



# Methane to Markets

---

Mejores Prácticas de Producción y Procesamiento:  
Optimización de los deshidratadores de glicol y de los  
controladores neumáticos para la reducción de  
emisiones de metano

Taller de Transferencia Tecnológica  
Subcomité de Petróleo y Gas Natural

28 de enero del 2009  
Monterrey, México

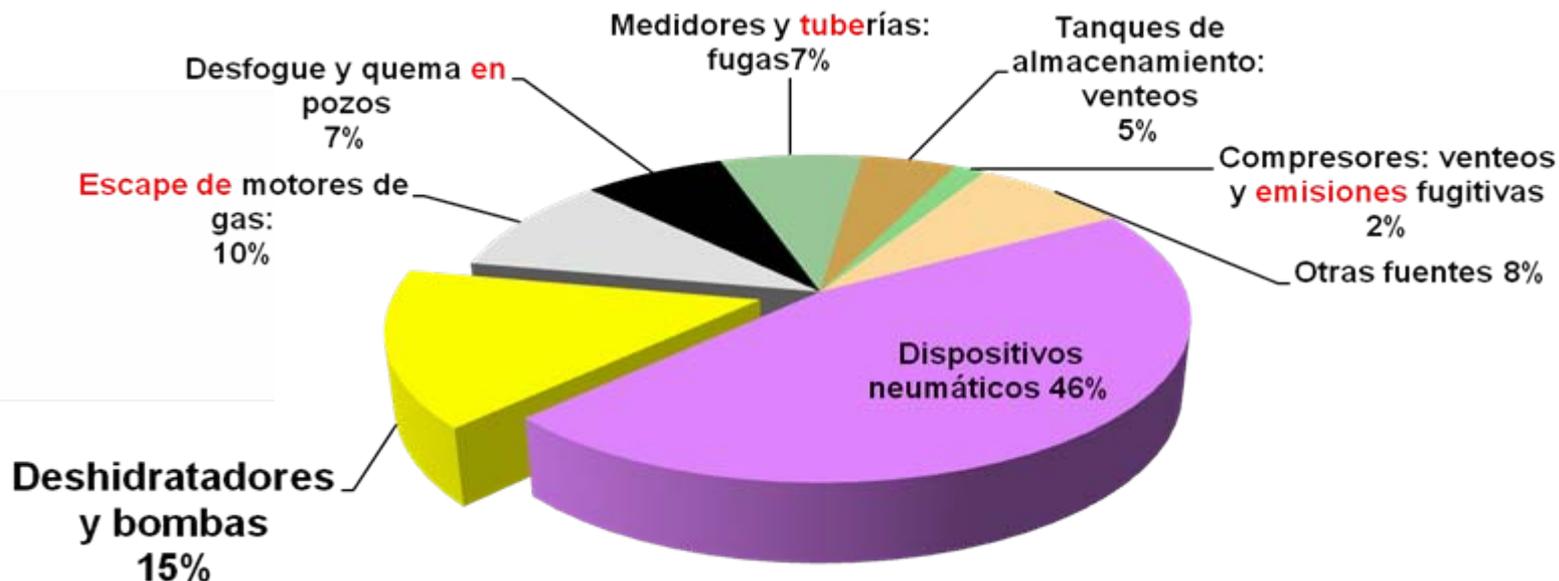
# Deshidratación de Gas Natural: Agenda

---

- Pérdidas de Metano
- Recuperación de Metano
- ¿Es rentable la recuperación?
- Experiencia de la Industria
- Discusión

# Pérdidas de Metano en los Deshidratadores

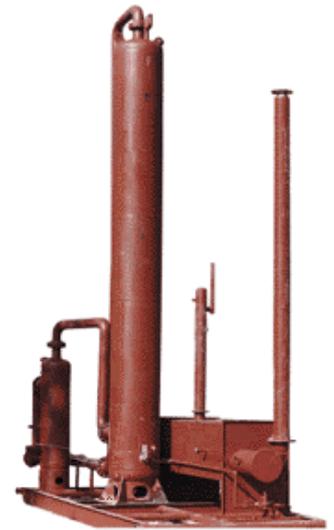
- Los deshidratadores y bombas contribuyen con:
  - 15% de las emisiones de metano en los sectores de producción, exploración y compresión de EE.UU. (instalaciones costa adentro)



EPA. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990 – 2005*. Abril, 2007. disponible en la red en: <http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/content/ResourceCenterPublicationsGHGEmissions.html>  
Los datos de reducción de Natural Gas STAR se muestran como fueron publicados en el inventario.

