



Methane to Markets

Reducción de Emisiones de Metano con Recuperadores de Vapor en Tanques de Almacenamiento

Subcomité de Petróleo y Gas Natural. Taller de Transferencia de tecnología.

28 de enero del 2008
Monterrey, Mexico

Unidades de Recuperación de Vapores: Agenda

- Pérdidas de Metano
- Recuperación de Metano
- ¿Es Rentable la Recuperación?
- Experiencia de la Industria
- Resumen de Proyecto
- Preguntas para Discusión

Pérdidas de Metano en Tanques de Almacenamiento

- Una batería de tanques puede ventear de 5 a 500 Mcf por año de vapores de gas natural y otros hidrocarburos ligeros a la atmósfera
 - Las pérdidas de vapores están en función del rendimiento del crudo o condensado, la gravedad y la presión del separador de gas-crudo
- Pérdidas por vaporización (flasheo)
 - Ocurren cuando el crudo o el condensado se transfiere de un separador de gas-crudo a alta presión a un tanque a presión atmosférica
- Pérdidas por trabajo
 - Ocurren cuando los niveles de crudo o condensado cambian y cuando el líquido del tanque es agitado
- Pérdidas estáticas
 - Ocurren con los cambios diarios y estacionales de temperatura y presión barométrica

Recuperación de Metano: Recuperación de Vapores

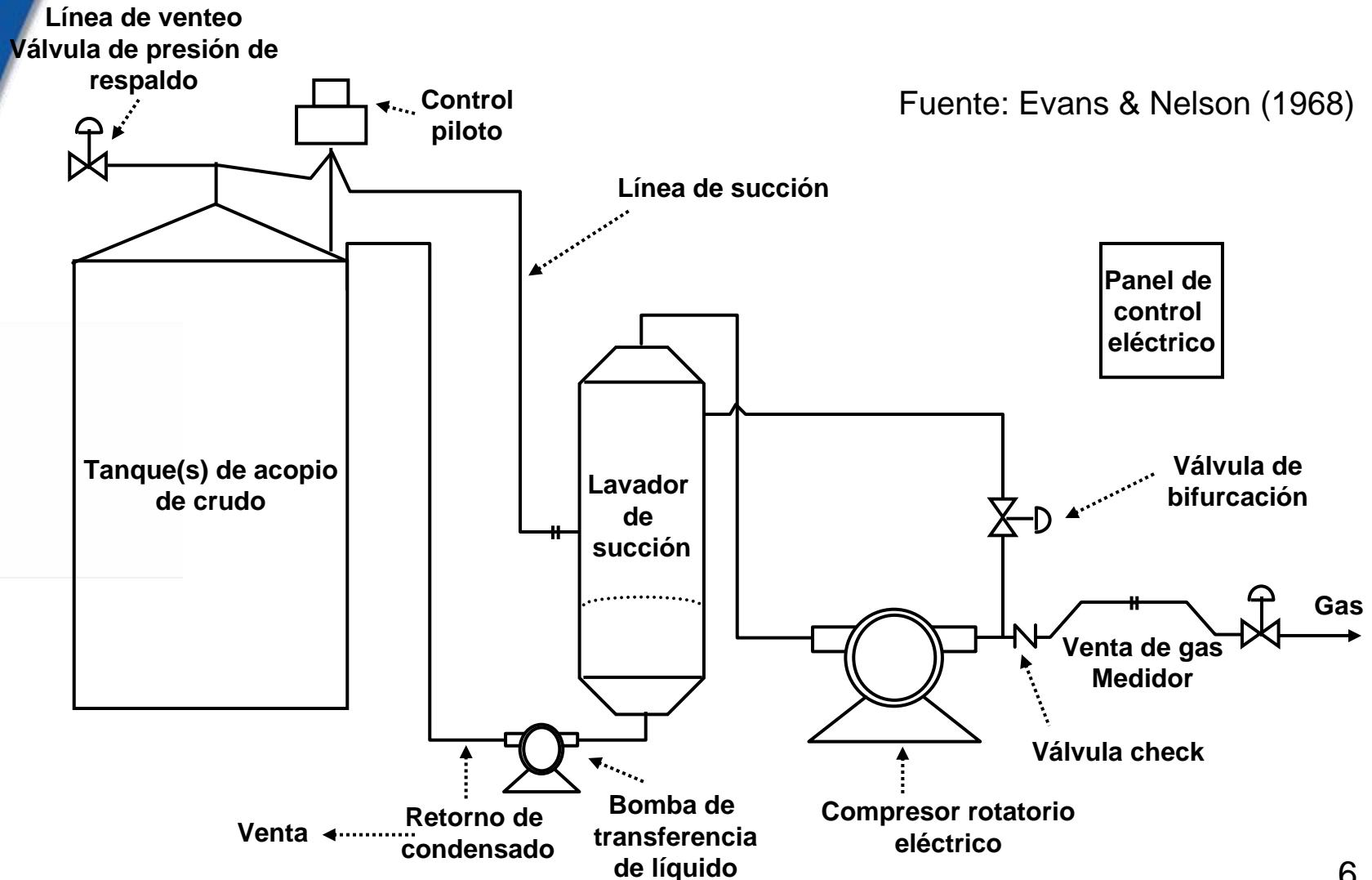
- La recuperación de vapores puede capturar hasta el 95% de los hidrocarburos que se evaporan de los tanques
- Los vapores recuperados tienen un contenido de energía mayor que el gas natural en las tuberías
- Los vapores recuperados son más valiosos que el gas natural y tienen múltiples usos
 - Re-inyección a las líneas de venta
 - Usarse como combustible en sitio
 - Enviarlos a plantas de procesamiento para recuperar líquidos valiosos del gas natural

