

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento



Resumen

Los operadores de los sistemas de gasoducto de gas natural reducen rutinariamente la presión en la línea y descargan el gas de algunas secciones para asegurar condiciones de trabajo seguras durante las operaciones de mantenimiento y reparaciones. Usualmente bloquean una sección linear lo más pequeña posible de la tubería y la despresurizan venteando el gas a la atmósfera. Se estima que en el año 2004 se ventearon a la atmósfera 12 billones de pies cúbicos (Bcf) de metano durante los mantenimientos de rutina y por inconvenientes con las tuberías.

Una forma efectiva de reducir emisiones y lograr ahorros significativos es utilizar técnicas de reducción de bombeo para bajar la presión de la línea antes de efectuar actividades de mantenimiento y reparación. Dichas técnicas implican el uso de compresores en línea ya sea solos o en secuencia con compresores portátiles. El uso de compresores en línea es casi siempre justificable debido a que no hay costos de capital, y el retorno es inmediato. La efectividad en cuanto a costos del uso de un compresor portátil para incrementar la recuperación de gas, sin embargo, depende enormemente de factores específicos del sitio, y de los costos operativos.

Otra alternativa es instalar un eyector. Un eyector es un tubo venturi que utiliza alta presión como energía para succionar en una fuente de gas de menor presión, descargando a una corriente de gas de presión intermedia. El eyector puede instalarse en los respiraderos corriente arriba y abajo de una válvula parcialmente cerrada, o entre la parte de descarga y la de succión de un compresor, lo cual genera la presión diferencial necesaria.

Sin importar cuál sea la técnica seleccionada, las reducciones de emisiones son directamente proporcionales a cuánta presión en la tubería se reduce antes de que se efectúe el venteo. En promedio, puede recuperarse para la venta hasta el 90% del gas en la tubería. Las técnicas de bombeo de pozo son más económicas para volúmenes grandes, gasoductos de más alta presión, y funcionan más efectivamente para las actividades de mantenimiento programadas y casos en los cuales existe suficiente manifold para conectar un compresor portátil.

Muchos socios de Natural Gas STAR han logrado ahorros muy significativos utilizando estas técnicas. En el año 2004, los socios en el sector de transporte de gas ahorraron un total de 4.1 Bcf de gas por medio de su uso. Basándose en un valor de gas de \$7.00/Mcf, eso representó más de \$28 millones de ahorro.

Fundamentos tecnológicos

Las compañías de transporte, distribución y producción de gas natural transportan metano y otros hidrocarburos livianos vía tuberías de gas presurizadas. Estas tuberías pueden requerir reparaciones o mantenimiento a lo largo de su vida útil como consecuencia de corrosión externa e interna, pérdidas en juntas o soldaduras, fallas de materiales defectuosos, y daño causado por factores externos. Las reparaciones de tuberías se dividen en cuatro categorías generales:

- ★ Clase 1 reparaciones sin emergencia que no implican la interrupción completa del servicio.
- ★ Clase 2 reparaciones sin emergencia que necesitan la interrupción completa del servicio.

Beneficios económicos y ambientales

| Método para reducir las pérdidas de gas | Volumen de ahorros de gas natural (Mcf) ^a | Valor de los ahorros de gas natural (\$) | | | Costo de implementación (\$) | Retorno (Meses) ^b | | |
|---|--|--|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | | \$3 por Mcf | \$5 por Mcf | \$7 por Mcf | | \$3 por Mcf | \$5 por Mcf | \$7 por Mcf |
| Reducir gas en la tubería antes del mantenimiento | 200,000 por año | \$600,000 por año | \$1,000,000 por año | \$1,400,000 por año | \$98,757 | 2 | 2 | 1 |

Presunciones generales: ^a Basado en experiencias informadas anualmente por socios de Natural Gas STAR, que varió considerablemente. Los factores que impactaron en el volumen de gas ahorrado y el costo de implementación incluyen la longitud y presión de la tubería, el tipo de compresor, y el número de ubicaciones o de instancias de reducción de presión. Los datos informados incluyen tanto compresores en línea como portátiles.

^b El período de retorno para compresores en línea es inmediata debido a que no hay costos de capital.

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

- ★ Clase 3 reparaciones de emergencia que necesitan la interrupción completa del servicio.
- ★ Clase 4 proyectos a gran escala donde se está colocando cañería nueva paralela a la ya existente y que requiere interrupción del servicio.

