

Cada Ducto Funciona con el Riesgo de una Ruptura

Sin importar el método de detección de rupturas empleado, es importante tratar cada alarma como si fuese real y no reanudar el ducto hasta que ésta sea confirmada como falsa

Estamos iniciando 2018, y ya se observan algunas rupturas de ductos en el mundo como la que ocurrió en el gasoducto en Geismar, (Louisiana, Estados Unidos el pasado 16 de enero), así como la ruptura del oleoducto en Egan, (Minnesota, el 8 de enero). Al término de este artículo, las autoridades locales aún no habían determinado la causa de la ruptura en Geismar. En el otro caso, se reportó que equipos de excavación de terceros golpearon la línea Egan causando un derrame de gasolina de 500 barriles en el ducto de 12 pulgadas que transporta productos de petróleo desde Rosemount hasta Minneapolis.

Estos incidentes nos recuerdan que incluso el operador más cuidadoso, con las operaciones más seguras y con ductos con buen mantenimiento siguen en riesgo de tener una ruptura del ducto; acontecimientos principalmente causados por terceros. Si bien el operador tiene poco poder para evitar este tipo de eventos, un sistema de detección de fugas confiable y un plan de respuesta rápida son

las mejores opciones para minimizar las consecuencias de estos sucesos. Las alarmas de rupturas requieren de una acción más urgente que una alarma de fuga. Por lo tanto, la detección de ruptura debe ser altamente confiable y dar cero o pocas falsas alarmas para tener total confianza en el equipo de operaciones del ducto. Esto debería asegurar su acción inmediata tan pronto el sistema genere un aviso.

Utilizar solamente sistemas de detección de fugas para monitorear rupturas puede dejar al operador más expuesto al riesgo de perder una ruptura del ducto, ya que al ajustar estos sistemas para detectar fugas pequeñas, se sacrifica cierta confiabilidad. La mayoría de los sistemas de detección de fugas no pueden lograr el alto nivel de confiabilidad de pocas falsas alarmas por año, nivel deseado por las mejores prácticas de ingeniería para la detección de rupturas. La implementación de un sistema separado de detección de rupturas separado ofrece una capa adicional de protección, lo que

Mexico WindPower



EXHIBITION & CONGRESS

28 de Febrero /
1º de Marzo, 2018

Centro Citibanamex,
Ciudad de México

- Con el viento a favor -

7^a Edición 

Mexico WindPower 2018 se consolida como el Congreso y Exposición más importante de la industria de energía eólica en el país.

Es el único evento organizado por el Consejo Global de Energía Eólica (GWEC por sus siglas en inglés) y la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), en conjunto con E. J. Krause de México.



1,570 aerogeneradores operando en México



5,100 millones de dólares es la inversión que se ha realizado desde el año 2004 en el país para el desarrollo de proyectos eólicos



40% de la meta nacional de renovables, dependen de la energía eólica



Registro abierto en línea

www.mexicowindpower.com

Organizado por:



Certificado por:



Miembro de:



Sede:



Mayores informes:

Matilde Saldivar Uganda

Subgerente de Ventas

Tel. +52 - 55 - 1087-1650 Ext. 1135

msaldivar@ejkrause.com



Utilizar solamente sistemas de detección de fugas para monitorear rupturas puede dejar al operador más expuesto al riesgo de perder una ruptura del ducto.

garantiza que el controlador del ducto tenga suficiente confianza en el sistema de detección de ruptura para actuar rápidamente al cerrar el ducto. Un artículo escrito en 2015 por Martin Di Blasi, Norene Okungbowa y Zhan Li de Embridge, confirma que aunque los sistemas de detección de fugas pueden descubrir rupturas, la baja confiabilidad general de estos sistemas puede haber tenido injerencia en algunos incidentes de rupturas pasados. La frecuencia de estas falsas alarmas puede haber causado que los controladores de ductos ignoren las rupturas o les presten atención insuficiente.