Tipos de Unidades de Recuperación de Vapores

- Unidades de recuperación de vapores (URV) convencionales
 - Use un compresor de tornillo o uno de aletas deslizantes para succionar los vapores que salen a presión atmosférica del tanque de almacenamiento
 - Los compresores rotatorios son nuevos en este mercado
 - Requiere energía eléctrica o un motor

- Unidades de recuperación de vapor con eyector venturi (EVRU™) o Vapor Jet
 - Use los eyectores venturi en lugar de los compresores rotatorios
 - No contienen partes móviles
 - El EVRU™ requiere de una fuente de alta presión motriz de gas y un sistema de descarga de presión intermedia
 - El Vapor Jet requiere alta presión motriz de agua

Unidad de Recuperación de Vapores Convencional

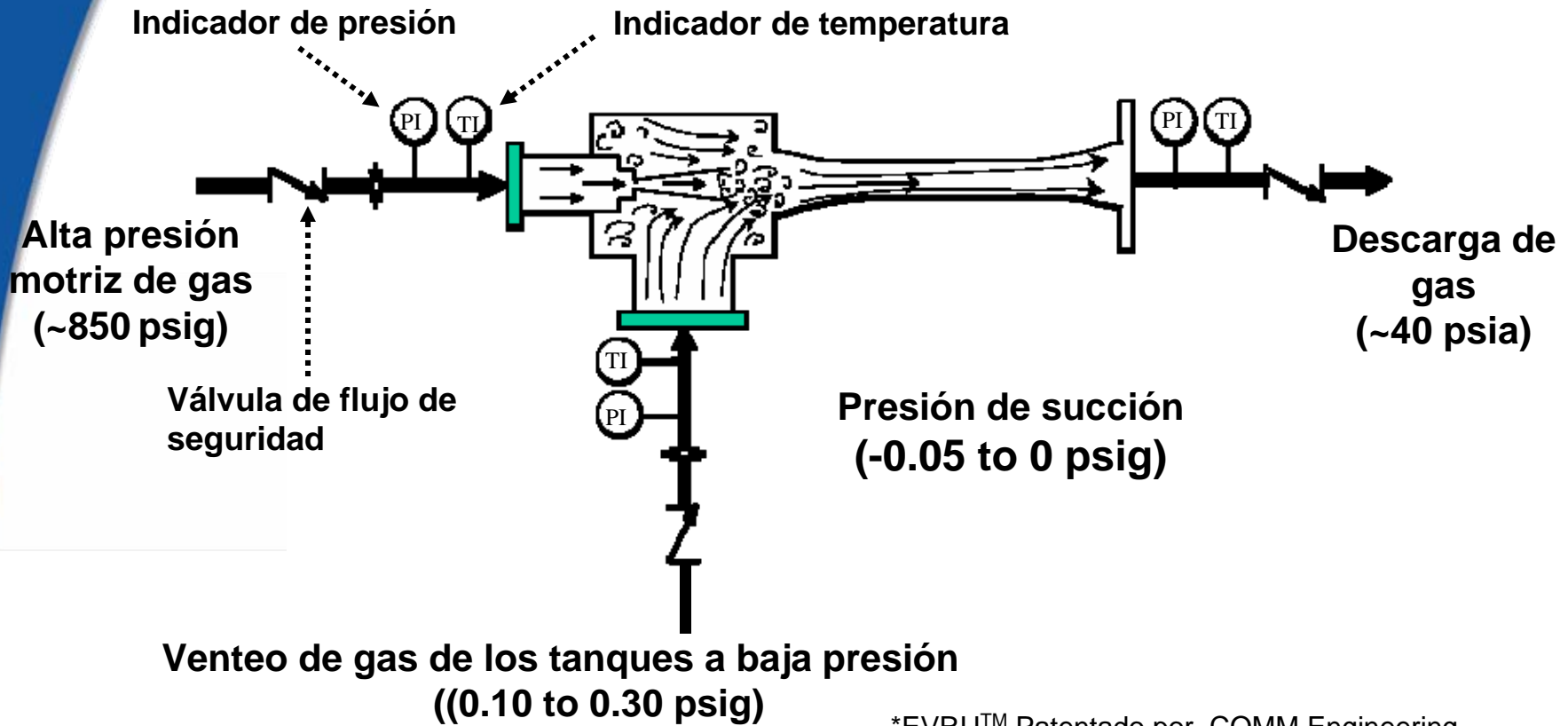


Instalaciones de Recuperación de Vapores





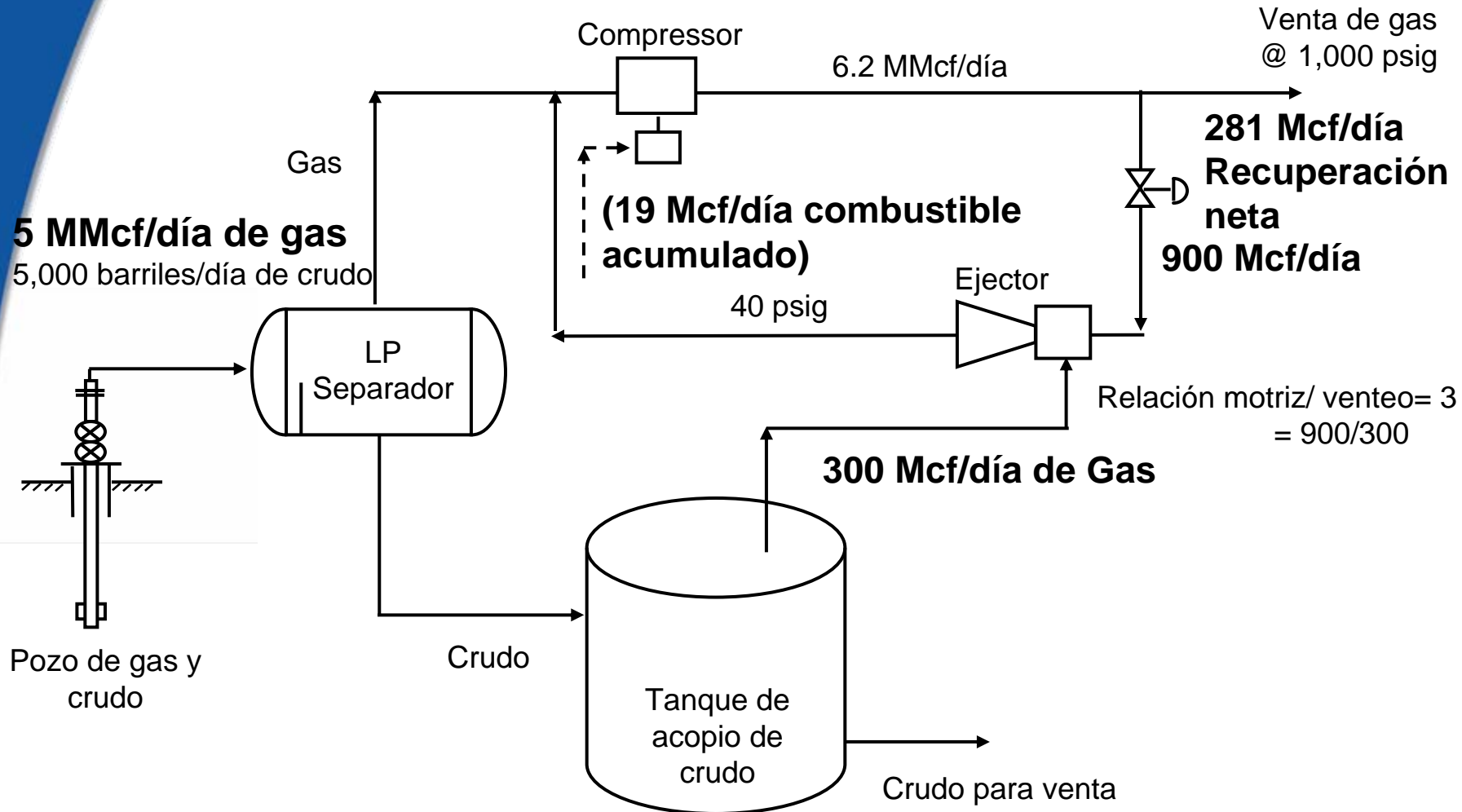
Venturi Jet Ejector*



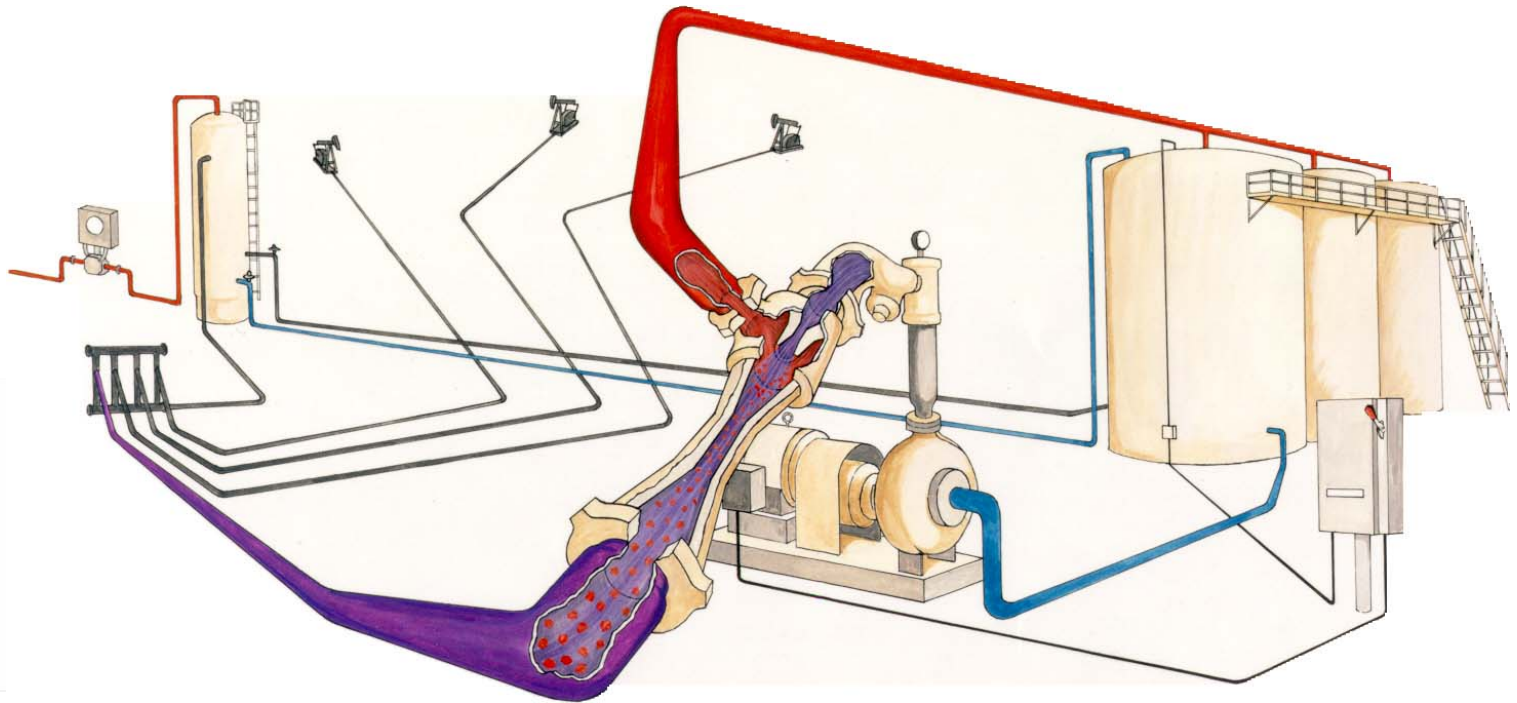
*EVRU™ Patentado por COMM Engineering

Adaptado de SRI/USEPA-GHG-VR-19
psig = libras por pulgada cuadrada, manométrico
psia = libras por pulgada cuadrada, absoluto

