



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES

Reducción de las Emisiones de Metano:
Guía de mejores prácticas

Venteo

Noviembre 2019



Aviso informativo

Este documento ha sido desarrollado por la iniciativa Methane Guiding Principles. La Guía proporciona un resumen de las medidas de mitigación actuales, los costes y las tecnologías conocidas hasta la fecha de publicación, no obstante pueden modificarse o mejorarse con el tiempo. La información que se incluye refleja el conocimiento de los autores, sin embargo puede que no refleje el punto de vista o la posición de todos los miembros de la iniciativa Methane Guiding Principles. Así mismo los lectores deberán analizar la información proporcionada. No se otorga ninguna garantía sobre la integridad o exactitud de la información incluida en esta Guía por SLR International Corporation y sus contratistas, la iniciativa Methane Guiding Principles o sus miembros.

Esta guía describe las acciones que una compañía puede llevar a cabo para mejorar la gestión de sus emisiones de metano. Estas acciones o recomendaciones no son obligatorias y para cada caso en particular puede haber otras alternativas más efectivas. Lo que las empresas decidan hacer dependerá de las circunstancias, del riesgo que conlleva implementar esa gestión y del régimen legal aplicable.

Contenidos

Resumen	2
Introducción	3
Cuantificación de emisiones	6
Estrategias de mitigación	7
Lista de Verificación	14
Referencias	15

Resumen



Los venteos son emisiones de metano liberadas a la atmósfera.

Esta guía pretende ayudar a identificar las principales fuentes de venteo y reducir las emisiones de metano a partir de ellas.

Las estrategias generales para la reducción de emisiones son las siguientes;

Las mejores prácticas para reducir las emisiones de metano por venteo

- ✓ Mantener un inventario preciso de los venteos
- ✓ Evitar o reducir el venteo de:
 - Tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos
 - Sellos de compresores y turbinas de arranque
 - Deshidratadores de glicol
 - Descarga de líquidos en pozos de gas
 - Operaciones de completación de pozos
 - Venteo del gas del casing
- ✓ En el caso de que sea necesaria la liberación del metano, es preferible utilizar unidades de recuperación de vapores o quemar ese gas liberado, si es posible.
- ✓ Monitorización del venteo y evaluación de mejoras y controles.

Introducción

Los venteos son emisiones de metano liberadas a la atmósfera. El metano puede ser liberado intencionadamente, en procesos o actividades que están diseñados para ventear gas, o de forma no intencionada, en caso de fallos o por un mal funcionamiento de los equipos.

En este documento no se analizan todas las fuentes de venteo, si no que hace foco en las fuentes más frecuentes. Esta guía se refiere al gas venteado en los equipos clave, como cabeza de pozo, tanques de almacenamiento, compresores y deshidratadores de glicol.

Además se cubren los venteos derivados de las siguientes actividades:

- la etapa de completación de un pozo; y
- las descargas de líquidos en los pozos de gas.

Los venteos se producen en todas las fases de la cadena de suministro del gas y en una gran variedad de actividades. Esta guía se centra en los equipos y las actividades que se han identificado como principales fuentes de emisión. A continuación, en la Tabla 1 se analizan los tipos de equipos, y en la Tabla 2 se analizan las actividades que son principales fuentes de emisiones.

Tabla 1: Principales fuentes de venteo (equipos)

Equipo	Causa	Cuándo se producen las emisiones	Condiciones	Área de operaciones
Tanques de almacenamiento de líquidos producidos, como condensado, petróleo crudo, o agua	"Flash" del gas en tanques sin unidades de recuperación de vapor	Los tanques pueden tener emisiones relacionadas con el "flash" que se produce con la expansión del líquido al llegar al tanque desde otros recipientes. Lo más frecuente, es que los tanques estén próximos a la presión atmosférica, pero los recipientes de los que proviene el líquido están a mayor presión.	Operación normal	La mayoría de los tanques de almacenamiento se encuentran en áreas de producción, pero existen también algunos en áreas de procesamiento y en áreas de transmisión y almacenamiento.
	Carga y descarga de cisternas y medición de nivel en tanques	El gas se libera cuando se abre la compuerta del tanque habilitada para la medición de nivel o cuando se carga en el camión o tren cisterna.	Actividad rutinaria	
	Llegada de vapores a un tanque	El gas se libera desde el tanque como consecuencia del arrastre de una corriente de gas enviada de forma no intencionada desde el sistema aguas arriba.	Equipos defectuosos o inadecuados aguas arriba, especialmente en los separadores	