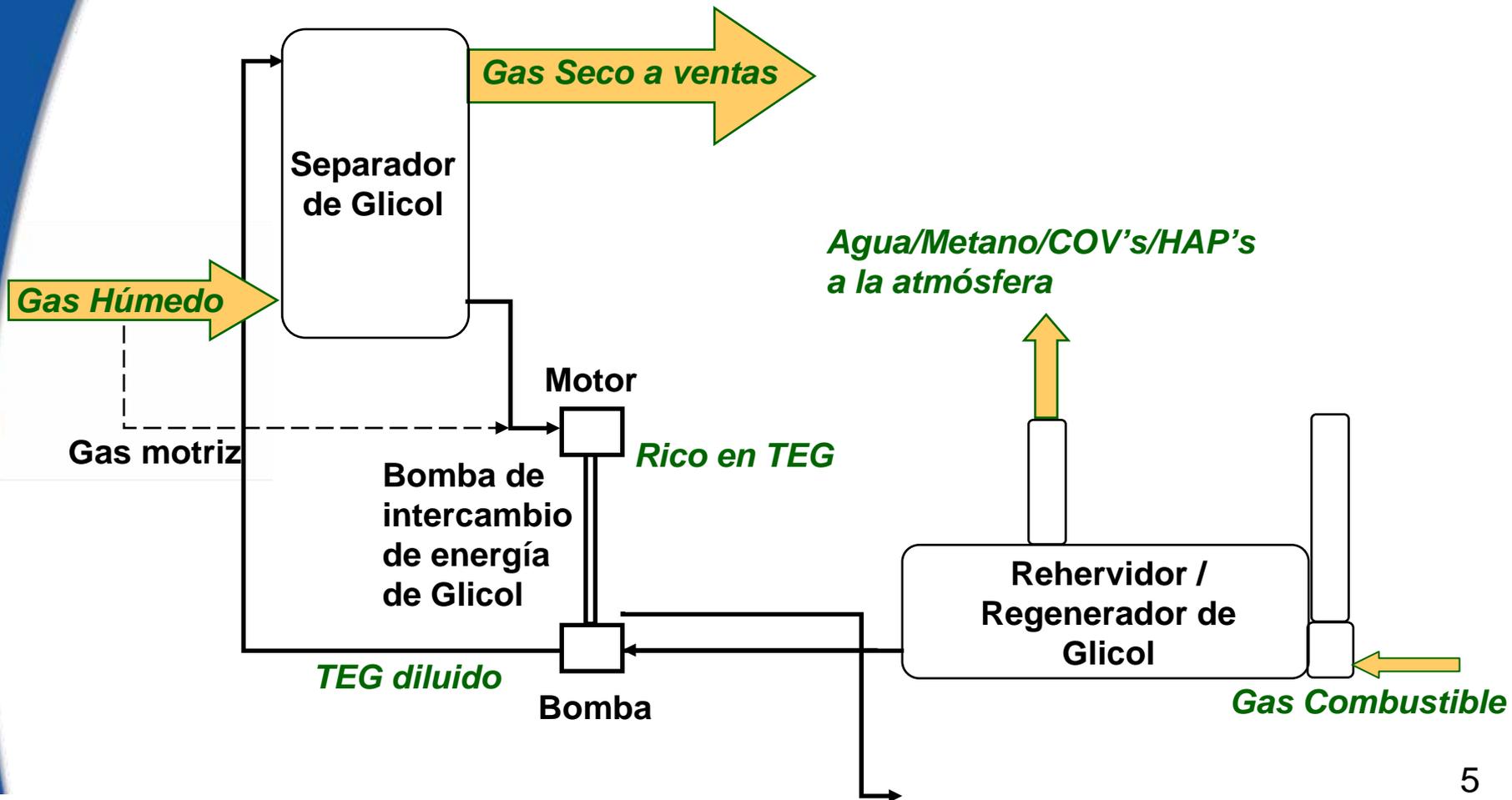
# Definición del Problema

- El gas producido está saturado con agua, la cual debe ser removida para la transmisión del gas
- Los deshidratadores de glicol son el equipo más común para la remoción del agua
  - La mayoría utiliza trietilén glicol (TEG)
- Los deshidratadores de glicol generan emisiones
  - Metano, compuestos orgánicos volátiles (COV's) y contaminantes peligrosos del aire (HAP's por sus siglas en inglés) por venteos en el rehervidor
  - Metano de controladores neumáticos



Fuente:  
[www.prideofthehill.com](http://www.prideofthehill.com)

# Diagrama de Proceso de un Sistema Básico de Deshidratación de Glicol



# Opciones para la Recuperación de Metano

---

- Optimización de la tasa de circulación de glicol
- Instalación de tanque separador de líquido (flash tank separator – FTS)
- Uso de bombas eléctricas
- Deshidratadores libres de emisiones
- Reemplazo de deshidratador de glicol por deshidratadores desecantes
- Otras oportunidades

