



1



Control de emisiones fugitivas en válvulas: Metodología para una estanqueidad confiable y sostenible

Roberto Araujo

Gerente Ingeniería de Aplicación
Teadit Brasil



2

¿Cómo reducir las emisiones fugitivas en la industria?

#CMCChile2025

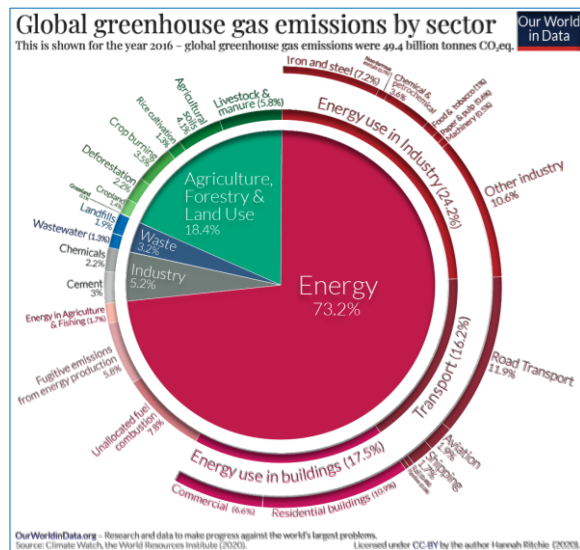
CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a EDICIÓN

3

Emisiones por sector

- 29% Industria
- 20% Agro
- 18% Construcción
- 16% Transporte
- **6% Emisiones Fugitivas**
- 3% Desperdicio
- 8% Otros

#CMCChile2025

TEADIT[®]
Scaling for a safer and greener tomorrowFuente: <https://ourworldindata.org>CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a EDICIÓN

4

Emisiones fugitivas



Leyes ambientales más **rigorosas**



ESG (Environmental, Social, Governance)



Pérdidas de producción



Mayor **costo de mantenimiento**



#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a
EDICIÓN

5

¿Qué podemos hacer?

- ¿Sabemos dónde están las emisiones fugitivas?

Hasta 70% se concentran en válvulas

- ¿Cómo garantizar bajo nivel de emisión fugitiva?

Hay normas, metodología y buenas prácticas

- ¿Podemos estimar las emisiones fugitivas?

Es posible medir y usar datos de la EPA



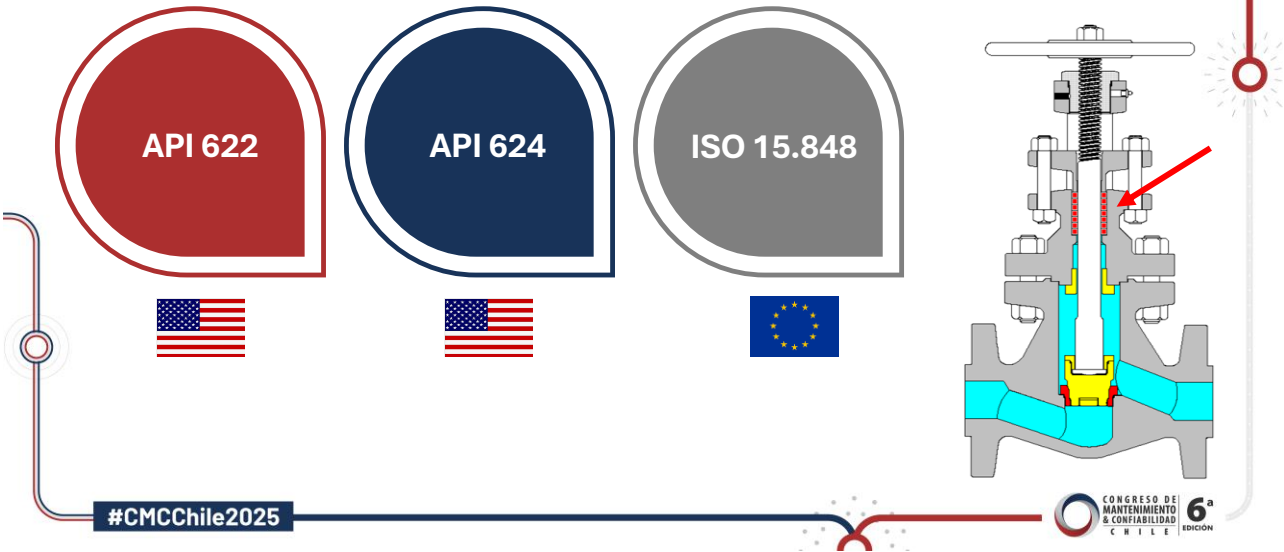
#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a
EDICIÓN