Las actividades de reparación y mantenimiento de las tuberías generalmente requieren la despresurización del sistema para retirar el gas de la sección de caño afectada y asegurar condiciones de trabajo seguras. Una forma de despresurizar es bloquear el segmento de tubería afectado y ventear el gas en ese segmento a la atmósfera. Alternativamente, los operadores pueden usar técnicas de reducción de bombeo para bajar la presión del gasoducto antes del venteo. Se prefiere esta última alternativa, ya que reduce las emisiones de metano y posibilita que más gas vaya a venta.

Al implementar las técnicas de reducción de bombeo, los operadores pueden usar dos tipos de compresores para reducir la presión: compresores en línea o compresores portátiles. Dependiendo de la situación, los operadores pueden usar una sola de las opciones o ambas.

- ★ **Uso de compresores en línea con la tubería para bajar la presión dentro de los límites de sus rangos de compresión.** Típicamente, los compresores en línea tienen rangos de compresión de hasta 2 a 1. Bloqueando la válvula aguas arriba del segmento en cuestión mientras se continúa operando el compresor aguas abajo se puede reducir la presión de la tubería a aproximadamente el 50% de su presión operativa. En ese momento puede cerrarse el compresor y bloquear el segmento por completo. El

bajar la presión a la mitad es suficiente generalmente como para instalar camisas sobre la línea dañada. Este tipo de proceso debe hacerse en un total cumplimiento con las políticas de seguridad vigentes.

- ★ **Uso de compresores portátiles para reducir aún más la presión de la línea.** Los operadores también pueden considerar su uso para lograr una reducción adicional a la provista por los compresores en línea. Al usarse en combinación con un compresor en línea, los portátiles pueden bajar la presión de la línea en hasta el 90% de su valor original, sin ventear. Los compresores portátiles pueden usarse con seguridad siempre y cuando tengan un adecuado cuadro de válvulas. Nuevamente se recomienda el cumplimiento estricto de las normas de seguridad.

Si bien un compresor portátil puede recuperar 40% más del gasoducto para la venta, es más correcto usarlo durante un mantenimiento programado, como por ejemplo en las reparaciones Clase 1 y 2. Esto se debe a la dificultad de alquilar o comprar una unidad, transportarla, y despresurizar la línea en forma oportuna y económicamente efectiva durante una emergencia. Se justifica más fácilmente el uso de compresores portátiles cuando se sacan de servicio múltiples secciones de la tubería, ya sea como parte de un único proyecto, o como un conjunto de reparaciones en serie.

La Ilustración 1 resume qué técnicas de reducción de bombeo son aplicables a las diferentes clases de

Ilustración 2: Secuencia de los eventos de despresurización

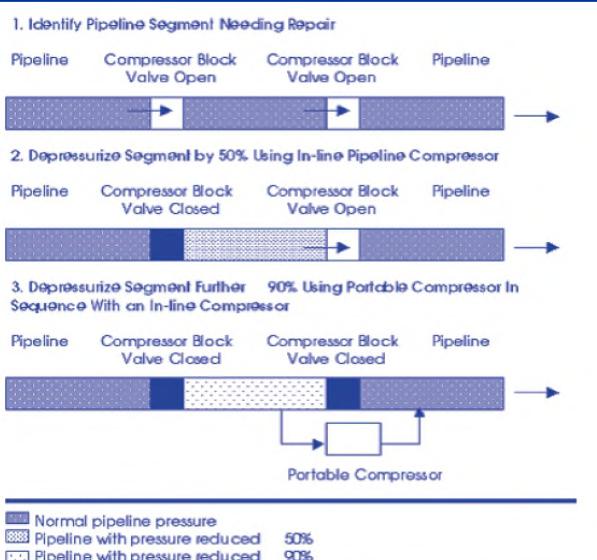


Ilustración 1: Aplicación de las técnicas de reducción de bombeo

| Clase de reparación | Técnica de reducción | Descripción de la aplicación |
|---------------------|----------------------|---|
| Clase 1 | En línea y portátil | Estas técnicas pueden usarse en forma más extensiva en las Clases 1 y 2 porque las reparaciones implican situaciones sin emergencia y mantenimiento planeado. |
| Clase 2 | | |
| Clase 3 | Sólo en línea | La Clase 3 generalmente implica reparaciones de emergencia con urgencia significativa para hacer que la línea entre en servicio nuevamente, sin tiempo como para movilizar un compresor portátil. |
| Clase 4 | Sólo en línea | Los proyectos Clase 4 suelen ser vastos, con caños nuevos colocados en paralelo con los ya existentes. Puede recuperarse gas de la tubería vieja durante la puesta en marcha de la línea nueva, pero debe ser coordinado muy cuidadosamente debido a la envergadura de los proyectos. |

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

reparación de tubería.