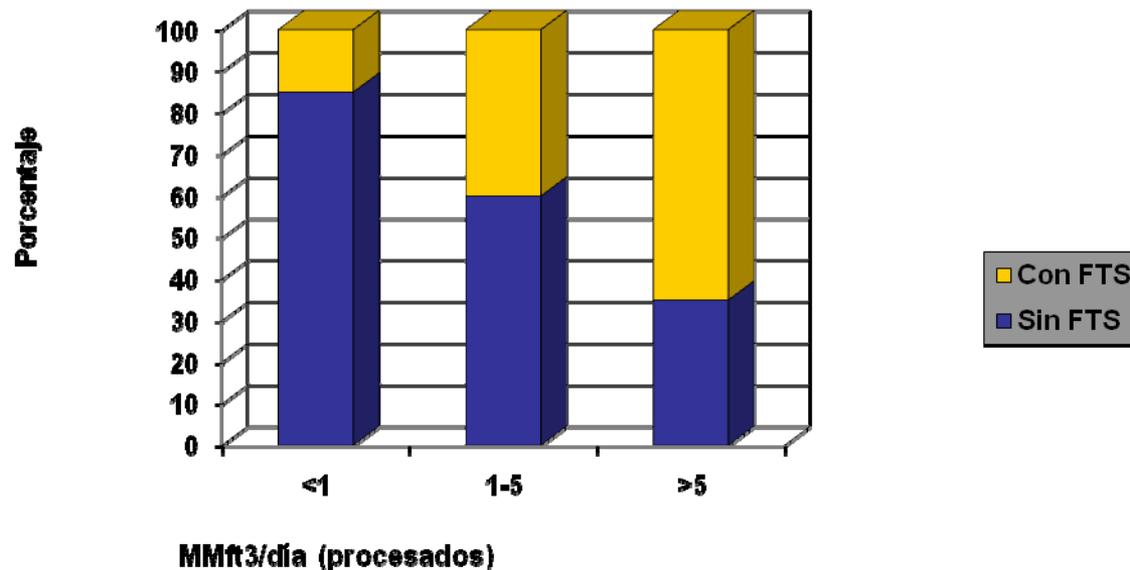
# Optimización de la Tasa de Circulación del Glicol

---

- La presión y flujo del gas en los deshidratadores a boca de pozo declinan con el tiempo
  - Las tasas de circulación frecuentemente están fijadas al máximo de producción de diseño
- La sobre-circulación de glicol causa más emisiones de metano sin una reducción significativa en el contenido de humedad del gas
  - Se han encontrado tasas de circulación dos a tres veces más altas de lo necesario
  - Las emisiones de metano son directamente proporcionales a la tasa de circulación
- Lecciones aprendidas: optimizar la tasa de circulación

# Intalación de un Tanque Separador de Líquido (FTS)

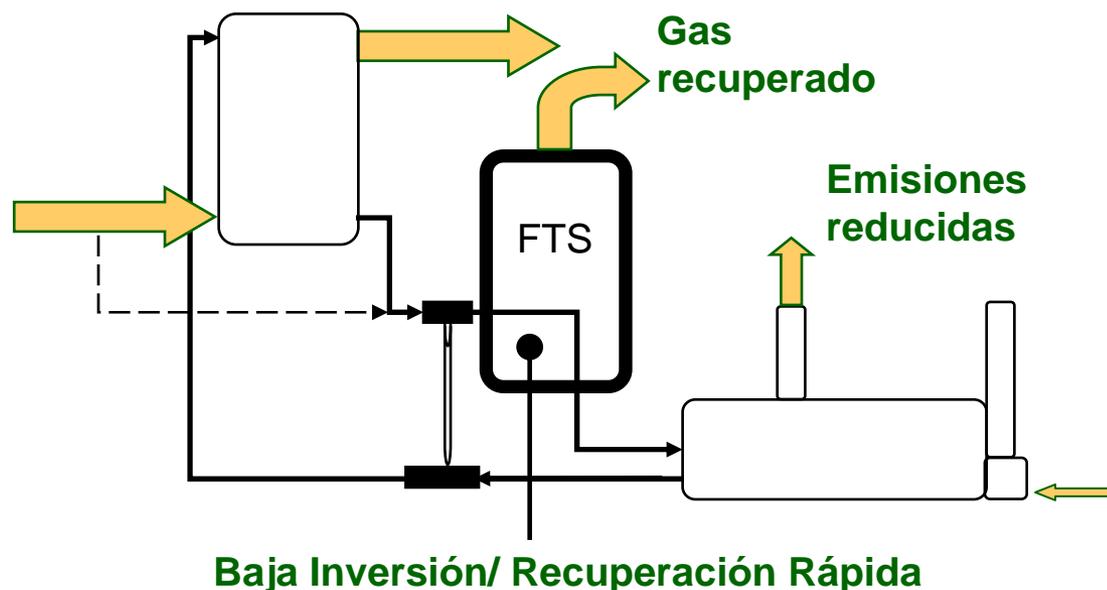
- El metano flasheado de la solución rica en glicol en la bomba de intercambio de energía puede ser capturado usando un FTS
- Muchas unidades carecen de FTS