Recuperación de Vapores con Ejector



Vapor Jet System*



- Usa el agua producida en un ciclo cerrado para extraer el gas de los tanques
- Una pequeña bomba centrífuga fuerza al agua a través del Venturi Jet, haciendo un efecto de vacío
- Límitado por volúmenes de gas de 77 Mcf/día y por una descarga de presión de 40 psig

Criterios para la Ubicación de las Unidades de Recuperación de Vapores

- Fuente permanente y cantidad suficiente de pérdidas
 - Tanque de acopio de crudo
 - Tanque flash, calentador/tratador, venteos de espumadera de agua
 - Controladores neumáticos y bombas
 - Venteo de las columna de deshidratación
 - Trampa de purga de venteos
- Desembocadura para el gas recuperado
 - Acceso a una línea de gas de baja presión, succión de compresor, o sistema de combustible in-situ
- Las baterías de tanques no están sujetas a las regulación del aire

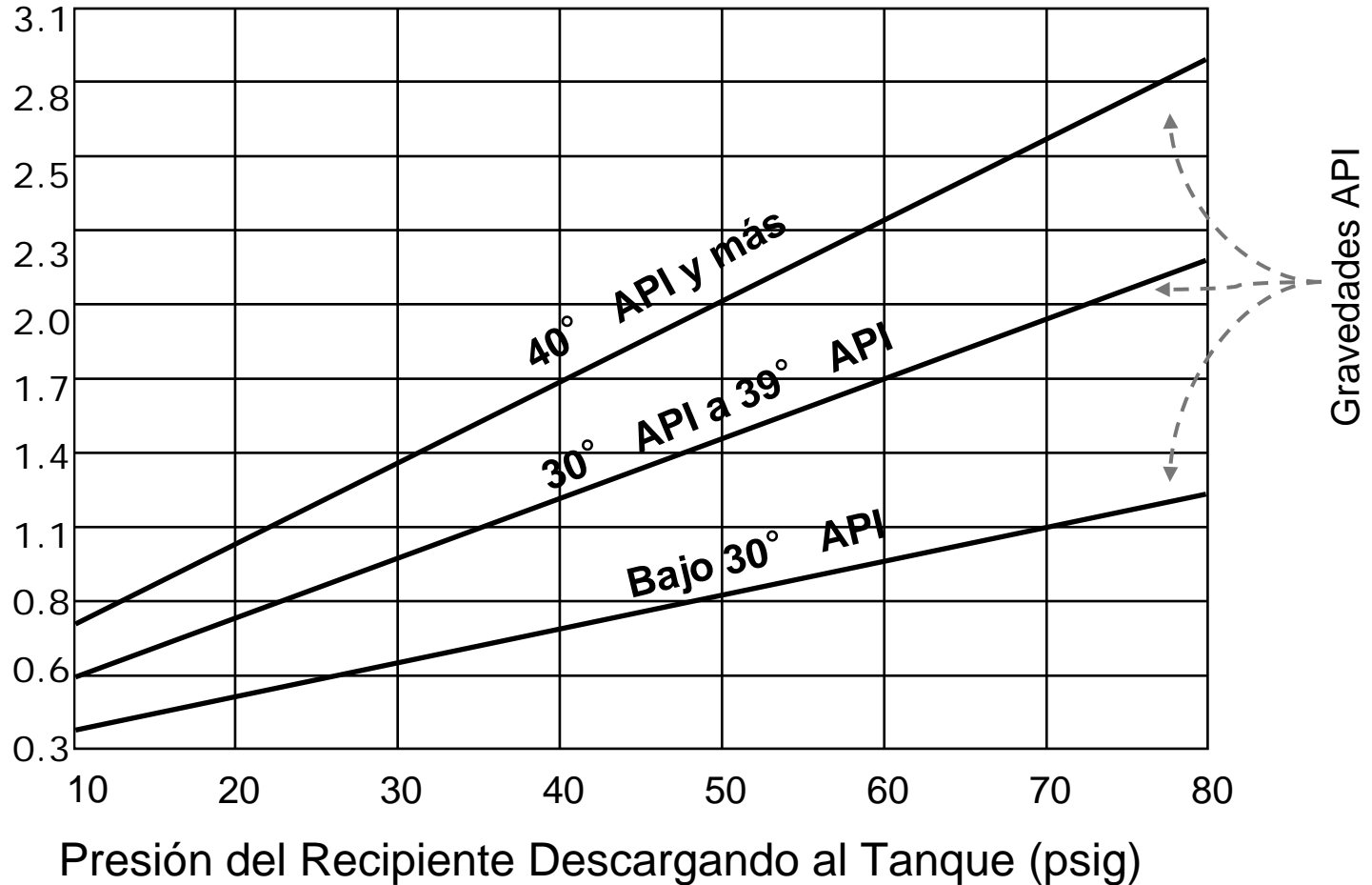
Cuantificación del Volumen de las Pérdidas