La Ilustración 2 muestra la secuencia básica de eventos para despresurizar un segmento de tubería.

Beneficios económicos y ambientales

Las compañías pueden lograr beneficios ambientales y económicos usando compresores en línea y portátiles para bajar la presión del gasoducto antes de efectuar operaciones de reparación y mantenimiento. Los ahorros potenciales incluyen:

- ★ Recuperación y venta de gas natural que de otra manera habría sido venteado a la atmósfera. En el caso de las tuberías de producción, la corriente de gas también puede contener hidrocarburos pesados valiosos.
- ★ Reducción de emisiones de metano.
- ★ Reducción de olores y ruidos molestos.
- ★ Eliminación o reducción importante de emisiones de contaminantes de aire peligrosos (HAP), primariamente benceno, tolueno, etil benceno, y xileno (BTEX).

Proceso de decisiones

Cuando los gasoductos necesitan mantenimiento o reparaciones, las compañías pueden:

- ★ Ventilar el gas en la sección dañada de la tubería a la atmósfera.
- ★ Recuperar todo el gas que sea posible de la tubería.

Paso 1: Estimar la cantidad y valor del gas que pueden recuperar los compresores en línea.

Dependiendo del rango de compresión de los compresores en línea de aguas abajo, se puede recuperar hasta el 50% del gas a un costo mínimo, o a un costo cero. La Ilustración 3 muestra los cálculos que pueden usar los operadores para determinar la cantidad de gas en el segmento y la cantidad y valor del gas que puede ser recuperado usando un compresor en línea.

Paso 2: Verificar la factibilidad técnica del uso de un compresor portátil.

Luego de calcular el volumen potencial de gas recuperable

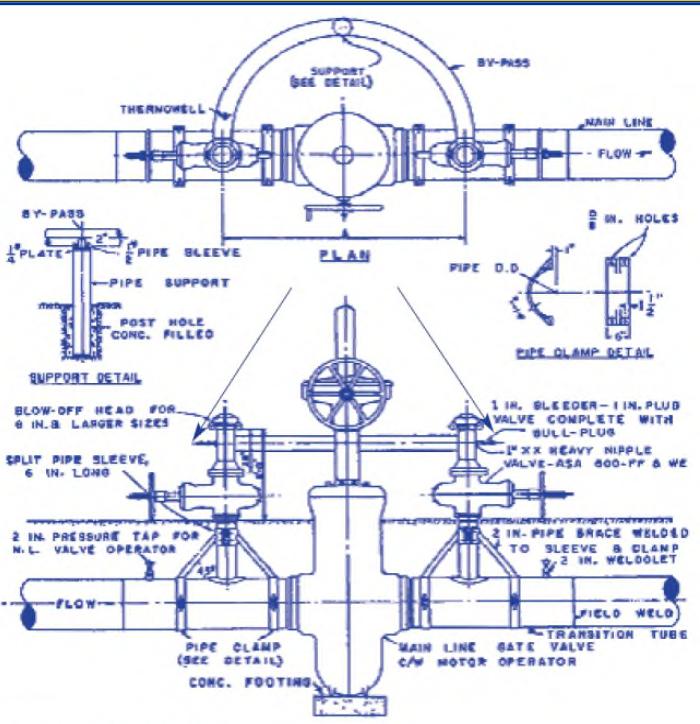
Ilustración 3: Ahorro de gas por el uso de un compresor en línea

| Dado: | |
|------------|--|
| L | = longitud de la tubería entre válvulas de bloqueo (millas) |
| I | = diámetro interno de la tubería (pies) |
| P | = presión operativa de la tubería (psig) |
| Ri | = relación de compresión del compresor en línea |
| (1) | Calcule: M = Cantidad de gas en la línea |
| M | = $L \times (5,280 \text{ pie/millas}) \times \pi \times (I / 2)^2 \times (P + 14.65 \text{ psig}) / 14.65 \text{ psig}$ |
| (2) | Calcule: Ni = Gas recuperable con un compresor en línea |
| Ni | = M - (M/Ri) |
| (3) | Calcule: Vi = Valor del gas recuperado con un compresor en línea |
| Vi | = Ni x \$7/Mcf |

de la línea por medio de un compresor en línea, el operador debe determinar si existe la capacidad mecánica para usar un compresor portátil.