Fuente: Inspección API

## Recuperación de Metano en un FTS

- Recuperación de cerca de 90% de emisiones
- Reduce los COV's entre un 10 y un 90%
- Debe tener una salida para gas de baja presión
  - Combustible
  - Succión de compresor
  - Unidad de recuperación de vapores

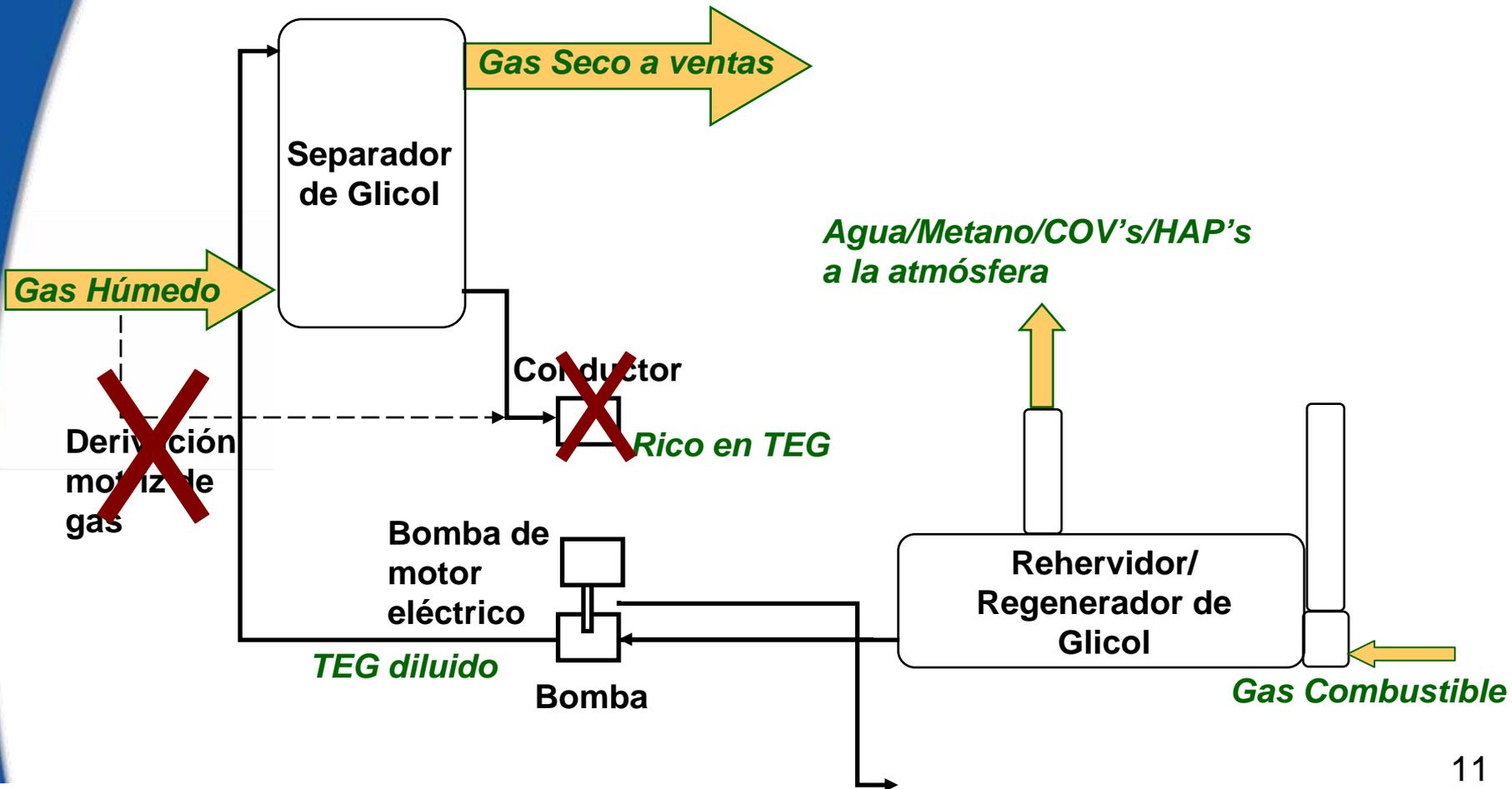


## Costos de un FTS

---

- Los estudios de Lecciones Aprendidas (Lessons Learned) de USEPA, tienen guías para calcular costos, ahorros y análisis económicos
- Inversión y costos de instalación:
  - La inversión oscila entre US\$3,500 y US\$7,000 por cada FTS
  - Los costos de instalación oscilan entre US\$1.200 y US\$2.500 por cada FTS
- Los costos de operación y mantenimiento son despreciables

