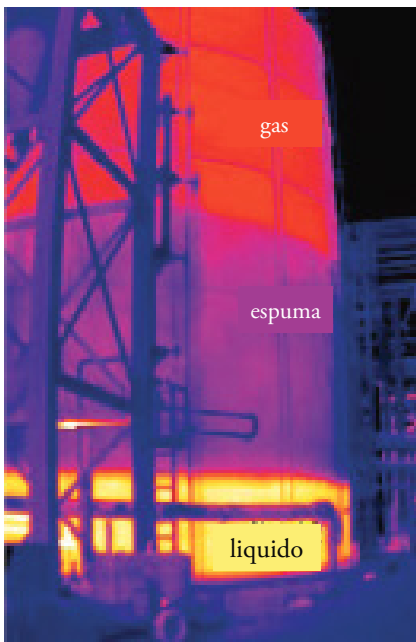
¿Qué condiciones son necesarias?

La clave para determinar el nivel de un tanque o silo, es observarlo en los momentos de transición. Si observa al momento de estar en equilibrio térmico con el entorno, no se podrá determinar ninguna diferencia. Es más, los tanques o silos que están llenos o vacíos muchas veces se verán iguales, sin una indicación de nivel. En tanques o silos en exteriores el ciclo del día y de la noche crea las diferencias detectables en la temperatura. Aun en tanques o silos en interiores, la variación en la temperatura ambiente puede crear diferencias perceptibles.

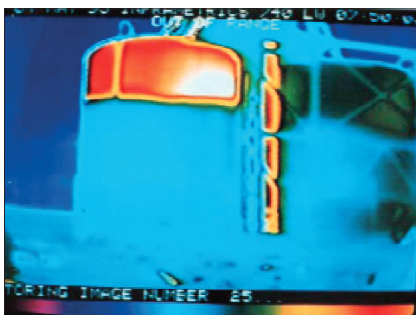
El viento, lluvia, temperatura ambiente y carga solar pueden crear u ocultar las diferencias en los patrones de la superficie. Otros factores que también deben ser considerados incluyen la temperatura del producto que se almacena o se mueve en los tanques o silos, también la velocidad con que se mueven. Algunos tanques son aislados térmicamente (insulados), pero raramente esto borrará completamente el patrón térmico causado por el nivel. Cuando la insulación está cubierta por metal brillante sin pintar, se debe aumentar la emisividad si se quiere detectar el nivel.

¿Qué patrones térmicos se observarán?

El patrón más obvio es el del nivel del líquido o gas. En situaciones donde el producto no es calentado, el gas típicamente responde más rápidamente, mientras que el líquido



En este tanque de licor se observa tanto el nivel entre el gas y la espuma, también entre la espuma y el líquido. El medidor de nivel ha estado midiendo el nivel entre el gas y la espuma en lugar de medir el nivel del líquido.



Dos silos están siendo llenados con cal de manera alternada desde un horno. El tanque a la derecha se lleno el día previo, mientras que el de la izquierda estaba siendo llenado con cal caliente al momento que se tomó la imagen.

lo hace de manera más lenta. En el día el gas estará más caliente que el líquido y en la noche el gas estará más frío.

La relación entre el líquido y el sedimento puede ser más difícil de predecir. Puede ser necesario que se cuente con una diferencia más grande para poder detectar un patrón. Capas muy delgadas de sedimento pueden ser muy difíciles de distinguir. También el sedimento en el centro del tanque (que no tiene contacto con las paredes del tanque) no será detectable mientras que el sedimento que tiene contacto con las paredes del tanque será fácil de detectar.

Por lo regular el patrón térmico de la espuma no es difícil de distinguir del de los líquidos y puede ser muy similar al de los gases. Por otro lado, para localizar el patrón térmico o nivel asociado con materiales que flotan como por ejemplo la cera, puede requerir mayor persistencia, habilidad y una diferencia térmica mayor, pero los resultados pueden ser asombrosos.

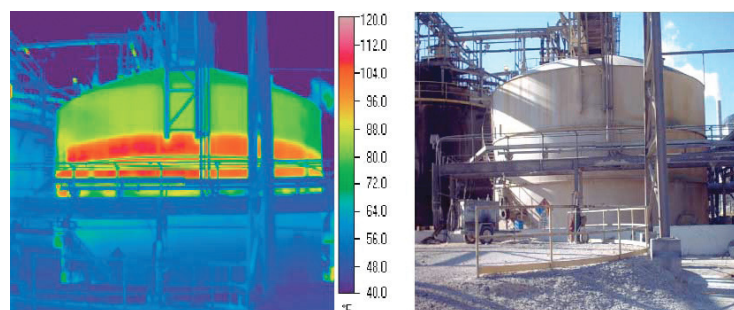
En el caso de interfaces de líquidos con otros líquidos, como por ejemplo el aceite y el agua, este puede ser detectado por sus capacidades térmicas diferentes. Al realizar pruebas se puede comprobar que es fácil observar el patrón térmico del aceite y del agua. Pero se necesitan más pruebas y mayor práctica para lograr una buena técnica.