Tabla 1: Principales fuentes de venteo (equipos) (continuación)

Equipo	Causa	Cuándo se producen las emisiones	Condiciones	Área de operaciones
Compresores	Carcasa alrededor del vástago en compresores alternativos	Se producen pérdidas en el cierre mecánico alrededor del vástago.	Operación habitual	Los compresores se utilizan en áreas de producción, en sistemas de recolección, en áreas de procesamiento y áreas de transmisión y almacenamiento, y también en áreas de exportación de gas natural líquido (GNL).
	Sellos húmedos en compresores centrífugos	Se producen pérdidas en el cierre mecánico de los anillos alrededor del eje del compresor.	Operación habitual	
	Turbinas de arranque (accionadas con gas)	Emisiones puntuales liberadas por estas turbinas cuando se arranca un compresor que está parado.	Operación habitual	
Deshidratadores de glicol	El venteo de la regeneradora no está dirigido a antorcha	El agua absorbida por el glicol circulante se ventea a la atmósfera tras su paso por la regeneradora. El metano que se haya arrastrado también se libera. Si además se utiliza una bomba de glicol pobre accionada con gas, estas emisiones se añaden a las anteriores.	Operación habitual	Los deshidratadores se utilizan en en áreas de producción, en sistemas de recolección y almacenamiento.
Cabeza de pozo (Wellhead)	Venteo de gas del espacio anular	Algunos pozos de petróleo donde no se vende el gas asociado se ventea el gas acumulado en el anular a la atmósfera.	Operación habitual	Producción de petróleo

Tabla 2: Principales fuentes de venteo (actividades)

Actividad	Causa	Cuándo se producen las emisiones	Condiciones	Área de operaciones
Terminaciones de pozo	La retirada de líquidos, sólidos y gases no deseados de pozos después de la perforación y fractura.	Después de la perforación, un nuevo pozo se pone en producción tras la limpieza de cuttings, arena y el fluido de perforación del pozo. Este proceso, y el proceso que viene a continuación de prueba de pozo, pueden dar lugar a venteo o quema de gas.	Operación habitual	Sólo en la producción.
Extracción de líquidos en pozos de gas (también llamados “descarga de líquidos”)	Extracción líquidos acumulados en los pozos de gas en declino.	Para realizar la limpieza de un pozo, el fluido se descarga directamente a un recipiente que está a menor presión, como un tanque atmosférico, desde donde se ventea.	Cuando el pozo está aislado y el gas fluye hacia la atmósfera. Esto solo ocurre según el procedimiento que se siga para la descarga de líquidos.	Sólo en la producción.

Las fuentes de emisión que esta guía trata constituyen aproximadamente el 16% de las emisiones totales de metano de los sistemas de petróleo y gas en Estados Unidos.^{1,2}

Algunas fuentes de venteo se abordan en otras guías de mejores prácticas, tales como el venteo durante la preparación de equipos para su mantenimiento, que está cubierto en la Guía “Reparaciones operativas”, venteo de dispositivos neumáticos, que está cubierto en la Guía “Equipos neumáticos”, y venteo derivado del apagado de antorchas, que está cubierto en la Guía “Antorchas”.

Cuantificación de emisiones

Las emisiones de metano se cuantifican y expresan como un caudal, por ejemplo como masa por unidad de tiempo (por ejemplo, kilogramos por hora) o volumen por unidad de tiempo (por ejemplo, metros cúbicos estándar por hora), y puede ser estimado mediante cálculos de ingeniería, por medición directa de las fuentes de metano, o mediante el uso de modelos. Las emisiones de venteo se cuantifican en base a los métodos siguientes, enumerados a continuación en orden creciente de precisión y fiabilidad.

- **Factores de emisión por defecto** - las emisiones se calculan multiplicando el número de equipos (o actividades de venteo) por el factor de emisión promedio de equipo o de actividad.
- **Cálculos de ingeniería** – las ecuaciones para calcular las emisiones pueden usar una gran variedad de información recopilada a nivel local para cuantificar estadísticamente ciertos procesos o actividades. En algunos casos, esto puede implicar la ejecución de un programa de ordenador (por ejemplo, las emisiones de flash de un tanque y las emisiones del regenerador del deshidratador de glicol). En esos casos, se puede utilizar un programa de simulación para predecir las emisiones en base a los principios teóricos y las ecuaciones de estado.
- **La medición directa de las emisiones** - esto se puede hacer utilizando la información de monitoreos rutinarios o, en algunos casos, la monitorización continua.