¿Qué tamaño de fuga es considerada ruptura?

No hay una respuesta simple a esta pregunta. El tamaño de fuga que puede ser clasificada como ruptura y el tiempo para detectarla depende de muchos factores; incluyendo el

tipo de ducto, cómo es operado y el tipo de productos transportados en éste.

El documento técnico *Liquid Pipeline Rupture Recognition and Response* del Application Programming Interface (API), establece que, al considerar la ventana de tiempo de reconocimiento, los factores operativos incluyen los siguientes:

- Líquidos altamente volátiles que funcionan a presión de vapor.
- Líneas de flujo por gravedad.
- Operaciones altamente variables (por ejemplo, transitorios múltiples por cambios de velocidad o de flujo).
- Redes complejas de distribución o de recepción con configuraciones de flujo múltiples y variables.

Las condiciones de acumulación de vapor en el ducto (slack) incrementan el tamaño mínimo de ruptura detectable y también pueden aumentar el tiempo de detección. La confiabilidad no se puede disminuir; el sistema de ruptura debe generar muy pocas falsas alarmas, si las hay.

Detección de rupturas con sistema SCADA

El reciente enfoque en la detección de rupturas ha llevado a algunos operadores de ductos a agregar la detección de rupturas mediante la integración de algoritmos relativamente sencillos en el sistema SCADA existente, con diferentes grados de éxito. Los operadores pueden implementar estos sistemas sin costosas actualizaciones del SCADA o de infraestructura.

Una ruptura crea patrones en las variables operacionales del ducto (ejemplo: presión, flujo) y el sistema SCADA disponible es utilizado para identificar dichos patrones y alarmar cuando ocurran. Una ruptura en un ducto que fluye, normalmente provocará caídas repentinas de presión y aumentará o disminuirá el flujo. La ruptura también puede causar algunos de los siguientes cambios dependiendo de la ubicación de la ruptura y la configuración del sistema de control:

- Fallo de bomba
- Incremento en la velocidad de bombeo
- Un cambio en la posición de la válvula de control

Cuando la ruptura ocurre, las tasas de cambio de presión y flujo coinciden con un patrón de ruptura, por lo que se genera una alarma

La secuencia y la magnitud de una o más de estas características individuales, se suman a la singularidad esperada de estos cambios en comparación con aquellos resultantes de otras operaciones normales o anormales del ducto.

Algunas compañías de ductos han diseñado sistemas de detección de rupturas que, según informaron, son razonablemente efectivos, siempre que la ruptura no ocurra demasiado lejos de los sensores de medición (no más de 20 km, equivalente a 12 millas), y no haya slack en el ducto. En esos casos, las restricciones de rendimiento pueden no justificar el esfuerzo requerido, el gasto de capital y los recursos significativos necesarios para implementar y mantener los sistemas con base en SCADA.

Detector de fugas dedicado

Se puede preferir un detector de rupturas dedicado con algoritmos de detección más completos para identificar rupturas que ocurren en todas partes a lo largo del ducto (es decir, sin la limitación de 20 km de la mayoría de sistemas de detección de rupturas basados en SCADA).

Para ductos simples, un sistema de detección puede detectar rupturas de un 20 por ciento con una baja tasa de falsas alarmas

Un detector de rupturas confiable debe abordar los siguientes desafíos:

1. Detección oportuna de rupturas en cualquier lugar a lo largo de un ducto, bajo todas las condiciones operativas, incluyendo slack y operaciones transitorias, por ejemplo: cambios de bomba o de entrega.
2. Detección oportuna de rupturas incluso si una bomba falla segundos después de una ruptura.
3. Pocas falsas alarmas cuando hay fallos en la instrumentación, telemetría o en el sistema SCADA.
4. Pocas falsas alarmas cuando se realizan operaciones transitorias, ejemplo: cambios de bomba o de entrega.
5. Pocas falsas alarmas cuando el ducto funciona en condiciones de slack, incluyendo drenado y llenado.