Un compresor portátil puede reducir más la presión de la línea, moviendo hasta el 40% del volumen del gas

Ilustración 4: Sistema de manifold de la válvula de bloqueo del gasoducto



Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

remanente hacia el lado presurizado de la válvula de bloqueo; sin embargo, usar un compresor portátil sólo es posible si el mismo puede físicamente conectarse a la tubería. La Ilustración 4 muestra un manifold de gasoducto típico. Como mínimo, las conexiones correctas del compresor deben incluir válvulas de alivio hacia arriba y hacia abajo de la válvula de bloque principal. El tamaño mínimo de las válvulas de alivio depende del tamaño del compresor. Los requisitos para manifolding de unidades específicas serán dados por el fabricante o representante técnico del compresor portátil.

Paso 3: Determinar el tamaño correcto para el proyecto del compresor portátil .

Es recomendable efectuar la selección del compresor portátil con la ayuda de un representante técnico del fabricante o de la compañía de leasing, quien podrá asesorarlo con respecto al compresor que satisfaga los requerimientos del proyecto. (por ej. cantidad de gas, requisitos de presión de descarga, cronograma)

Paso 4: Chequear la disponibilidad y costo de comprar o adquirir vía leasing un compresor portátil

Cuando las compañías evalúan usar un compresor portátil enfrentan la cuestión de comprarlo o rentarlo. Existe un número limitado de compresores en alquiler, y las compañías de alquiler normalmente prefieren contratos de leasing largos. Si se planea el uso continuo de compresores portátiles para las operaciones en la línea, las compañías pueden considerar la compra de uno. Aún así, la disponibilidad y los costos internos son puntos importantes a considerar. La Ilustración 5 muestra una amplia gama de costos para diversos escenarios operativos.

Siete pasos para evaluar el uso de compresores en línea y portátiles:

- Paso 1: Estimar la cantidad y valor del gas que pueden recuperar los compresores en línea.
- Paso 2: Verificar la factibilidad técnica del uso de un compresor portátil.
- Paso 3: Determinar la medida correcta para el proyecto del compresor portátil.
- Paso 4: Chequear la disponibilidad y costo de comprar o adquirir vía leasing un compresor portátil.
- Paso 5: Estimar los costos operativos asociados con el uso de un compresor portátil.
- Paso 6: Calcular el volumen y valor del gas recuperado con un compresor portátil.
- Paso 7: Evaluar la economía del uso de un compresor portátil en secuencia con uno en línea.

★ **Otras consideraciones para la compra.** Además del precio de venta, otros gastos de capital incluyen los impuestos y costos administrativos, costos de instalación, y costos de flete. Los costos de instalación son específicos para el sitio. De acuerdo a un vendedor, los costos pueden ser tan bajos como \$3,886 o tan altos como \$19,430 para una unidad pequeña (de menos de 100 HP), y pueden ir de \$19,430 a \$77,718 para una grande (de más de 2,000 HP). Los costos de transporte también son específicos para el sitio, yendo de \$7,900 a \$13,170 para unidades pequeñas y de \$26,300 a \$39,500 para las más grandes. Todos estos factores deben incluirse en el precio total de la compra y al calcular el costo anualizado del compresor. Segundo los vendedores, la vida útil de un compresor está entre 15 y 20 años si es mantenido correctamente.

★ **Otras consideraciones para el leasing .** Los compresores alquilados vía leasing también tienen costos de instalación y de flete. Los precios del alquiler normalmente son mensuales. De acuerdo con un vendedor, los gastos mensuales totales llegan a un 3% del valor de compra. Otro vendedor brindó un precio de alquiler basado en el HP del compresor. Estos precios de alquiler se situaron en el rango de \$15 por HP por mes para los compresores grandes, y de \$20 por HP por mes para los pequeños.