Hay varios métodos de medición directa aceptados y recomendados en la 'Guía de Mejores Prácticas para la Gestión de Metano en el Sector Oil&Gas' (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa) .³ Estos métodos incluyen el uso de:

- una bolsa de venteo calibrada;
- un muestreador de alta capacidad;
- medidores de flujo; o
- anemómetros.

La medición directa requiere un enfoque repetible con los procedimientos escritos, y las diferentes aproximaciones de medición conllevan sus propias incertidumbres. En algunos casos, obtener una medición directa exacta puede ser difícil, y puede ser preferible el enfoque de cálculos de ingeniería.

Estrategias de mitigación

Las estrategias para reducir las emisiones de venteo involucran lo siguiente:

- Reducir o eliminar la fuente de las emisiones mediante operaciones y diseño efectivas.
- Redirigir las emisiones a un dispositivo de control para evitar la emisión directa de metano a la atmósfera.
- Cuando no puede evitarse, el venteo debe ser rastreado, monitorizado y evaluado para poder implementar mejoras adicionales o controles.

El metano es un producto valioso que puede ser vendido, por lo que los equipos y las actividades han sido diseñadas para minimizar el venteo. La necesidad de algunos venteos puede reducirse mediante cambios en las operaciones, recuperación de gas para ser reutilizado, o quema del gas. Algunos venteos serán necesarios por razones de seguridad, técnicas o por coste-eficiencia. Cuando es necesario ventear, el venteo debe ser monitoreado y evaluado para asegurar que se reduce al mínimo, siempre que sea posible.

Las fuentes de emisión incluidas en esta guía se han estudiado durante décadas. Hay varias guías sobre la reducción de estas emisiones de metano. Las guías y los programas específicos para sistemas de gas natural incluyen los siguientes:

- Climate and Clean Air Coalition's (CCAC) Oil and Gas Asociación Methane Partnership technical guidance documents:^{4,5,6,7,8,9,10}
 - **Number 3:** 'Centrifugal Compressors with Wet (Oil) Seals', 2017
 - **Number 4:** 'Reciprocating Compressors Rod Seal/Packing Vents', 2017
 - **Number 5:** 'Glycol Dehydrators', 2017
 - **Number 6:** 'Unstabilized Hydrocarbon Liquid Storage Tanks', 2017
 - **Number 7:** 'Well Venting For Liquids Unloading', 2017

– **Number 8:** 'Well Venting/Flaring During Well Completion for Hydraulically Fractured Gas', 2017

– **Number 9:** 'Casinghead Gas Venting', 2017

- Gas Star Program's 'Recommended Technologies to Reduce Methane Emissions', un programa de US EPA (United States Environmental Protection Agency¹¹) (www.epa.gov/naturalgas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions)
- 'Best Practice Guidance for Methane Management in the Oil and Gas Sector', de United Nations Economic Commission for Europe, agosto de 2019³
- Norwegian Environment Agency's 'Cold venting and fugitive emissions from Norwegian offshore oil and gas activities', un informe resumen preparado por Add Energy, abril de 2016¹²

Esta Guía de Mejores Prácticas no proporciona información sobre todos los métodos de reducción disponibles ya que no todos los métodos son aplicables a las emisiones por venteo.

Las estrategias de mitigación recomendadas para las fuentes específicas de venteo se resumen en la Tabla 3.