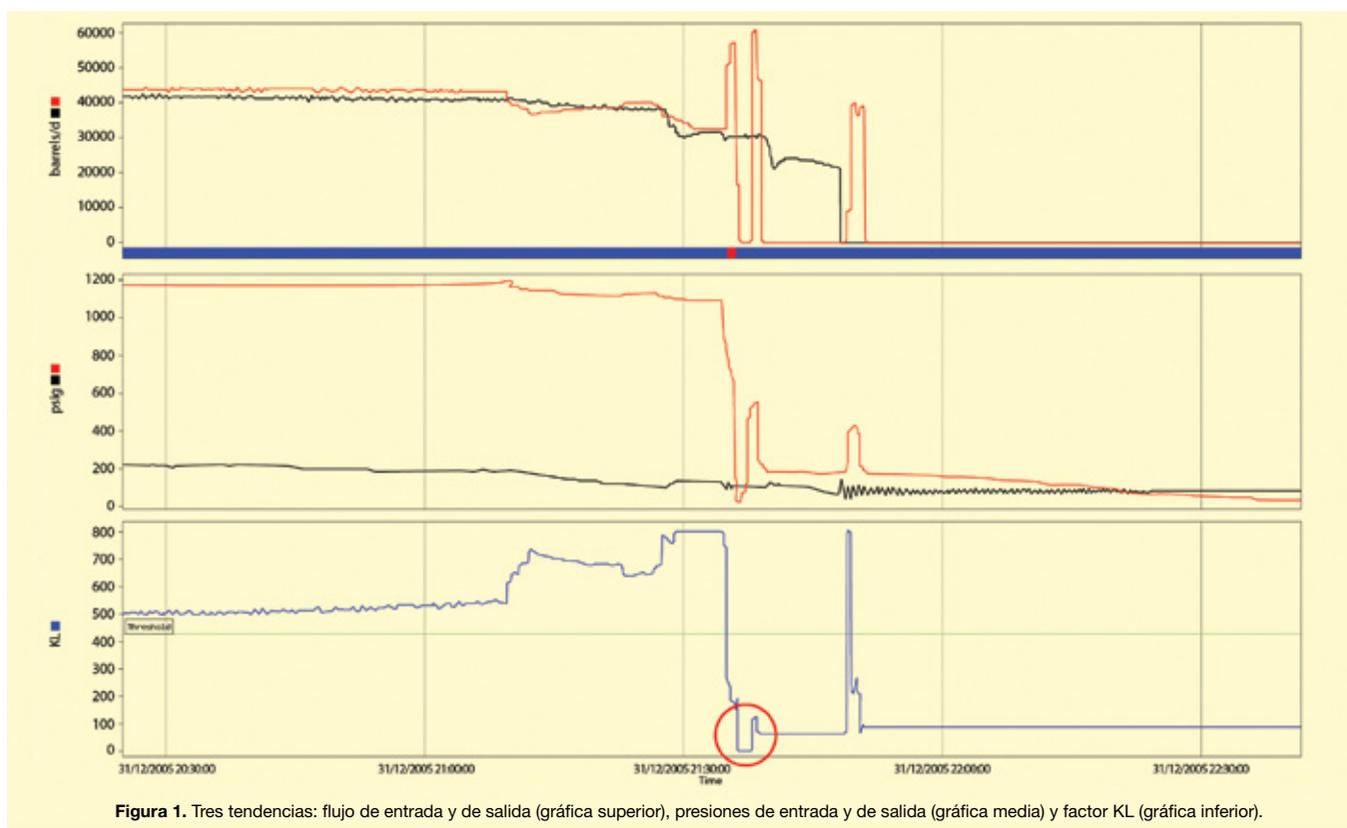


Figura 1. Tres tendencias: flujo de entrada y de salida (gráfica superior), presiones de entrada y de salida (gráfica media) y factor KL (gráfica inferior).