Ilustración 5: Rango de costos para la compra o leasing de un compresor portátil*

| 1,000 PSIG - Flujo alto | | 600 PSIG - Flujo medio | | 300 PSIG - Flujo bajo | |
|-------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Compra | Leasing | Compra | Leasing | Compra | Leasing |
| \$3 - \$6 millones | \$77,000 - \$194,000 por mes | \$1.0 - \$1.6 millones | \$31,000 - \$46,000 por mes | \$518,131 - \$777,197 | \$15,000 - \$23,000 por mes |

* Basado en presunciones de que el precio de compra no incluye el costo de flete e instalación y que el precio del leasing es 3% del costo de compra.

Para maximizar los beneficios de esta inversión es crucial un planeamiento cuidadoso y coordinado de las actividades de mantenimiento, para bajar los costos de movilización y puesta en marcha. La coordinación mencionada es particularmente importante cuando se efectúa mantenimiento en gasoductos más pequeños, de baja presión, ya que los márgenes se achican al reducirse el volumen de gas potencialmente recuperable.

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

Paso 5: Estimar los costos operativos asociados con el uso de un compresor portátil.

Los costos operativos incluyen combustible/energía y mano de obra. El combustible más usado en los compresores es el gas natural. Los vendedores señalan que el uso de combustible va desde 7,000 a 8,400 Btu por bhp por hora. Los costos de mantenimiento van de \$5 a \$12 por HP por mes, dependiendo del tamaño del compresor. En la mayoría de los casos, sin embargo, los costos de mantenimiento están incluidos en el precio del alquiler.

Paso 6: Calcule el volumen y valor del gas recuperado con un compresor portátil.

El gas a recuperar utilizando un compresor portátil es una función de la cantidad de gas que queda en la tubería que está siendo reparada. Debido a que el compresor en línea ya ha reducido el volumen de gas, el portátil funciona con el volumen remanente.

La recuperación de gas es comandada por la relación de compresión. El volumen de gas recuperado mediante el uso de un compresor portátil es igual al volumen de gas en el sitio menos el volumen de gas dividido por la relación de compresión. El valor bruto del gas recuperable utilizando un compresor portátil es la cantidad de gas en Mcf multiplicado por el precio del gas en \$/Mcf. Se muestran estos cálculos en la Ilustración 6

7: Evaluar la economía del uso de un compresor portátil en secuencia con uno en línea.

El valor neto de recuperar gas de la sección de la tubería que está siendo reparada puede determinarse restando el

Ilustración 6: Calcular los ahorros de gas por usar un compresor portátil

| Dado: | |
|-------|--|
| M | = Gas disponible para recuperación (Mcf) |
| Ni | = Gas recuperado usando un compresor en línea (Mcf) |
| Rp | = Relación de compresión del compresor portátil |
| Vi | = Valor del gas recuperado con un compresor en línea (\$) |
| (1) | Calcule: Np = Gas recuperado usando un compresor portátil |
| Np | = Ni - (Ni/Rp) |
| (2) | Calcule: Vg = Valor del gas recuperado usando un compresor portátil |
| Vg | = Np x \$7/Mcf |

costo (costos operativos, de leasing, o anualizados) del valor del gas recuperado usando la unidad. Los operadores pueden reducir el costo de la utilización de un compresor portátil planeando y ejecutando proyectos múltiples en sucesión. El valor total de gas recuperado por el compresor en línea y por el portátil es la suma de las dos evaluaciones. La valuación económica total incluye restar los costos de este procedimiento. La Ilustración 7 muestra el procedimiento de valuación.

Ilustración 7: Calcular el beneficio económico total del uso de un compresor portátil en secuencia con uno en línea

| Dado: | |
|-------|---|
| Vi | = Valor del gas recuperado usando un compresor en línea (\$) |
| Vg | = Valor del gas recuperado usando un compresor portátil (\$) |
| Vcf | = Costo del combustible, ver Paso 5 |
| Vcl | = Costo de mano de obra |
| Vcm | = Costo de mantenimiento, ver Paso 5 |
| Vci | = Costo capital de instalación, ver Paso 4. |
| Vcs | = Costo capital de flete, ver Paso 4. |
| Vcp | = Costo de compra del compresor, ver Paso 4. |
| Vct | = Costo de impuestos y administración |
| CR | = Factor de recuperación de capital (Donde CR = $[I \times (1+I)^n] / [(1+I)^n - 1]$) |
| I | = Tasa de interés |
| N | = Número de años en el contrato (alquiler) o vida útil (compra) |
| (1) | Calcule: Vcr = Costo de inversión de capital recuperado durante el período de contrato del compresor |
| Vcr | = (Vci + Vcs + Vcp + Vct) x CR |
| (2) | Calcule: Vc = Costos totales asociados con un compresor portátil |
| Vc | = Vcf + Vcl + Vcm + Vcr |
| (3) | Calcule: Vp = Valor neto del gas recuperado con un compresor portátil |
| Vp | = Valor neto del gas recuperado con compresor portátil |
| Vp | = Valor del gas recuperado con comp. port.- costo operativo (\$) |
| Vp | = Vg - Vc |
| (4) | Calcule: Vt = Valor total del gas recuperado |
| Vt | = Valor total del gas recuperado en línea y portátil |
| Vt | = Valor total del gas recuperado con en línea + valor neto del gas recuperado con portátil |
| Vt | = Vi + Vp |

Escenario ejemplo de recuperación de gas

Escenario tipo usando un compresor portátil

Una tubería de 30 pulgadas de diámetro exterior (28.5 de interior) que opera a 600 libras por pulgada cuadrada (psig) necesita una purga antes del mantenimiento en

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

varios tramos de 10 millas. Los compresores reciprocatantes en línea aguas abajo tienen una relación de compresión de 2 a 1 y pueden usarse para bajar la presión de la línea con total seguridad. Es posible rentar un compresor portátil con una relación de compresión efectiva de 8 a 1 que opera a 1,000 HP por \$31,000 por mes (incluyendo costos de mantenimiento) y puede ser conectado a un manifold de una de las válvulas de bloqueo del sistema. El compresor portátil puede sacar aproximadamente 416 Mcf por hora y consume 7,000 Btu por HP por hora. La cuadrilla de mantenimiento puede instalar y operar el compresor sin ningún costo adicional para la compañía. Los costos de flete para transportar el compresor portátil desde la compañía que lo alquila hasta el usuario suman un total de \$19,000. La purga y mantenimiento serán hechas en promedio 4 veces por mes. El compresor portátil estará alquilado por un período de 12 meses.

A fin de determinar los beneficios asociados con el uso de un compresor portátil en combinación con uno en línea, un operador siguió los siguientes pasos para calcular el valor neto del gas recuperable. Primero, calculó la cantidad total de gas factible de recuperación.

Ilustración 8: Volumen total de gas a recuperar

Volumen de gas disponible para recuperación por cada tramo de 10 millas:

$$= 10 \text{ millas} \times 5,280 \text{ pie / milla} \times (\pi \times (2.375 \text{ pies})^2 \div 4) \times ((600 \text{ psig} + 14.65) \div 14.65 \text{ psig}) \times 1 \text{ Mcf per 1,000 cf}$$

Luego calculó el volumen y valor del gas recuperable usando un compresor en línea.

Ilustración 9: Ahorros netos asociados con el uso de un compresor en línea

Cantidad de gas recuperable por cada intervención usando el compresor en línea:

$$= 9,814 \text{ Mcf} - (9,814 \text{ Mcf} \div 2.0 \text{ relación de compresión del comp. en línea}) \\ = 4,907 \text{ Mcf recuperado por intervención usando compresión en línea}$$

Valor del gas recuperado por intervención usando el compresor en línea:

$$= 4,907 \text{ Mcf} \times \$7.00 \text{ por Mcf} \\ = \$34,349 \text{ por intervención}$$

Valor anual del gas recuperado, asumiendo 4 intervenciones/mes:

$$= \$34,349 \times 4 \text{ por mes} \times 12 \\ = \$1,648,752$$

Después, calculó el volumen y valor bruto del gas recuperable usando un compresor portátil.

Ilustración 10: Ahorros en bruto asociados con el uso de un compresor portátil

Gas disponible a ser recuperado con el compresor portátil:

$$= \text{Total de gas disponible} - \text{gas recuperado por compresor en línea} \\ = 9,814 \text{ Mcf} - 4,907 \text{ Mcf} \\ = 4,907 \text{ Mcf de gas recuperable disponible para el compresor portátil}$$

Valor bruto de gas recuperable por reducción de bombeo:

$$= \text{gas recuperable usando un compresor portátil} \times \text{valor de gas} \\ = [4,907 \text{ Mcf} - (4,907 \text{ Mcf} \div 8 \text{ relación de comp. portátil})] \times \$7.00 \text{ por Mcf} \\ = \$30,056$$

Valor bruto del gas recuperable durante un período de 12 meses, asumiendo un promedio de 4 reducciones de bombeo por mes:

$$= \$30,056 \times 4 \times 12 \\ = \$1,442,688$$

El operador también necesitó tomar en cuenta los costos de combustible, mantenimiento, y flete asociados con el compresor portátil.

Ilustración 11: Costos Asociados con el compresor portátil

Para calcular los costos de combustible, es necesario determinar cuántas horas va a estar funcionando el compresor, y, basado en esas horas, la cantidad de combustible usado para cada tramo de 10 millas:

Horas en que el compresor portátil funcionará para retirar el volumen de gas:

$$= \text{gas recuperable usando un comp. portátil} \div \text{promedio del compresor} \\ = (4,907 \text{ Mcf} - (4,907 \text{ Mcf} \div 8 \text{ relación del compresor})) \div 416 \text{ Mcf por hora} \\ = 10 \text{ horas}$$

Combustible usado, asumiendo que el contenido calorífico del gas natural es de 1,020 Btu/scf:

$$= 7,000 \text{ Btu/hp/hora} \times 1,000 \text{ hp} \times 10 \text{ horas} \div 1,020 \text{ Btu/scf} \div 1,000 \text{ scf/Mcf} \\ = 69 \text{ Mcf por cada tramo de 10 millas}$$

Costos de combustible asumiendo 4 tramos de 10 millas/mes:

$$= \$7.00 \text{ por Mcf} \times 69 \text{ Mcf} \times 4 \\ = \$1,932 \text{ por mes}$$

Costos de leasing y mantenimiento

$$= \$31,000 \text{ por mes}$$

Costo de flete

$$= \$19,000$$

Costo total del uso de un compresor portátil en un período de 12 meses:

$$= \text{combustible} + \text{leasing y mantenimiento} + \text{flete} \\ = 12 \times (\$1,932 + \$31,000) + \$19,000 = \$414,184$$

La sustracción de los costos del compresor portátil de los ahorros da los ahorros netos asociados con el uso de un compresor portátil.

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

La suma de los ahorros netos de los compresores en línea y portátiles da los ahorros totales netos de este escenario.

Ilustración 12: Ahorros netos asociados con el uso del compresor portátil

Valor total neto del gas recuperado en un leasing de 12 meses usando el compresor portátil:
= \$1,442,688 - \$414,184
= \$1,028,504

Ilustración 13: Valor neto de los ahorros en total de la recuperación

Valor neto del gas recuperado en toda la operación (en línea + portátil)
= \$1,648,752 + \$1,028,504
= \$2,677,256

Lecciones aprendidas

El uso de técnicas de reducción de bombeo para despresurizar la tubería durante las actividades planeadas de mantenimiento permite a las compañías recuperar en forma económica de 50% a 90% del gas natural venteado. Los socios ofrecen las siguientes lecciones aprendidas al compresores en línea y portátiles para recuperar contenidos de las tuberías:

- ★ Siempre efectúe maniobras de reducción de bombeo con el compresor en línea como parte del programa planificado de mantenimiento. Aún si no se usan compresores portátiles, los compresores en línea pueden reducir las emisiones por venteo.
- ★ Incorpore reducciones de bombeo en los compresores como procedimiento de emergencia. Si bien es más difícil llevar a cabo reducciones de bombeo en la línea durante las emergencias, (por ejemplo, cuando se reparan tuberías que tienen pérdidas) que durante el mantenimiento planificado, las maniobras de reducción de bombeo de emergencia pueden aún

Contenido de metano del gas natural

El promedio de metano en el gas natural varía para el sector de la industria. El Natural Gas STAR asume el siguiente contenido al estimar ahorros para las Oportunidades Informadas de los socios

| | |
|---------------------------|------|
| Producción | 79 % |
| Procesamiento | 87 % |
| Transporte y distribución | 94 % |

generar ahorros sustanciales de gas y de costos.

- ★ Los socios pueden maximizar los ahorros de gas y de costos usando compresores portátiles en forma intensiva, efectuando reparaciones o mejoras en múltiples segmentos de la línea que se está sacando de servicio. Verifique la disponibilidad y dimensiones del compresor portátil al planear las operaciones. La disponibilidad de compresores portátiles puede ser limitada en zonas aisladas.
- ★ Coloque un manifold en por lo menos una de las dos válvulas de bloqueo principales para poder ubicar los compresores portátiles.
- ★ Si es posible, calcule la economía de recuperar gas natural antes de las actividades planificadas de mantenimiento. Esto asegura la efectividad en cuanto a costos de las actividades.

Caso testigo: La experiencia de un socio

En 1998, Southern Natural Gas Company ahorró 32,550 Mcf usando compresores para reducción de bombeo para vaciar líneas. La compañía usó compresores en una locación 3 veces por año a un costo estimado de \$68,100 en valores de 2006. La compañía estimó haber ahorrado casi \$228,000 en producto recuperado, usando \$7/Mcf como valor del gas que ya no se venteaba.

Restando los costos de la intervención del valor del gas natural ahorrado, logró ahorros netos de f \$159,900.

En este caso, el período de retorno para el compresor portátil fue de aproximadamente cuatro meses.

Caso testigo: La experiencia de un socio

Un socio informó el ahorro de más de 8 MMcf durante un período de 55 meses usando un eyector instalado sobre el purgador de una tubería. Se pueden estimar las reducciones en las emisiones de metano en 700 Mcf por año para un eyector instalado para evacuar 2 millas de tubería de 18 pulgadas fuera de servicio de 600 a 50 psig, usando 200 pies de conexiones de 1 pulgada, una vez por año. Esta práctica necesita de una tubería adyacente con conexiones de venteo en ambos lados de una válvula de bloqueo o compresor, muy cercano a la tubería que se está siendo sacada de servicio y despresurizada.

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)

- ★ Incluya las reducciones de emisiones de metano realizadas por medio de este enfoque en los informes anuales del Programa Natural Gas STAR.

Referencias

American Gas Association. *Gas Engineers Handbook*, 1965.

Ariel Gas Compressors, personal contact.

Crane Co. *Flow of Fluids*. Technical Paper No. 410, 1974.

Daniels, John. JW Operating, personal contact.

Field Gas Compressor Association, personal contact.

Gunning, Paul M. Natural Gas STAR Program, personal contact.

Henderson, Carolyn. Natural Gas STAR Program, personal contact.

Ivey, Bobby. Universal Compression Incorporated, personal contact.

Knox Western Gas Compressors, personal contact.

Natural Gas Processors Suppliers Association. *Engineering Data Book*, 1966.

Perry, Robert H. *Chemical Engineers' Handbook*, Fifth Edition. McGraw-Hill Book Company, 1973.

Society of Petroleum Engineers. *Petroleum Engineering Handbook*, 1987.

Tingley, Kevin, Natural Gas STAR Program, personal contact.

Índices de precios Nelson

A fin de contabilizar la inflación en los costos de equipos y mantenimiento, se utilizan los Índices trimestrales, Nelson-Farrar Quarterly Cost Indexes (disponibles en el primer número de cada trimestre en la revista *Oil and Gas Journal*) para actualizar los costos en los documentos Lecciones Aprendidas. Se utiliza el índice “Refinery Operation Index” para revisar costos operativos y el “Machinery: Oilfield Itemized Refining Cost Index” para actualizar costos de equipos.

Para utilizarlos, simplemente busque el índice Nelson-Farrar más actual, divídalo por el de Febrero de 2006 y finalmente multiplíquelo por los costos adecuados que figuran en las Lecciones Aprendidas.

Uso de técnicas de bombeo para bajar la presión de gas en los gasoductos antes de efectuar un mantenimiento

(Continuación)



**United States
Environmental Protection Agency
Air and Radiation (6202J)
1200 Pennsylvania Ave., NW
Washington, DC 20460**

October 2006

La EPA ofrece los métodos de estimar emisiones de metano en este documento como una herramienta para desarrollar estimaciones básicas de las emisiones de metano. Las formas de estimar emisiones de metano que se encuentran en este documento pueden no conformar con los métodos de la Regla para Reportar Gases de Efecto Invernadero 40 CFR Parte 98, Subparte W y otras reglas de la EPA en los Estados Unidos.