Estrategias de mitigación

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Tanques de almacenamiento - flash gas	Instalar unidades de recuperación de vapores (VRUs)	La mejor opción es la instalación de una VRU para reconducir los gases a ser reutilizados, vendidos o quemados.	Reducción del 95% en las emisiones si la VRU tiene una alta recuperación.	Guía Técnica CCAC ⁷ documento 6 EPA Gas Star ¹¹ NEA ¹²
	Intentar eliminar los tanques en las ubicaciones de producción	Añadir sistemas de LACTs (Lease Automatic Custody Transfer) en el punto de transferencia del petróleo o del gas.	Reducción del 100%	EPA Gas Star ¹¹
Tanques de almacenamiento - apertura y carga de los líquidos desde los tanques a los camiones	Instalar sistemas automáticos de medición.	La medición automática puede eliminar la necesidad de abrir la compuerta del tanque, por lo que puede reducir las emisiones de los tanques.	Reducción del 100%	Guía Emerson ¹³
	Introducir una línea de equilibrio o de intercambio de gases entre el tanque y los vehículos cisterna.	Puede instalarse líneas de retorno de vapores para reconducir o controlar los gases desplazados en la cisterna durante la carga de líquidos a las cisternas. Los gases pueden ser o bien devueltos a los tanques (por la línea de equilibrio) o bien enviados directamente a un dispositivo de control	Variable	EPA Gas Star ¹¹
Almacenamiento tanques – barrido de vapor desde recipientes situados aguas arriba del tanque	Instalar controles para monitorizar la presión de los tanques.	Controlar la presión del tanque con un Sistema SCADA (supervision, control y adquisición de datos) pueden alertar a los operadores de condiciones de sobrepresión, que pueden desencadenar en emisiones directas a la atmósfera.	Variable	US EPA Settlements ^{14, 15, 16}

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Almacenamiento o tanques – barrido de vapor desde recipientes situados aguas arriba del tanque (continuación)	Monitorización rutinaria	La monitorización rutinaria de válvulas de descarga para asegurarse que funcionan correctamente, y la revisión rutinaria de compuertas de los tanques de almacenamiento y válvulas de seguridad, por ejemplo con una cámara OGI, permitirá detecciones más tempranas de estos vapores.	Variable	Guía Técnica CCAC ⁷ documento 6 NEA ¹²
Compresores - empaquetadura del eje del pistón en compresores alternativos	Realizar monitorización continua	Añadir un seguimiento regular para una detección periódica de fugas y un programa de reparación (LDAR). La información obtenida por el programa puede ser usada bien para evaluar las oportunidades de reducción del venteo o bien para la mejora en la monitorización posterior a los esfuerzos de mitigación.	Variable	Guía Técnica CCAC ⁵ Documento 4
	Reemplazar regularmente la empaquetadura del eje del pistón	Los reemplazos pueden ser programados o en base a las inspecciones. Los reemplazos programados se deben llevar a cabo al menos cada tres años, o tan pronto como se identifique un venteo elevado. Esta estrategia es más relevante para compresores de reserva (se puede intervenir sin afectar la producción).	Se espera una reducción de emisiones del 50 a 65%	Guía Técnica CCAC ⁵ Documento 4
	Reconducir las emisiones a un dispositivo de control	Las emisiones podrían ser dirigidas a una antorcha u otro equipo de combustión, como un incinerador.	Reducción de emisiones del 95%	Guía Técnica CCAC ⁵ Documento 4

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo (continuación)

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Compresores - sellos húmedos en compresores centrífugos	Monitorización regular de las fuentes de emisiones por venteo	<p>Introducir el programa LDAR periódicamente.</p> <p>La información del programa LDAR se puede utilizar para evaluar las oportunidades de reducir el venteo o en la mejora de la monitorización posterior a los esfuerzos de mitigación.</p> <p>Para obtener información sobre el desarrollo de un programa LDAR: ver la Guía de Mejores Prácticas en relación con las emisiones fugitivas.</p>	Variable	<p>Guía técnica CCAC⁴ documento 3</p> <p>NEA¹²</p>
	Reconducir las emisiones a un dispositivo de control	Las emisiones podrían ser dirigidas a una antorcha u otro equipo de combustión, como un incinerador.	Reducción del 95%	<p>Guía técnica CCAC⁴ documento 3</p> <p>NEA¹²</p>
	Sustituir sellos húmedos por sellos secos	<p>Los sellos secos utilizan generalmente menos energía y son más fiables. Sin embargo, la sustitución de sellos requiere una larga y a menudo costosa parada del compresor.</p> <p>Cuando se realice la compra de un nuevo compresor, éste debe tener sellos secos (aproximadamente 90% de los equipos en el mercado tienen sellos secos).</p>	Variable	<p>Guía técnica CCAC⁴ documento 3</p> <p>EPA Gas Star¹¹</p>

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo (continuación)