- Evalúe las pérdidas con el gráfico basado en las características del crudo, la presión y la temperatura en cada sitio ($\pm 50\%$)
- Estime las emisiones usando el modelo de tanque E&P ($\pm 20\%$)
- Ecuaciones de Ingeniería– Vasquez Beggs ($\pm 20\%$)
- Mida las pérdidas usando un manómetro registrador y un probador de pozos, o un medidor ultrasónico en varios ciclos ($\pm 5\%$)
 - Este es el mejor acercamiento para el diseño de instalaciones

Volumen Estimado de los Vapores del Tanque

Vapor Venteado de los tanques,
cf / barril

Relación Gas/Crudo



° API = Gravedad API

¿Cuál es el Valor del Gas Recuperado?

- El valor depende del contenido de energía del gas
- El valor depende de como se usa el gas
 - Combustible in-situ
 - Valor en términos del combustible que es reemplazado
 - Línea de gas natural
 - Medido por el alto precio para enriquecer el gas (mayor contenido de energía)
 - Planta de procesamiento de gas
 - Medido por el valor de los líquidos del gas natural y el metano, los cuales pueden ser separados
- Retorno bruto por año = $(Q \times P \times 365) + \text{NGL}$
 - Q = Tasa de recuperación de vapor (MMBtu por día)
 - P = Precio del gas natural (US\$/MMBtu)
 - NGL = Valor de los líquidos del gas natural

Valor de los Líquidos del Gas Natural

Componentes Líquidos del GN	1 Btu/gal	2 MMBtu/gal	3 US\$/gal	4 US\$/MMBtu ^{1,2} (=3/2)
Metano	59,755	0.060	0.30	5.00
Etano	74,010	0.074	0.26	3.45
Propano	91,740	0.092	0.45	5.09
n Butano	103,787	0.104	0.49	4.91
iso Butano	100,176	0.100	0.53	5.44
Pentanos+	105,000	0.105	0.57	5.27

Componentes Líquidos del GN	5 Btu/cf	6 MMBtu/Mcf	7 \$/Mcf (=4*6)	8 \$/MMBtu	9 Composición del Vapor	10 Mezcla (MMBtu/Mcf)	11 Valor (\$/Mcf) (=8*10)
Metano	1,000	1.000	\$5.00	\$5.00	82%	0.82	\$4.10
Etano	1,773	1.773	\$6.12	\$3.45	8%	0.14	\$0.49
Propano	2,524	2.524	\$12.86	\$5.09	4%	0.10	\$0.51
n Butano	3,271	3.271	\$16.05	\$4.91	3%	0.10	\$0.48
iso Butano	3,261	3.261	\$17.74	\$5.44	1%	0.03	\$0.18
Pentanos+	4,380	4.380	\$23.06	\$5.27	2%	0.09	\$0.46
Total						1.28	\$6.22

1 – Se asume un precio del gas en México de US\$5/MMBtu

2 – Los precios de los componentes líquidos individuales se calcularon con respecto al precio del gas natural en México

Costo de Una URV Convencional

Tamaños y Costos de Unidades de Recuperación de Vapor

Capacidad (Mcf/día)	Potencia del Compresor (HP)	Costos de Capital (US\$)	Costos de Instalación (US\$)	Costos de O&M (US\$/año)
25	5 a 10	20,421	10,207 a 20,421	7,367
50	10 a 15	26,327	13,164 a 26,327	8,419
100	15 a 25	31,728	15,864 a 31,728	10,103
200	30 a 50	42,529	21,264 a 42,529	11,787
500	60 a 80	59,405	29,703 a 59,405	16,839

Información de costos proporcionada por compañías de Natural Gas STAR en los EE.UU. y fabricantes de URV, 2006.

¿Es Rentable la Recuperación?