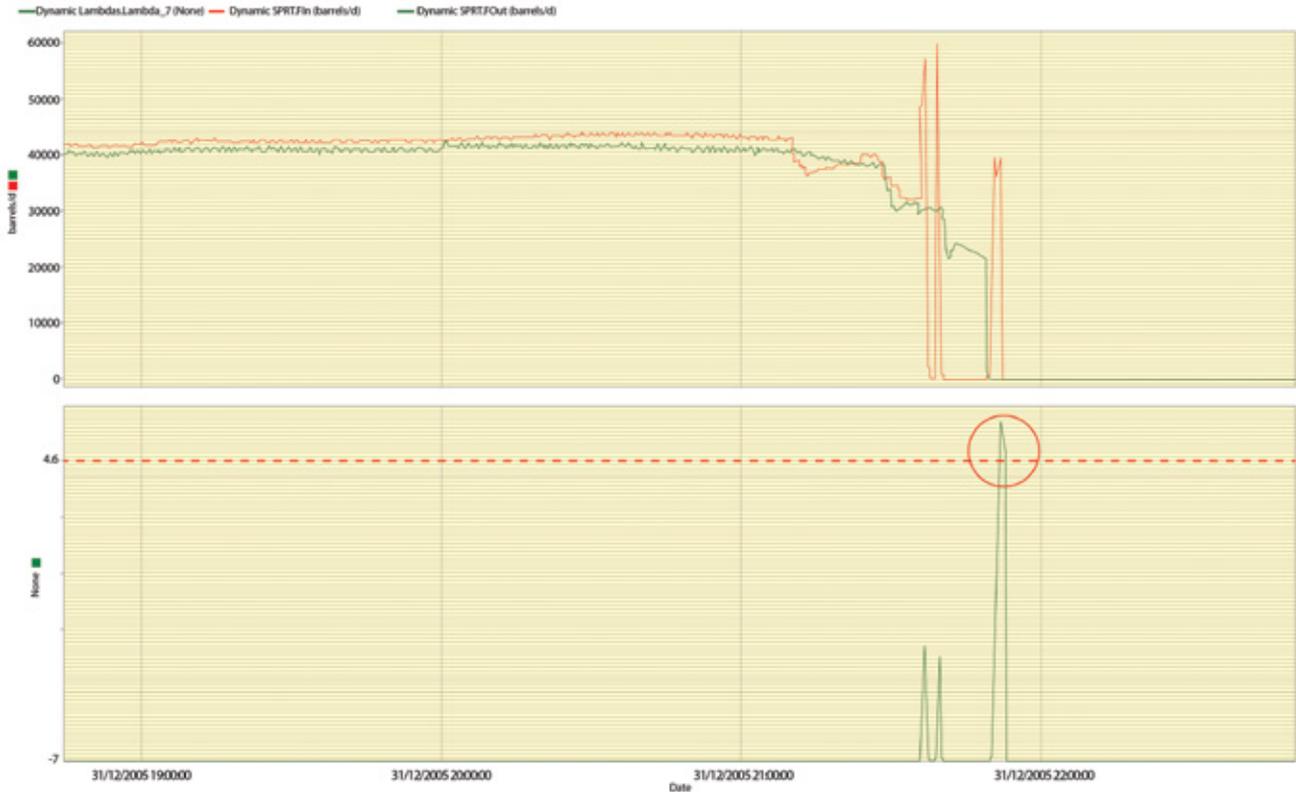


Figura 2. Dos tendencias; flujos de entrada y salida.

Se requieren múltiples algoritmos de detección de ruptura para abordar los problemas anteriores. Además, se deben usar muchos datos de ductos reales para comprobar el rendimiento de rupturas actuales en ductos.

- Análisis de modelo dinámico: el reconocimiento de patrones puede detectar rupturas en todas las áreas del ducto. Cada muestra de datos (flujo, presión y velocidad de bombeo) es analizada para reconocer los patrones únicos que caracterizan una ruptura.
- Método de inventario: detecta rupturas en ductos con presencia de vapor acumulado (en drenaje y llenado del ducto).
- Método Low KL: detecta rupturas cerca de estaciones de bombeo donde el producto es más fácil de impulsar.
- Análisis de diferencia de presión: compara la presión intermedia a lo largo del ducto para detectar rupturas en toda la longitud del mismo.

Algoritmo Low KL

La Figura 1 muestra un ejemplo de tendencias de flujo cuando el algoritmo Low KL detecta una ruptura.

El cuadro superior en la Figura 1, muestra la presión de entrada en rojo, la presión de salida en negro y una línea que indica el estado de alarma (azul). El cuadro central muestra la presión de entrada en rojo y la presión de salida en negro; el cuadro inferior muestra el factor de fricción (KL) en azul. El sistema actualiza el factor de fricción en cada análisis de datos.

Cuando la ruptura ocurre cerca del extremo inicial, el flujo de entrada aumenta dramáticamente (tendencia roja del cuadro superior), la presión de entrada cae (tendencia roja en el cuadro central) y el factor de fricción (línea azul en el cuadro inferior) cae por debajo del umbral. Esta caída tan repentina del factor de fricción sólo es provocada por una fuga. El algoritmo del factor KL es particularmente efectivo para detectar rupturas que ocurren cerca de una estación de bombeo.

Algoritmo de inventario

El método de inventario continuamente calcula el volumen de producto en la entrada del ducto. Cuando una diferencia inesperada de flujo se presenta. El sistema inicia la acumula-

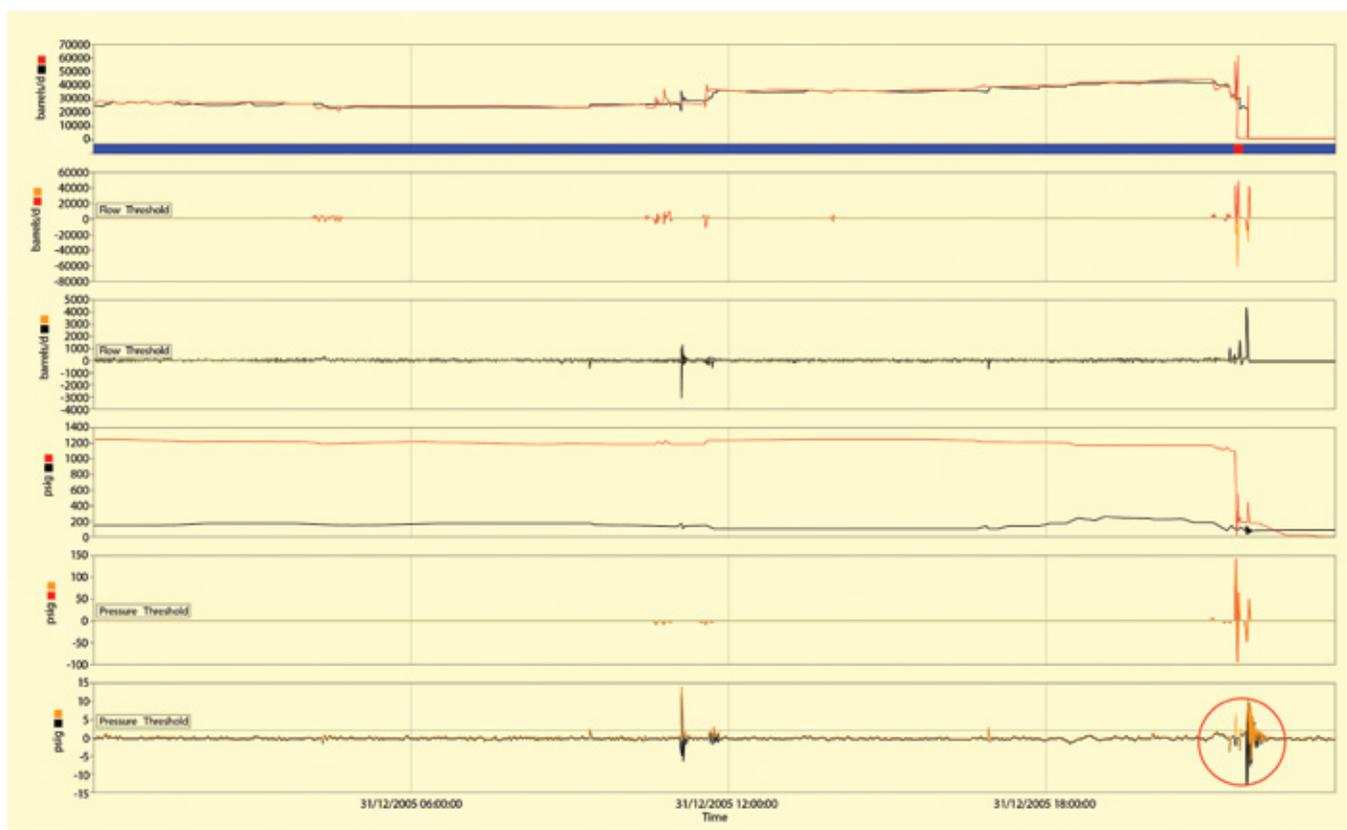


Figura 3. Seis tendencias de flujos de entrada y de salida, deltas de presión y flujo.

ción del volumen a lo largo del tiempo. Si esta diferencia inesperada de flujo persiste hasta que la acumulación exceda el umbral configurado, el sistema de detección genera una alarma de ruptura.

La primera tendencia en la Figura 2. Muestra el flujo de entrada (rojo) y el flujo de salida (out let) cuando el operador intentó reestablecer el ducto después que la ruptura causara un cierre de la bomba. Se observa un alto índice de flujo a la entrada del ducto y poco flujo en la salida. La tendencia inferior muestra que la ruptura lambda (probabilidad de una ruptura) aumenta y excede rápidamente el umbral.

Análisis de Modelo Dinámico (DMA)

El algoritmo DMA (por sus siglas en inglés) analiza cada muestra de datos (presión y flujo) en búsqueda de los patrones típicos que caracterizan una ruptura. El algoritmo com-

para los patrones de una ruptura contra los datos de presión y flujo a la entrada y salida del ducto.

La Figura 3 muestra las siguientes tendencias respectivamente:

1. Flujo de entrada (rojo), flujo de salida (negro) línea de estado de alarma (azul)
2. Cálculos delta del flujo de entrada con una línea fija que muestra el umbral de alarma
3. Cálculos delta de flujo de salida con una línea fija que muestra el umbral de alarma
4. Presión de entrada (rojo), presión de salida (negro)
5. Cálculos delta de presión de salida con una línea fija que muestra el umbral de alarma

El PDA (por sus siglas en inglés) compara las presiones intermedias a lo largo del ducto para detectar una ruptura en cualquier ubicación



6. Cálculos delta de presión de salida con una línea fija que muestra el umbral de salida

Cuando la ruptura ocurre, las tasas de cambio de presión y flujo coinciden con un patrón de ruptura, por lo que se genera una alarma. El algoritmo DMA puede no funcionar en rupturas con características particulares, donde el flujo de entrada continúa aumentando, en tales casos, cualquiera de los cuatro algoritmos restantes harán la detección.

Análisis Diferencial de Presión (PDA)

El PDA (por sus siglas en inglés) compara las presiones intermedias a lo largo del ducto para detectar una ruptura en cualquier ubicación.

La Figura 4 muestra las siguientes tendencias respectivamente:

1. Expectativa de presión calculada (rojo), presión real medida (verde)
2. Diferencia en presiones calculadas (azul) línea de estado de alarma (verde)
3. Flujo de entrada (naranja)
4. Las combinaciones complejas, como la de los cuatro algoritmos anteriores, aumentan en gran medida la capacidad de detectar fugas en cualquier lugar del ducto. Dado que, si un algoritmo no detecta la ruptura, otro lo hará.

Conclusiones

El tamaño de fuga que puede ser clasificado como ruptura y el tiempo requerido para detectarla, dependen de numerosos factores, y son diferentes para cada tipo de ducto. Para ductos simples, un sistema de detección puede detectar rupturas de un 20 por ciento con una baja tasa de falsas alarmas. Sin embargo, existen casos de ductos complejos donde sólo es factible detectar rupturas con alta confiabilidad, si la misma es más grande. Sin importar el método de detección de rupturas empleado, es importante tratar cada alarma como si fuese real y no reanudar el ducto hasta que esa alarma sea confirmada como falsa.

Referencias

1. Di Blasi M., Okunbowa N., Li Z. "Overview of Enbridge's rupture recognition program". Pipeline Simulation Interest Group Conference. New Orleans, USA. 2015
2. Zhang J., Twomey M., Introduction to Pipeline Leak Detection, 1st ed. Manchester [England]: Amazon, 2017. Print.

Acerca del autor

Michael Twomey es uno de los fundadores de Atmos International Incorporated y coautor del libro Introducción a la Detección de Fugas en Ductos. Michael ha trabajado por 35 años en la industria de los ductos, tanto en proyectos como en desarrollo de negocios. Michael es un innovador de la industria y se ha presentado en numerosas ocasiones en conferencias relacionadas con la industria de los ductos.

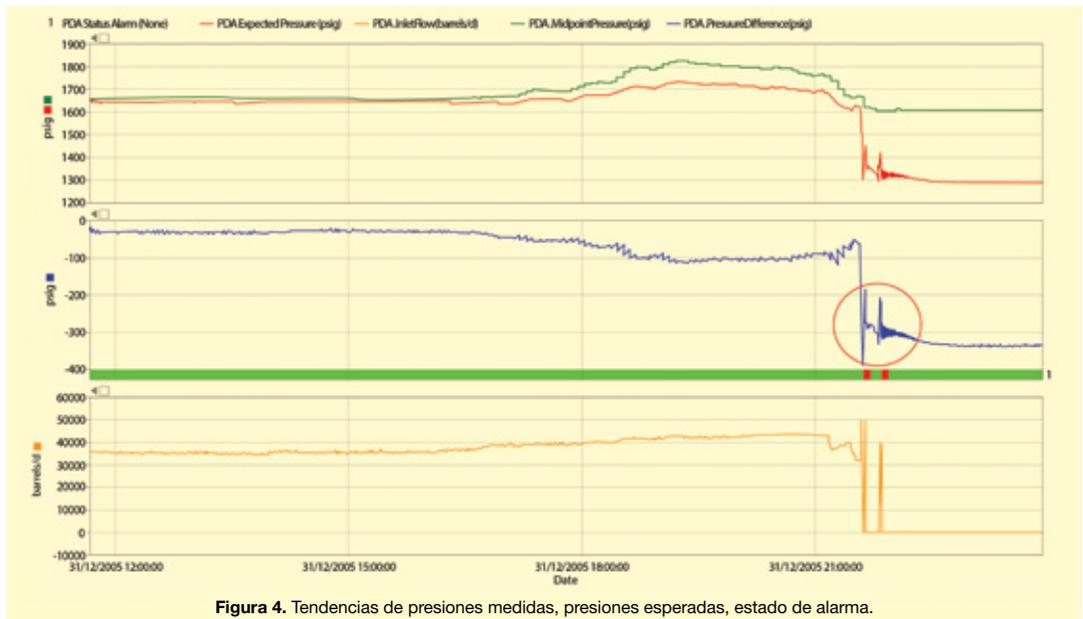


Figura 4. Tendencias de presiones medidas, presiones esperadas, estado de alarma.