# La Bomba Eléctrica Elimina la Necesidad de Gas Motriz



# La Recuperación ¿Es Rentable?

- Tres opciones para minimizar las emisiones de los deshidratadores de glicol

Opción	Inversión (US\$)	Costos de Operación (US\$/año)	Reducción de Emisiones (Mft <sup>3</sup> /año)	Periodo de retorno <sup>1</sup> (años)
Optimizar la Tasa de Circulación	Despreciable	Despreciable	400 – 40,000	Inmediato
Instalar FTS	6,500 – 18,800	Despreciable	700 – 10,500	0.4 a 1.9
Instalar Bomba Eléctrica	1,400 – 13,000	165 a 4,300	360 a 36,000	0.1 a 0.8

<sup>1</sup> Precio del Gas US\$5/Mft<sup>3</sup>

## Beneficios Globales

---

- Recuperación de inversión a través de ahorros
- Incremento de eficiencia de operación
- Reducción de costos de operación y mantenimiento (gas combustible, repuesto de glicol)
- Reducción de contaminantes peligrosos del aire (BTEX)
- La bomba eléctrica ocupa un espacio similar al de la bomba asistida por gas

# Deshidratadores Libres de Emisiones

---

- Combinan diversas tecnologías de reducción de emisiones en una unidad
  - Los vapores del gas de salida del rehervidor de glicol se condensan en un intercambiador de calor
  - El gas no condensable arrastrado es enviado al rehervidor como combustible
  - Se utilizan bombas eléctricas para circulación del glicol en vez de bombas de intercambio de energía
  - Se utilizan válvulas de control eléctrico para reemplazar las válvulas neumáticas

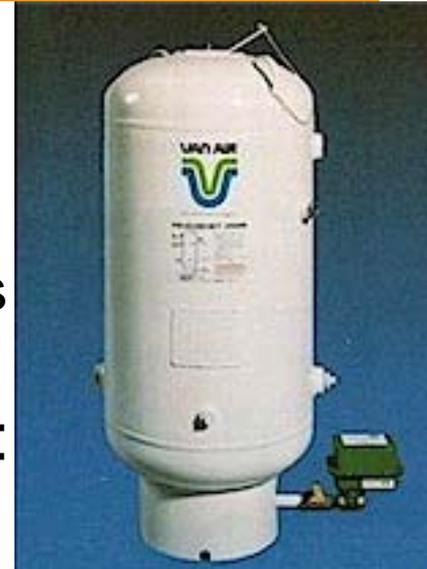
# Beneficios Globales: Deshidratadores Sin Emisiones

---

- El condensador de venteos del rehervidor elimina hidrocarburos pesados y agua de gases no condensables (metano principalmente)
- El líquido condensado puede ser separado en agua e hidrocarburos líquidos valiosos
- Los no condensables (metano) pueden ser recuperados como combustible o como producto
- Con la recolección del gas venteado del rehervidor se reducen significativamente las emisiones de metano (así como las de COV's/HAP)
- Se eliminan venteos de válvulas de control neumático a gas

# Reemplazo de la Unidad de Glicol por un Deshidratador Desecante

- Deshidratador Desecante
  - Los gases húmedos pasan a través de un lecho de tabletas desecantes
  - Las tabletas absorben la humedad del gas y se disuelven
- La remoción de humedad depende de:
  - El tipo de desecante (sal)
  - Temperatura y presión del gas