Análisis Financiero para un Proyecto URV Convencional

Capacidad Máxima (Mcf/día)	Costos de Instalación y Capital ¹ (US\$)	Costos de O&M (US\$/año)	Valor del Gas ² (US\$/año)	Ahorros Anuales (US\$)	Retorno (meses)	TIR
25	35,738	7,367	28,398	21,031	20	51
50	46,073	8,419	56,795	48,376	11	102
100	55,524	10,103	113,590	103,487	6	185
200	74,425	11,787	227,181	215,394	4	289
500	103,959	16,839	567,952	551,113	2	530

1 – Costo unitario más instalación estimada al 75% del costo de la unidad

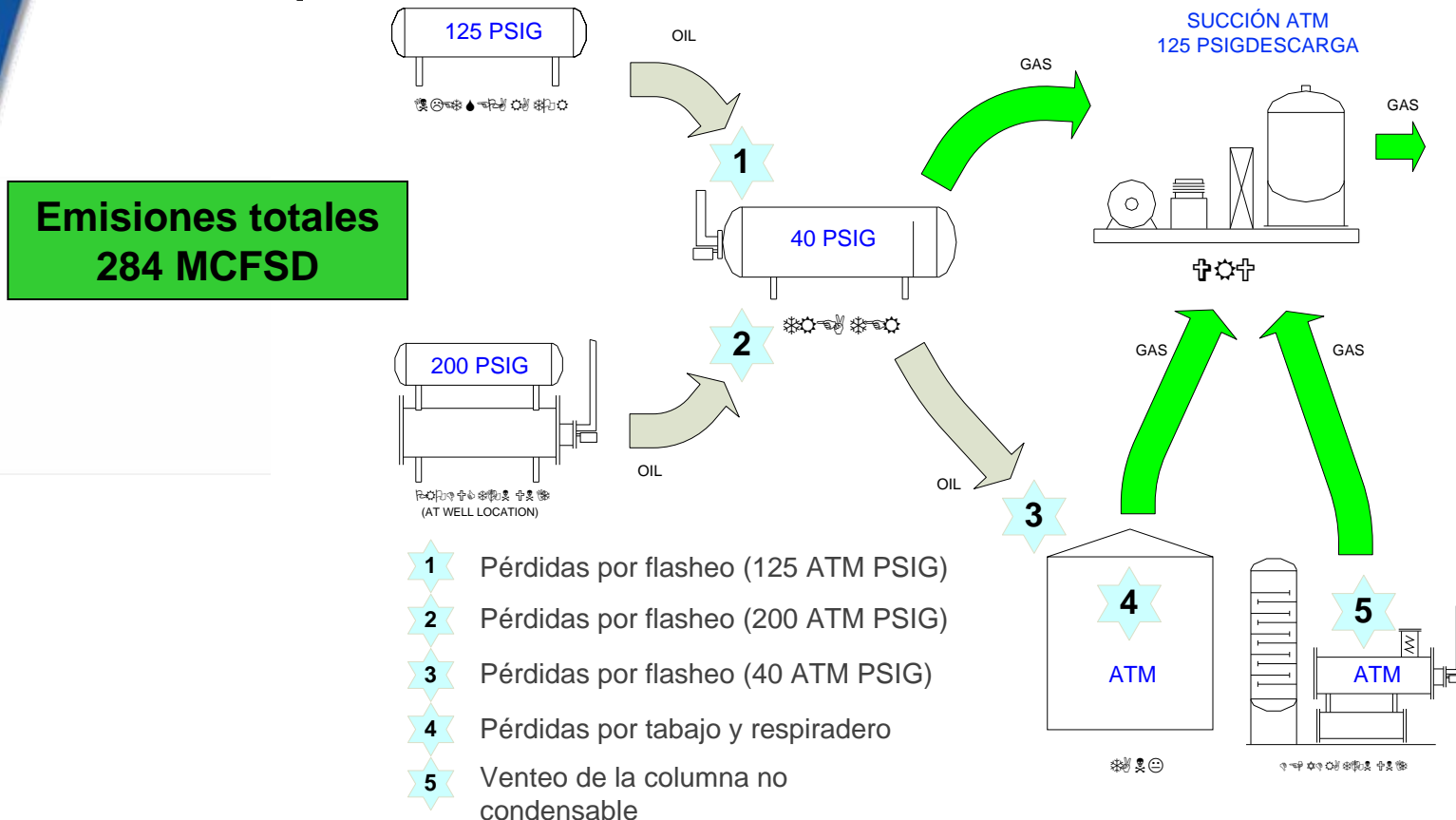
2 – US\$6.22/Mcf x ½ capacidad máxima x 365, El precio asumido incluye gas enriquecido

Experiencia de la Industria: EnCana Oil & Gas

- Instalación de una URV en Frenchie Draw, WY, E.U.A.
- Captura vapores de
 - Separadores
 - Tanques de acopio de crudo
 - Gases no condensables de la columna de deshidratación de gas
- URV diseñada para manejar 500 Mcf/día
 - Capacidad adicional sobre los 284 Mcf/día estimados de gas de todas las fuentes de emisión

Experiencia de la Industria: EnCana Oil & Gas

- Cuantificó el volumen de las emisiones de vapores



- 1 Pérdidas por flasheo (125 ATM PSIG)
- 2 Pérdidas por flasheo (200 ATM PSIG)
- 3 Pérdidas por flasheo (40 ATM PSIG)
- 4 Pérdidas por trabajo y respiradero
- 5 Venteo de la columna no condensable

Fuente: EnCana Oil & Gas (USA) Inc.

EnCana Oil & Gas: Costos del Proyecto

- Determinación del costo del proyecto de URV

Instalación (US\$)

URV (500 Mcfd) -	90,000
Generador -	85,000
Venteo principal -	25,000
Mano de obra -	<u>200,000</u>
TOTAL	400,000

O & M (US\$)

URV(500 Mcfd) -	15,000
Generador -	18,000
Combustible -	<u>73,000</u>
TOTAL	106,000

EnCana Oil & Gas: Análisis Económico

- Evalúe las URV

Capacidad –	500 Mcfd
Costo de Instalación -	US\$ 400,000
O&M -	US\$ 106,000/año
Valor del gas* -	US\$ 515,594/año

Precio gas (US\$/MMBtu)	3	5	7
Payback (meses)	24	12	8
VPN (US\$)	281,682	973,023	1,664,364

*Se asume un precio del gas de US\$5/MMBtu y que 1 Mcf = 1 MMBtu

Experiencia de la Industria: Anadarko

- Torre de recuperación de vapores (TRV)
 - Añadir tanque de separación entre el calentador/tratador o el separador de baja presión y los tanques de acopio que operan a presión atmosférica
 - Rango de presión de operación: 1 a 5 psig
 - El compresor (URV) es usado para capturar el gas de la TRV
 - El crudo/condensado fluye por gravedad de la TRV a los tanques de acopio
 - TRV aísla a la URV de los impulsos de gas con cambios de nivel en los tanques de acopio
 - La TRV es más tolerante a altas y bajas presiones
 - La presión estable permite un mejor factor de operación de la URV

Fotos de TRV/URV



Cortesía de Anadarko

Experiencia de la Industria: Anadarko

- La TRV reduce la caída de presión aproximadamente de 50 psig a 1-5 psig
 - Reduce las pérdidas por vaporización (flasheo)
 - Captura más producto para venta
 - Las ganancias netas de Anadarko fueron entre US\$7 y US\$8 millones de 1993 a 1999 utilizando la configuración TRV/URV
- Costos de capital del equipo: \$11,000
- Tamaño estándar de TRV disponible para la tasa de producción de crudo
 - 20" x 35'
 - 48" x 35'
- Anadarko ha instalado cerca de 300 TRV/URV desde 1993 y continúa de acuerdo a sus necesidades

Servipetrol/ Petrobras Bolivia

- Instaló unidades de recuperación de vapores en Caranda, Bolivia a finales de este año.
- 2,000 bopd; 40 gravedad API del crudo; presión del separador 50 psig
- Estimación promedio de captura de gas por 141 Mcfd
- Retorno anual de US\$257,800 más el valor del condensado producido



Lecciones Aprendidas

- La recuperación de vapores puede acarrear generosos reembolsos cuando existe mercado para el gas recuperado
 - La recuperación de gas de alto poder calorífico tiene un valor agregado
 - La tecnología de recuperación de vapores puede ser altamente rentable en la mayoría de las aplicaciones
 - Los modelos Venturi jet trabajan bien en cierto nicho de aplicaciones, con costos de operación y mantenimiento reucidos
- El potencial de reducción de costos de cumplimiento normativo pueden ser considerados en la evaluación económica de las URV, EVRU™ o Vapor Jet

Lecciones Aprendidas (Continuación)

- Las URV deben ser dimensionadas para el máximo volumen esperado de los tanques de acopio (una regla de dedo es duplicar el volumen diario promedio)
- Los compresores rotatorios, de tornillo y de aletas son recomendables para las URV cuando el diseño Venturi ejector jet no es aplicable
- Se recomienda el EVRU™ en donde hay un compresor de gas de alta presión con capacidad disponible
- Se recomienda el Vapor Jet en donde se produzca agua, menos de 75 Mcf por día de gas y presiones de descarga por debajo de 40 psig