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Compresores - Turbinas de arranque accionadas con gas	Convertir las turbinas de arranque accionadas con gas por eléctricas	Las turbinas de arranque accionadas con gas utilizan la energía del gas presurizado para mover una turbina que arranca el compresor. Sustituyendo la turbina accionada con gas por una eléctrica se eliminaría el venteo. (Nota: El suministro eléctrico no siempre está disponible, o puede tener menor fiabilidad que la presión del gas en el lugar.)	Reducción del 100%	EPA Gas Star ¹¹ NEA ¹²
	Cambiar el gas por aire comprimido (EPA Gas Star)	El sistema de aire comprimido no siempre puede alimentar turbinas de arranque y es menos fiable que la presión del gas en una determinada localización.	Reducción del 100%	EPA Gas Star ¹¹ NEA ¹²
	Recuperar o quemar el gas de la turbina de arranque	El sistema tiene que tener una gran capacidad para la VRU o la antorcha para una operación que es puntual	Reducción del 95%	EPA Gas Star ¹¹
Deshidratadores de glicol –venteado de la regeneradora	Reemplazar una bomba de glicol accionada con gas por una bomba eléctrica	La sustitución de la bomba elimina el uso de gas que luego se descargaría en la corriente de glicol y termina siendo venteado en la regeneradora.	Reducción del 100% en las emisiones adicionales de la bomba.	Guía técnica CCAC ⁶ documento 5
	Instalar un separador flash, recuperar el gas, y optimizar el caudal de circulación del glicol.	(Nota: Algunos sistemas de control modernos disparan automáticamente el deshidratador en caso de fallo del sistema VRU que recupera los gases del tanque flash)	Reducción del 90%	Guía técnica CCAC ⁶ documento 5 NEA ¹²
	Reemplazar con un sistema deshidratador “emisiones casi cero”	Cambiar la tecnología para la deshidratación (por ejemplo, desecante) en los deshidratadores.	Reducción del 100%	Guía técnica CCAC ⁶ documento 5

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo (continuación)

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Venteo del gas del espacio anular (cabeza de pozo)	El venteo del espacio anular puede reducirse mediante el uso de sistemas de recuperación de vapores o mediante la quema en antorcha.	El gas puede ser recuperado instalando una nueva unidad de recuperación de vapores (VRU) o si ya existe enviarla a la existente. Si la recuperación no es posible, se quema el gas en la antorcha.	Reducción de emisiones del 95% si el VRU tiene un alto rendimiento. En el caso de antorcha, la reducción es del 95%.	Guía técnica CCAC ¹⁰ documento 9
Completación de pozos	Introducir un sistema de “terminaciones verdes” para la reducción de emisiones	El objetivo de la tecnología es capturar el gas de “flowback” para que pueda ser vendido o quemado tan pronto como sea posible, en lugar de ventearlo. Este paso requiere la instalación de varios equipos especiales para poder tartar y recuperar el gas de “flowback”. Es necesario instalar equipos portátiles durante la etapa final de completación de un pozo que estén diseñados para un elevado caudal de agua, arena y gas, y capturar el gas, de modo que pueda ser vendido.	Reducción del 90% aproximadamente	Guía técnica CCAC ⁹ documento 8
Reducir el venteo de la descarga de líquidos en los pozos de gas (liquids unloading)	Minimizar la duración del venteo cuando la purga es manual.	Realizar la purga manual a través de un tanque atmosférico, pero solo bajo la supervisión directa (no realizar esta operación de forma desatendida).	Desconocido, variable	Guía técnica CCAC ⁸ documento 7
	Alterar físicamente el pozo, modificando los equipos de fondo del pozo para que el venteo periódico no sea necesario.	Los operadores tienen una serie de opciones para eliminar líquidos de los pozos, lo que evitaría la necesidad de ventear. Por ejemplo, la adición de agentes espumantes, jabones o tensoactivos; instalación de “velocity tubing” para modificar la velocidad del fluido; instalación de compresores de gas-lift; o la adición de bombas de pozo.	Reducción del 100%	Guía técnica CCAC ⁸ documento 7

Tabla 3: Estrategias de mitigación de las emisiones de venteo (continuación)

Fuente de emisiones	Estrategia de mitigación	Descripción	Eficacia	Fuente de información
Reducir el venteo de la descarga de líquidos en los pozos de gas (liquids unloading)	Realizar la purga de líquidos en automático	En algunos casos, se puede instalar un sistema automatizado de purga de líquidos mediante un sistema de pistón "plunger lift". Este método puede ser diseñado para la eliminación del venteo.	Desconocido, variable	CCAC ⁸ documento de orientación técnica 7

Lista de Verificación

La siguiente lista de verificación le permite evaluar su progreso en la reducción de emisiones de venteo de metano. Puede introducir las estrategias en todas las instalaciones y equipos o empezar con sólo una selección.