Algunos sólidos almacenados en silos como: la ceniza de carbón, el plástico en gránulos o bolitas, material en polvo, madera triturada, etc, se comportan como fluidos. Mientras que la transferencia de calor en dichos materiales es primordialmente conductiva, la transferencia de calor por movimiento del material también está presente.

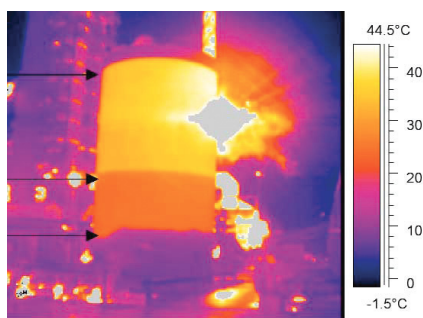
Los sólidos anteriores se comportan como líquidos en su respuesta a la gravedad, sin embargo ellos pueden crear “puentes” en áreas donde hay líquidos.

Consideraciones

Algunos tanques están cubiertos por un revestimiento brillante, que muchas veces puede ser aluminio o acero inoxidable (sin pintar). El poder detectar los patrones térmicos en la superficie para indicar el nivel es casi imposible debido a la baja emisividad y a la alta reflectividad. El problema anterior puede ser fácilmente rectificado colocando un área o línea vertical de alta emisividad, por ejemplo si es posible se puede pintar una línea o se puede colocar una cinta adhesiva para realizar la inspección sobre ella. Para exteriores



La Termografía es una herramienta importante y económica para verificar y encontrar el nivel en tanques, como se puede observar en la imagen que se muestra a continuación.



Un patrón térmico anormal puede verse en este tanque, donde el termoclina se ha formado en el líquido. Un destello de alta temperatura del fondo se puede observar en la imagen. (Cortesía de Greg McIntosh de Snell Infrared Canadá)

se recomienda usar colores claros y colocar el área vertical en el lugar con más sombra para evitar que el sol pegue directamente la mayor parte del tiempo. Ocasionalmente los tanques pueden estar siendo enfriados o calentados por una cobertura exterior, lo anterior impide que se observe un nivel.

En el caso de los tanques insulados o aislados térmicamente puede ser complicado encontrar el nivel, una técnica (si se puede realizar) es quitar pequeñas partes de la insulación a diferentes niveles del tanque para poder observar más fácilmente el nivel. Aun cuando el sol puede ayudar a acentuar las diferencias térmicas, la mayoría de las veces puede “borrar” los patrones de nivel en los tanques o silos. Puede ser posible inspeccionar el tanque o silo en el lado con sombra, pero cuando el sol lo afecta directamente se sugiere regresar cuando ya no este alumbrándolo directamente.

Tanques esféricos presentan otros tipos de retos pues al inspeccionarlos desde diferentes perspectivas, la reflectancia varía muchísimo por la curvatura de la superficie. No es raro encontrar que la parte superior de esos tanques aparenta estar fría y la parte inferior aparente estar caliente, dichos patrones por lo regular están relacionados con los reflejos del cielo y la tierra. Los tanques localizados en el interior de edificios, no están sujetos a los ciclos de cambio térmicos del día.

Técnicas Simples para aumentar los patrones térmicos

Pueden ampliarse los patrones térmicos usando técnicas simples que aumentarán la diferencia de temperatura y la transferencia de calor. Puede ser posible agregar calor o enfriar un tanque o silo afectando directamente su superficie. La parte de los gases responderá más rápido que los líquidos y los sólidos responderán de manera más compleja. Puede usarse una pistola de aire caliente industrial para calentar la superficie de tanques de tamaño mediano y pequeño. Aun el calentar un área muy pequeña puede revelar dramáticamente el nivel.

Para enfriarlo debe únicamente mojar la superficie con agua y a medida que la evaporación sucede, se disipa calor y se puede aumentar las diferencias térmicas mostrando el nivel.

Puede que estas técnicas no sean factibles para tanques grandes. Para enfriar un tanque puede por ejemplo aplicarse un chorro de agua uniformemente con una manguera sobre la superficie del tanque, luego de esperar un momento el enfriamiento tomara lugar y en muchos casos el nivel será muy obvio.

Conclusión

Para muchas industrias y compañías es crítico determinar el nivel de tanques o silos, o simplemente verificar que los instrumentos de medición estén funcionando bien. En muchos casos la Termografía infrarroja provee una manera efectiva y económica de realizar lo anterior. Las condiciones normales por lo regular permiten observar el nivel de los tanques la mayor parte del día o la noche y durante todo el año. Aun cuando el nivel no sea obvio, se debe tener persistencia, se deben realizar inspecciones adecuadas y se pueden utilizar ciertas técnicas como las antes mencionadas para facilitar los resultados. Lo único que queda sin resolver en este documento es determinar si el tanque está medio lleno o medio vacío, y eso lo dejamos para que lo determine el lector. 🌀