6

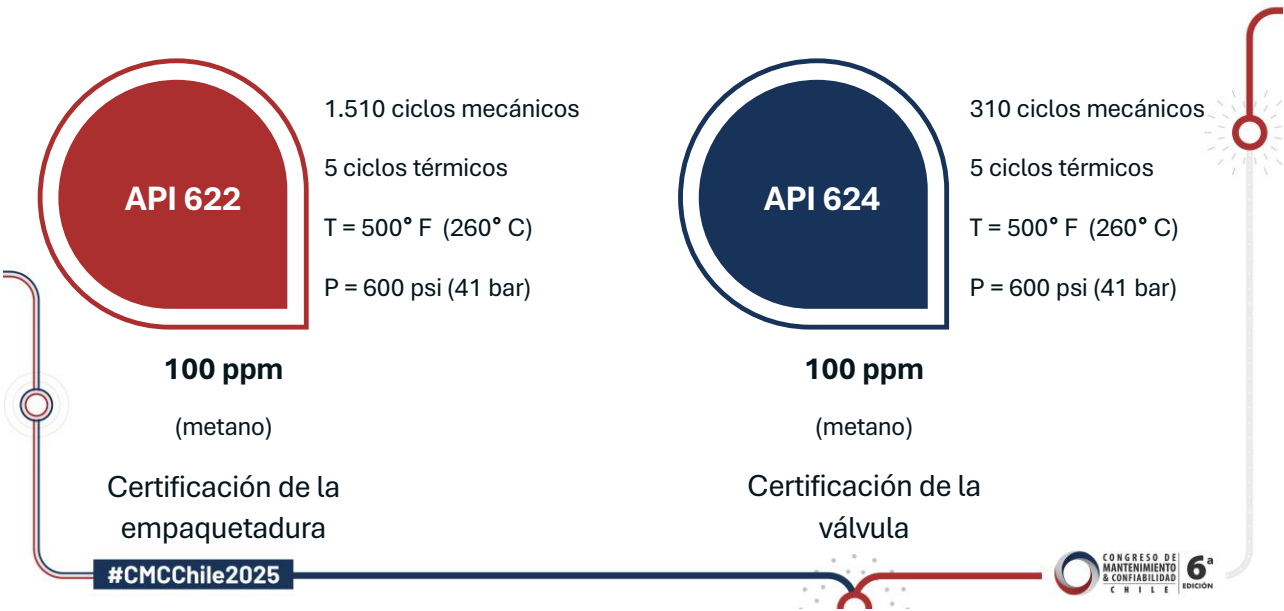


Principales **normas** para control de emisiones fugitivas de válvulas



7

API 662 – API 624



8

ISO 15848



ISO 15.848

2 hasta 4 ciclos mecánicos

200 hasta 100K ciclos térmicos

T = -196° C hasta 400 C

P = base en el rating de la válvula

10^{-5} hasta 10^{-2} mg.s⁻¹.m⁻¹ (helio)

50 hasta 500 ppm (metano)

Certificación de la
Válvula

#CMCChile2025



9

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?



**Especificación
correcta de la
empaquetadura**

**Cumplir con los
requisitos del
equipo**

**Procedimiento
de instalación**

#CMCChile2025



10

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?

Especificación correcta de la empaquetadura

Especificación de empaquetaduras:

- Hilo de grafito flexible + refuerzo de inconel®

Puntos importantes:

- Calidad de grafito flexible
- Aditivo para baja emisión (PTFE)

#CMCChile2025

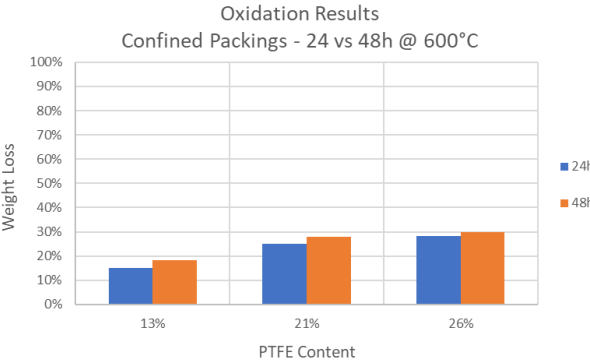
CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

11

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?

Especificación correcta de la empaquetadura

Atención al porcentaje de PTFE



Fuente: Laboratorio Teadit

#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

12

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?

Especificación correcta de la empaquetadura

Especificación de empaquetaduras:

- Hilo de PTFE
- **Puntos importantes:**
 - Sistema de carga constante (live loading)



#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

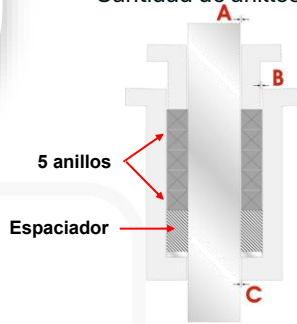
13

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?

Cumplir con los requisitos del equipo

Requisitos para sellado:

- Rugosidad de la caja de empaquetaduras y vástago (32 μ pul)
- Tolerancias de la caja de empaquetaduras
- Cantidad de anillos (5, máximo 6)



Prensa y vástago:
A = 0,90 hasta 1,50 mm

Prensa y caja:
B = 0,15 hasta 0,80 mm

Caja y vástago:
C = 1,00 hasta 1,65 mm



#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

14

¿Cuáles son los desafíos para garantizar bajas emisiones fugitivas en la operación?

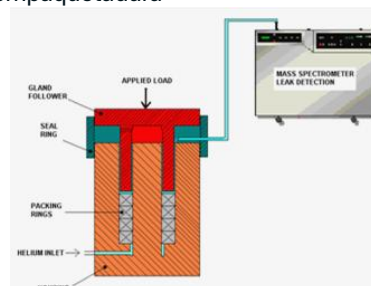


Procedimiento de instalación

Garantizar el apriete adecuado de la empaquetadura:

- Calcular torque de instalación
- Compactación correcta de la empaquetadura

Prueba de aplastamiento de la empaquetadura



#CMCChile2025

Fuente: Laboratorio Teadit

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

15

Aplicando los conceptos en el campo



Metodología para emisiones fugitiva (LDAR*):

- Medición de las emisiones fugitivas con analizador de gases
- Aplicar correcciones en la válvula
- Nueva medición de emisiones fugitivas
- Cálculo de la reducción de la pérdidas



* - LDAR (Leak Detection And Repair)

#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª EDICIÓN

16

Aplicando los conceptos en el campo

Ejemplo real (planta petroquímica en Brasil):



Válvula	Fluido	Presión	Temp.
1	Nafta	12 bar	110°C
2	Nafta	12 bar	110°C
3	Gas combustible	5 bar	30°C



Emisión en (ppm)

Válvula	Jul/22*	Ago/22	Oct/22	Jun/23	Abr/24
1	200	8,4	9,0	6,0	0,5
2	307	4,7	5,2	2,0	0,2
3	9.599	9,6	12,5	0,6	3,2

* Antes de la reparación de las válvulas

#CMCChile2025

17

¿Cómo estimar las emisiones fugitivas?

¿Qué dice la EPA?

Table 2-6. Refinery and SOCM Average Component Emission Factors^a

Equipment Type	Service	Refinery Emission Factor (kg/hr/source) ^b	SOCMI Emission Factor (kg/hr/source) ^c
Valves	Gas	0.0268	0.00597
	Light liquid	0.0109	0.00403
	Heavy liquid	0.00023	0.00023
Pump seals ^d	Light liquid	0.114	0.0199
	Heavy liquid	0.021	0.00862
Compressor seals	Gas	0.636	0.228
Pressure relief valves	Gas	0.16	0.104
Connectors	All	0.00025	0.00183
Open-ended lines	All	0.0023	0.0017
Sampling connections	All	0.0150	0.0150

Note: kg/hr/source = kilograms per hour per source

Fuente: Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries – Version 2.1.1

Considerando una
pequeña refinería
(5.000 válvulas)

Emisión / año:

$0,0268 \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} \times 5.000 \approx$

1.170 ton/año

#CMCChile2025

18

¿Cómo estimar las emisiones fugitivas?

¿Qué dice la EPA?

Table 2-2. Equipment Leak Rate for Petroleum and SOCMi Equipment Components^a

Equipment Type (All Services)	Default Zero Emission Rate (kg/hr/source)	Pegged Emission Rates (kg/hr/source)		Correlation Equation ^b (kg/hr/source)
		10,000 ppmv	100,000 ppmv	
Leak Rates for Petroleum Industry (Refinery, Marketing Terminals, and Oil and Gas Production)				
Valve	7.8E-06	0.064	0.14	$2.29E-06 \times SV^{0.746}$
Pump	2.4E-05	0.074	0.16	$5.03E-06 \times SV^{0.610}$
Other ^c	4.0E-06	0.073	0.11	$1.36E-06 \times SV^{0.589}$
Connector	7.5E-06	0.028	0.030	$1.53E-06 \times SV^{0.735}$
Flange	3.1E-07	0.085	0.084	$4.61E-06 \times SV^{0.703}$
Open-ended line	2.0E-06	0.030	0.079	$2.20E-06 \times SV^{0.704}$
Leak Rates for Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry (SOCMI)				
Gas valve	6.6E-07	0.024	0.11	$1.87E-06 \times SV^{0.873}$
Light liquid valve	4.9E-07	0.036	0.15	$6.41E-06 \times SV^{0.797}$
Light liquid pump ^d	7.5E-06	0.14	0.62	$1.90E-05 \times SV^{0.824}$
Connector	6.1E-07	0.044	0.22	$3.05E-06 \times SV^{0.885}$

Note: kg/hr/source = kilograms TOC per hour per source

Fuente: Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries – Version 2.1.1

Considerando una
pequeña refinería
(5.000 válvulas)

SV = Emisión en (ppm)

#CMCChile2025

Conclusión

Considerando emisión promedio: **10 ppm**

Refinería con 5.000 válvulas

Aplicando la fórmula de EPA:

$$2,29 \times 10^{-6} \times (10 \text{ ppm})^{0.746} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} \times 5.000 \approx \mathbf{0,6 \text{ ton/año}}$$

**Emisiones
ANTES**

1.170 ton/año

**Emisiones
DESPUÉS**

0,6 ton/año

#CMCChile2025



iGracias!

Roberto Araujo

roberto.araujo@teadit.com

SESIÓN

32

**ESCANEA EL
CÓDIGO QR**



**RESPONDE UNA
BREVE ENCUESTA**