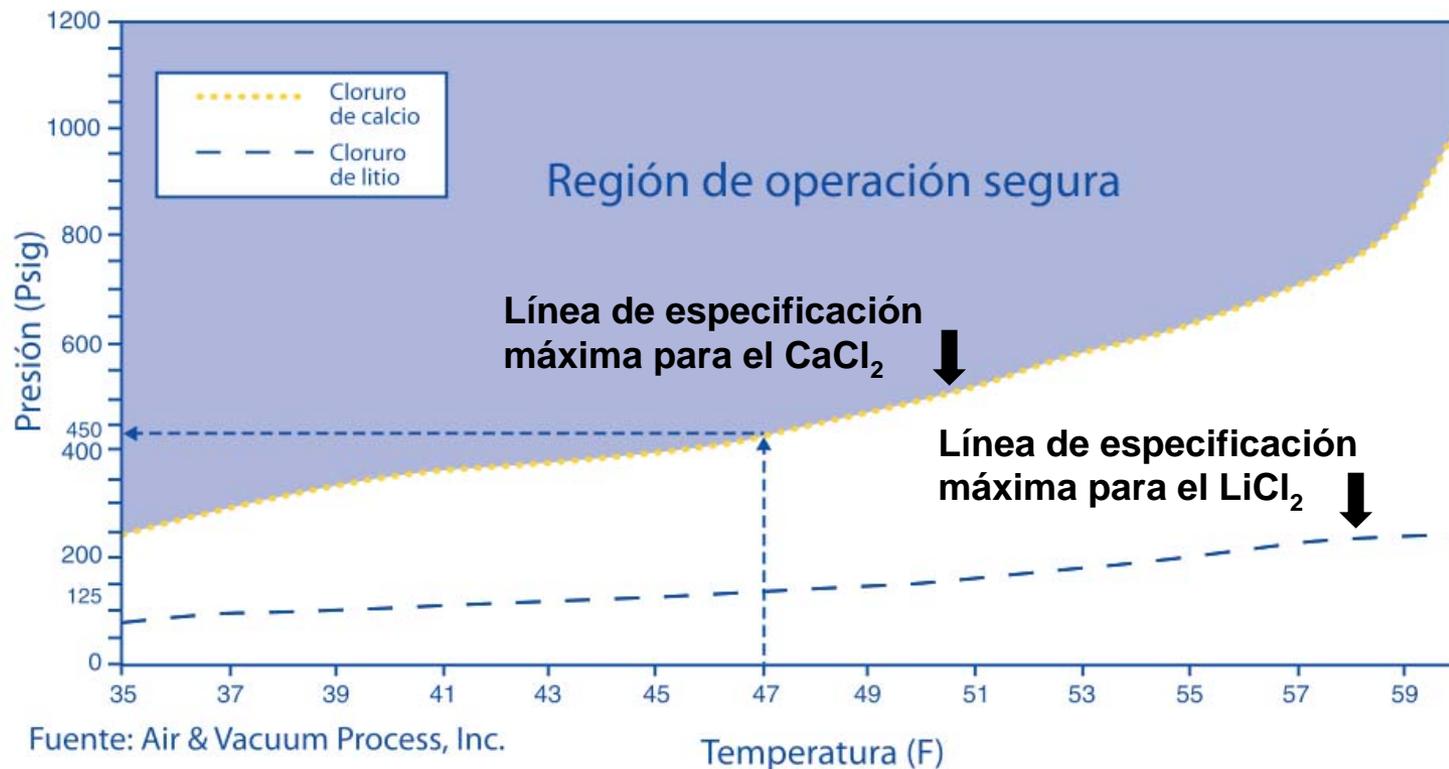


Fuente: Van Air

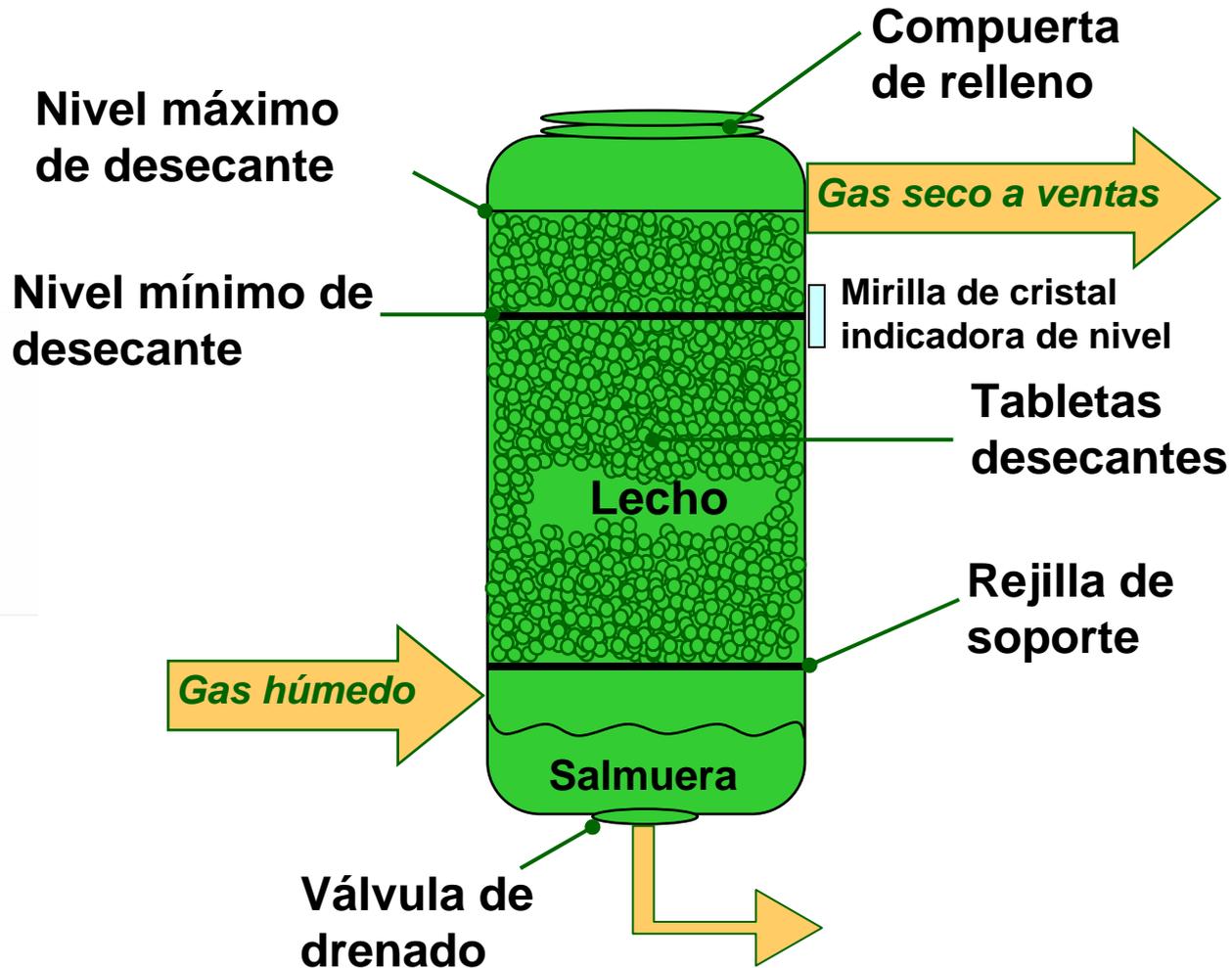
Sales Higroscópicas	P y T Típicas para Cañerías	Costos
Cloruro de calcio	<8°C @ 30 atm	Menos costosa
Cloruro de litio	<16°C @ 17 atm	Más costosa

# Desempeño del Desecante

- Desempeño del desecante para las especificaciones de humedad máxima en las cañerías  
Valor especif. (3.2 kg de agua / MMft<sup>3</sup>)



# Esquema de Deshidratador Desecante



# Ahorros del Deshidratador Desecante: Gas Venteado del Deshidratador de Glicol

## Ejemplo:

$$GV = ?$$

$$F = 1 \text{ MMft}^3/\text{día}$$

$$W = 10\text{-}3.2 \text{ kg H}_2\text{O}/\text{MMft}^3$$

$$R = 25 \text{ L/kg}$$

$$OC = 150\%$$

$$G = 0.8 \text{ ft}^3/\text{L}$$

## Donde:

GV = Gas venteado anualmente (Mft<sup>3</sup>/año)

F = Flujo del gas (MMft<sup>3</sup>/día)

W = entrada-salida, contenido de H<sub>2</sub>O (kg/MMft<sup>3</sup>)

R = relación glicol/agua (regla de dedo)

OC = Porcentaje de sobrecirculación

G = Tasa de arrastre de metano (regla de dedo)

## Cálculos:

$$GV = \frac{(F * W * R * OC * G * 365 \text{ días/año})}{1.000 \text{ ft}^3/\text{Mft}^3}$$

$$GV = \boxed{69 \text{ Mft}^3/\text{año}}$$



Unidad de Deshidratación de Glicol  
Fuente: GasTech

# Ahorros del Deshidratador Desecante: Gas Venteado de los Controladores Neumáticos

## Ejemplo:

$$GE = ?$$

$$PD = 4$$

$$EF = 126 \text{ Mft}^3/\text{dispositivo/año}$$

## Donde:

GE = Emisiones de gas(Mft<sup>3</sup>/año)

PD = Número de dispositivos neumáticos por deshidratador

EF = Factor de emisiones (Mft<sup>3</sup> gas natural fugado/dispositivo por año)

## Cálculos:

$$GE = EF * PD$$

$$GE = \boxed{504 \text{ Mft}^3/\text{año}}$$



Norriseal  
Pneumatic

Controlador de  
nivel de líquidos

Fuente: [norriseal.com](http://norriseal.com)

# Ahorros del Deshidratador Desecante: Gas Combustible para el Deshidratador de Glicol

- Gas combustible para el rehervidor de glicol
  - Deshidratador 1 MMft<sup>3</sup>/día
  - Remoción de 6.4 kg de agua/MMft<sup>3</sup>
  - Carga térmica rehervidor: 281 Btu/L TEG
  - Poder calorífico gas natural: 1,027 Btu/ft<sup>3</sup>
- Gas combustible para el calentador de gas
  - Deshidratador 1 MMft<sup>3</sup>/día
  - Calentamiento del gas de 8°C a 16°C
  - $c_p$  del gas natural: 1.75 Btu/kg-°C
  - Densidad del gas natural: 0.0228 kg/ft<sup>3</sup>
  - Eficiencia: 70%
- Requerimientos de combustible:  
**17 Mft<sup>3</sup>/año**
- Requerimientos de combustible:  
**483 Mft<sup>3</sup>/año**

# Ahorros del Deshidratador Desecante: Pérdidas de Gas del Deshidratador Desecante

## Ejemplo:

GLD = ?  
ID = 20" (0.508 m)  
H = 76.75" (1.949 m)  
%G = 45%  
 $P_1 = 1$  atm  
 $P_2 = 31$  atm  
T = 7 días

## Donde:

GLD = Pérdida de gas (Mft<sup>3</sup>/año)  
ID = Diámetro interno (m)  
H = Altura de la cámara (m)  
%G = Porcentaje del volumen del gas  
 $P_1$  = Presión atmosférica (atm)  
 $P_2$  = Presión del gas (atm)  
T = Tiempo entre recargas (días)

## Cálculos:

$$GLD = \frac{H * ID^2 * \pi * P_2 * \%G * 365 \text{ días/año}}{4 * P_1 * T * 1.000 \text{ ft}^3/\text{Mft}^3}$$

$$GLD = \boxed{10 \text{ Mft}^3\text{año}}$$



# Ahorros del Deshidratador Desecante:

---

Gas venteado del deshidratador de glicol:	69 Mft <sup>3</sup> /año
Gas venteado de los controladores neumáticos:	+ 504 Mft <sup>3</sup> /año
Gas quemado en el rehervidor de glicol:	+ 17 Mft <sup>3</sup> /año
Gas quemado en el calentador:	+ 483 Mft <sup>3</sup> /año
Venteos del deshidratador desecante:	- 10 Mft <sup>3</sup> /año

---

Ahorros totales: 1,063 Mft<sup>3</sup>/año

Valor de los ahorros en gas<sup>1</sup>: US\$5,315/año

<sup>1</sup> Precio de Gas US\$5/Mft<sup>3</sup>

# Comparación de Costos del Deshidratador Desecante y del Deshidratador de Glicol

Tipos de Costos y Ahorros	Desecante (US\$/año)	Glicol (US\$/año)
Costos de Implementación		
Inversión:		
Desecante (incluye carga inicial)	16,097	
Glicol		24,764
Otros costos (instalación e ingeniería)	12,073	18,573
<b>Total de Costos de Implementación</b>	<b>28,169</b>	<b>43,337</b>
Costos Anuales de Operación y Mantenimiento		
Desecante		
Costo de recarga del desecante US(\$1,50/lb)	2,556	
Costo de disposición de salmuera	14	
Costos de mano de obra	1,040	
Glicol		
Costo de recarga de glicol (US\$4,50/gal)		206
Costos de mano de obra y materiales		3,054
<b>Total Costos Anuales de Operación y Mantenimiento</b>	<b>3,610</b>	<b>3,260</b>

Basado en 1 MMft<sup>3</sup> por día de gas natural operando a 30 atm y a 8° C  
 Se asumen costos de instalación equivalentes a 75% de los costos del equipo

# Análisis Económico del Deshidratador Desecante

- Retorno de Inversión = 3.3 años
  - Sin los beneficios potenciales del mercado de carbono

Tipo de Costos Y Ahorros	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capital (US\$)	-28,169					
Costos de O&M Evitados (US\$)		3,260	3,260	3,260	3,260	3,260
Costos de O&M - Desecante (US\$)		-3,610	-3,610	-3,610	-3,610	-3,610
Valor del gas Ahorrado <sup>1</sup> (US\$)		5,135	5,135	5,135	5,135	5,135
Salvamento del D. De Glicol <sup>2</sup> (US\$)	12,382					
<b>Total (US\$)</b>	<b>-15,787</b>	<b>4,785</b>	<b>4,785</b>	<b>4,785</b>	<b>4,785</b>	<b>4,785</b>

<sup>1</sup> Precio del gas = US\$5/Mft<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Valor de salvamento estimado como el 50% de inversión del deshidratador de glicol

## Experiencias de la Industria

---

- Un Socio instaló tanques separadores de líquido en sus deshidratadores de glicol
  - Recupera el 98% del metano de la desgasificación del glicol
  - Reducciones de 1,200 a 1,700 Mft<sup>3</sup>/año por deshidratador
  - Ahorros de US\$5,925 a US\$8,295/año<sup>1</sup> por deshidratador
- Otro Socio envía el gas de los tanques separadores a el sistema de gas combustible
  - Reducción de 8.75 MMft<sup>3</sup>/año por deshidratador
  - Ahorros por US\$43,750/año<sup>1</sup> por deshidratador

<sup>1</sup> Precio de gas: \$5/Mft<sup>3</sup>

# Lecciones Aprendidas

---

- La optimización de las tasas de circulación del glicol incrementa los ahorros en gas y reduce emisiones
  - Costo y esfuerzo insignificante
- El FTS reduce las emisiones de metano cerca del 90%
  - Requiere una desembocadura de gas de baja presión
- Las bombas eléctricas reducen los costos de O&M, reducen las emisiones e incrementan la eficiencia
  - Requieren de una fuente de energía eléctrica
- Los deshidratadores sin emisiones prácticamente eliminan las emisiones
  - Requieren de una fuente de energía eléctrica
- Los deshidratadores desecantes reducen los costos de O&M, y comparado con el deshidratador de glicol reducen las emisiones
- Misceláneos, otras oportunidades reportadas por los Socios pueden contener grandes ahorros

## Discusión

---

- Experiencia de la industria aplicando estas tecnologías y prácticas
- Limitantes para la aplicación de estas tecnologías y prácticas
- Costos reales y beneficios