Actividad	Terminado	Porcentaje de equipos o instalaciones
✓ Mantener un inventario preciso de los venteos		
✓ Evitar o reducir el venteo de: <ul style="list-style-type: none">• Venteo del gas del casing• Tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos• Sellos de compresores y turbinas de arranque• Deshidratadores de glicol• Descarga de líquidos en pozos de gas• Operaciones de completación de pozos		
✓ En el caso de que sea necesario el venteo de metano, es preferible utilizar unidades de recuperación de vapores o quemar ese gas liberado, si es posible.		
✓ Monitorización del venteo y evaluación de mejoras y controles.		

Referencias

1. United States Environmental Protection Agency (US EPA) '2017 Greenhouse Gas Reporting Program Industrial Profile: Petroleum and Natural Gas Systems' (Octubre de 2018)
2. US EPA 'Inventory of Greenhouse Gas Emission and Sinks, 1990-2017' (Abril de 2019)
3. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) 'Best Practice Guidance for Methane Management in the Oil and Gas Sector: Monitoring, Reporting and Verification (MRV) and Mitigation' (Agosto de 2019)
4. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 3: 'Centrifugal Compressors with Wet Oil Seals' (2017)
5. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 4: 'Reciprocating Compressors Rod Seal/Packing Vents' (2017)
6. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 5: 'Glycol Dehydrators' (2017)
7. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 6: 'Unstabilized Hydrocarbon Liquid Storage Tanks' (2017)
8. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 7: 'Well Venting for Liquids Unloading' (2017)
9. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 8: 'Well Venting/Flaring During Well Completion for Hydraulically Fractured Gas Wells' (2017)
10. Climate and Clean Air Coalition's Oil and Gas Methane Partnership Technical guidance document 9: 'Casinghead Gas Venting' (2017)
11. Natural Gas Star Program 'Recommended Technologies to Reduce Methane Emissions', a program by the United States Environmental Protection Agency Available from www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommendedtechnologies-reduce-methane-emissions
12. 'Cold venting and fugitive emissions from Norwegian offshore oil and gas activities', a summary report prepared for the Norwegian Environment Agency (NEA) by Add Energy (Abril de 2016)
13. Emerson 'The Engineer's Guide to Tank Gauging' (2017)
14. US Environmental Protection Agency 'HighPoint Operating Corporation Clean Air Act Settlement' (Abril de 2019). Disponible en www.epa.gov/enforcement/highpoint-operatingcorporation-clean-air-act-settlement
15. US Environmental Protection Agency 'Noble Energy, Inc. Settlement' (Abril de 2015). Disponible en www.epa.gov/enforcement/noble-energyinc-settlement
16. US Environmental Protection Agency 'MarkWest Clean Air Act Settlement Information Sheet' (Mayo de 2018). Disponible en www.epa.gov/enforcement/markwest-cleanair-act-settlement-information-sheet

Referencias

17. American Petroleum Institute 'Consistent Methodology for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Liquefied Natural Gas (LNG) Operations', versión I (Mayo de 2015)
18. Gas Research Institute and the US Environmental Protection Agency 'Methane Emissions from the Natural Gas Industry', Volumen 14: Glycol Dehydrators (1996)
19. American Petroleum Institute 'Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry' (2009)
20. Michael McMahon 'Capturing the Tank Vapor Opportunity: Removing Oxygen from the Production Stream Reduces Emissions and Generates Incremental Economics', presentación en la Laurance Reid Gas Conditioning Conference, 25-28 de febrero, 2019. Disponible en www.ecovaporrrs.com/wp-content/uploads/EcoVapor-LauranceReid-Paper-Capturing-the-Tank-VaporOpportunity.pdf
21. Kent A Pennybaker and River City Engineering Inc Society of Petroleum Engineers 'Optimizing Field Compressor Station Designs' (Marzo de 1998)



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES