



Reclasificación de Atmósferas Gaseosas Potencialmente Explosivas por Efecto de la Ventilación



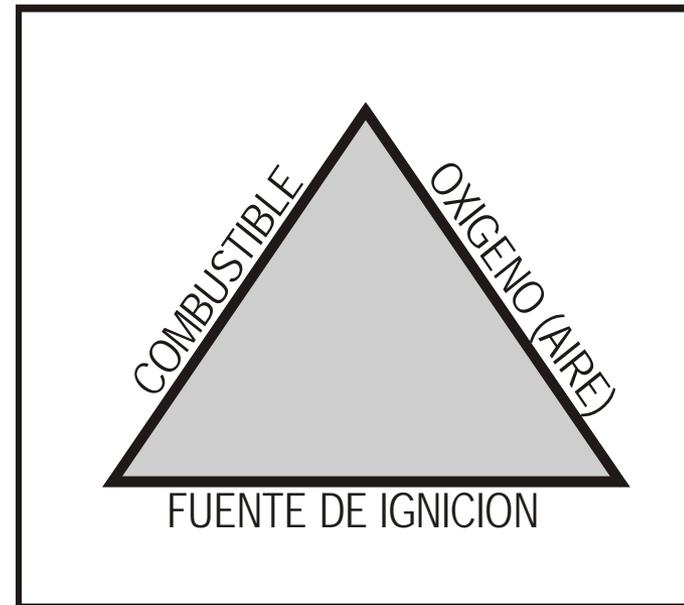
Combustión



Reacción de oxidación

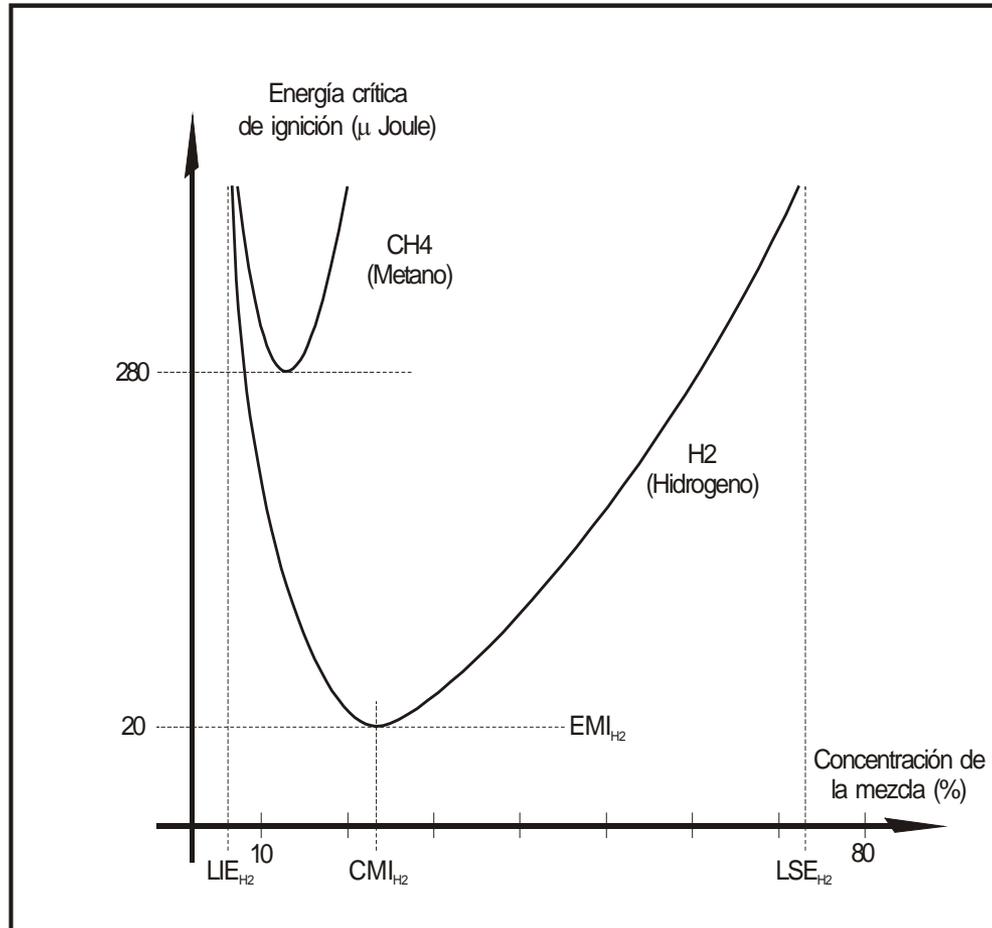
En la que **simultáneamente**

- ✓ un combustible,
- ✓ un comburente y
- ✓ una fuente de energía.





Energía crítica de ignición vs Concentración de la mezcla.



LIE: Límite Inferior de Explosividad.

LSE: Límite Superior de Explosividad.

CMI: Concentración de Máxima Inflamabilidad.

EMI: Energía Mínima de Ignición.



ZONAS = f(probabilidad de presencia de atm. explos.)

✓ **Zona 0:** En la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma **continua.**

→ **Fuente de escape de grado continuo.**

✓ **Zona 1:** ... se prevé pueda estar presente en forma **periódica u ocasional** durante el funcionamiento **normal.**

→ **Fuente de escape de grado primario.**

✓ **Zona 2:** ... **no se prevé** pueda estar presente en funcionamiento **normal.**

→ **Fuente de escape de grado secundario.**



Clasificación de Áreas

- ✓ Determinar el tipo de área o zona,
- ✓ Calcular su extensión,
- ✓ Definir sus particularidades en cuanto a la severidad del riesgo.

Luego los Clasificación de áreas, que es **un método de análisis y cálculo multidisciplinario**, permite una **evaluación cuantificada del riesgo**.

En los 2 primeras determinaciones, esto es en el tipo de zona, en cuanto a **la persistencia** de la atmósfera explosiva, y en **la extensión**, tiene una incidencia determinante **la ventilación**.



Ventilación

El gas o vapor que se ha escapado a la atmosfera **se puede diluir por dispersión o difusión en el aire** hasta que su concentración sea más baja que **el límite inferior de explosividad (LIE)**.

Según la IEC 60079 Parte 10.1, se definen 2 tipos de ventilación:

- ✓ **Ventilación natural.**
- ✓ **Ventilación artificial, general o local.**



Grado o intensidad de la ventilación

- ✓ **VA - Ventilación alta:** reduce de forma prácticamente instantánea la concentración a $< \text{LIE}$.
- ✓ **VM - Ventilación media:** controla la dispersión, manteniendo una situación estable.
- ✓ **VB - Ventilación baja:** no puede controlar la concentración durante el escape.

Disponibilidad de la ventilación

- ✓ **Disponibilidad "Buena":** La ventilación se mantiene de forma continua.
- ✓ **Disponibilidad "Aceptable":** La ventilación se mantiene en operación normal.
- ✓ **Disponibilidad "Pobre":** La ventilación no puede catalogarse de disponibilidad Buena o Aceptable.



Clasificación de zonas en función de la ventilación

VENTILACIÓN	GRADO	VA			VM			VB
	DISPONIBILIDAD	BUENA	ACEPTABLE	POBRE	BUENA	ACEPTABLE	POBRE	
GRADO DE ESCAPE	CONTINUO	(Zona 0 ED)	(Zona 0 ED)	(Zona 0 ED)		Zona 0 +	Zona 0 +	
		Sin Riesgo	Zona 2	Zona 1	Zona 0	Zona 2	Zona 1	Zona 0
	PRIMARIO	(Zona 1 ED)	(Zona 1 ED)	(Zona 1 ED)		Zona 1 +	Zona 1 +	Zona 1
		Sin Riesgo	Zona 2	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 2	*o Zona 0
	SECUNDARIO	(Zona 2 ED)	(Zona 2 ED)					Zona 1
		Sin Riesgo	Sin Riesgo	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	*o Zona 0

(Zona X ED) Zona X de extensión despreciable.

+ Significa "rodeada por"

* Cuando hay zonas que pueden definirse como "Sin ventilación".



Advertimos entonces las bondades de una buena ventilación, dado que de tal modo es posible:

- ✓ Realizar una **significativa reducción de la extensión** de las zonas,
- ✓ **Reducir el tiempo de permanencia** de la atmosfera explosiva pasando de tal modo de una zona a otra de menor riesgo,
- ✓ e incluso se puede llegar a **prevenir la formación de una atmosfera explosiva.**



Tratamiento de esta problemática en la industria del petróleo y del gas:

Para el caso de nuestra industria, además de las normas IEC, disponemos de un conjunto significativo de normas internacionales, que focalizan en las particularidades del petróleo y del gas.

- ✓ API (American Petroleum Institute).**
- ✓ IP Code – Part 15 (Institute of Petroleum).**
- ✓ NFPA (National Fire Protection Association).**
- ✓ Directivas ATEX 94/9/EC y 99/92/EC.**



1ro se clasifican los locales o áreas a ventilar, a partir de considerar qué tan abierta es cada área:

Clasificación de los locales a ventilar

✓ **Área abierta:** externa a los edificios, al aire libre (s/zonas con restricciones a la circulación de aire).

✓ **Área parcialmente cerrada:** edificaciones tipo refugio (por ej.: techo c/3 paredes).

✓ **Área cerrada:** todo edificio, sala o cabina, totalmente cerrada (movimiento del aire tan limitado, que no puede dispersar una atmósfera explosiva).



**En 2do lugar, se
definen los
siguientes tipos
de ventilación:**

✓ **Ventilación adecuada.**

✓ **Ventilación por Dilución.**

✓ **Ventilación por Presurización.**



Ventilación Adecuada

La ventilación se califica como Adecuada cuando es **suficiente para prevenir la acumulación de una mezcla** de gas-aire en concentraciones inflamables.

- ✓ La ventilación será adecuada mediante un caudal uniforme de ventilación de **al menos 12 renovaciones de aire por hora**.
- ✓ Se considera que **en "Áreas abiertas" la ventilación es adecuada** (Velocidad del viento en general $> 2\text{m/s}$; excepcionalmente baja a 0.5m/s)
- ✓ En **"Áreas parcialmente cerradas"**, la **API RP 505** (sección 6.6, ed. 2002), ofrece un método de cálculo p/determinar las áreas mínimas necesarias para las aberturas de entrada y salida del aire, que aseguran una ventilación adecuada (tiempo p/la renovación total del vol. de aire de la locación = 5 minutos - equivale a las 12 rev./hora).

"El objetivo de una ventilación adecuada es asegurar que un edificio que contiene fuentes de escape secundario, sea adecuadamente clasificado como Zona 2."



Ventilación por Dilución

Se trata de un sistema de **ventilación artificial**, de aplicación en **áreas cerradas**, y corresponde a un nivel de ventilación que supera la condición de ventilación adecuada. La norma lo define como:

“La ventilación por Dilución debe ser suficiente para llevar **inmediatamente** la concentración de la mezcla gas-aire inflamable por **debajo del 20% del LIE**, y mantenerlo en esa condición **todo el tiempo**”.

El nivel de ventilación por dilución se puede determinar mediante cálculo, y requiere un número muy considerable de renovaciones de aire por hora, típicamente **entre las 30 y las 90 renovaciones/hora**.

“El objetivo es diluir las atmósferas liberadas muy cerca de la fuente, de modo tal que no sea posible su ignición.”



Presurización

La presurización constituye otro sistema adecuado de **ventilación artificial**, se aplica para la **protección de salas u otros locales cerrados**, en las siguientes condiciones:

- ✓ Locales que contienen equipos eléctricos u otras fuentes potenciales de ignición y están emplazados en áreas clasificadas como peligrosas. En estos casos se previene el ingreso a la sala de los gases o vapores inflamables, manteniendo en el interior de la sala un gas de protección a una presión superior a la del exterior – **Sobrepresión.**
- ✓ Locales que contienen fuentes potenciales de liberación de gases o vapores inflamables y están ubicados en un área segura, donde se tienen equipos eléctricos u otras potenciales fuentes de ignición. En estos casos se previene el egreso desde la locación de gases o vapores inflamables, manteniendo en el interior de la misma un gas de protección a una presión por debajo de la presente en el exterior – **Depresión.**



Presurización (continuación)

- ✓ La diferencia de presión e/el interior y el exterior de la sala, deberá ser **> ó = a 25 Pa (0,25 mbar)**, y será monitoreada y detectada por un **interruptor de presión diferencial**, como mínimo.

Sobrepresión:

- ✓ La pérdida de la presión en el interior de la sala debe **iniciar una alarma**.
- ✓ La sala debe ser equipada con **detectores de gas fijos**, los que en caso de actuar, deben **inmediatamente y en modo automático**, aislar todas las fuentes de ignición **"no aptas para operar en una Zona 1"**.

Depresión:

- ✓ La pérdida de la presión en el interior de la sala debe también **iniciar una alarma**, y adicionalmente, debe **inmediatamente y en modo automático**, aislar todas las fuentes de ignición ubicadas en la vecindad de la sala, que sean **"no aptas para operar en una Zona 1"**.



Ejemplos de ventilación en la instalación de turbinas de gas

En relación a la problemática de las atmósferas gaseosas explosivas, una turbina de gas es:

❖ **Una potencial fuente de ignición.**

❖ **Una potencial fuente de liberación de gases inflamables.**

✓ Se deben instalar en **cabinas cerradas**, con el propósito de reducir el nivel de ruidos, y asimismo para generar un área segura por aplicación de un sistema de **ventilación por dilución** (diluir las atmósferas liberadas muy cerca de la fuente de escape).

✓ Las turbinas de gas no deben emplazarse en áreas clasificadas como Zona 1.



Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

- ✓ La ventilación de la cabina acústica de la turbina debe ser proporcionada por **un sistema principal**, y adicionalmente debe tener el respaldo de **un sistema stand-by**.
- ✓ El sistema de ventilación stand-by deberá:
 - ❖ Estar **certificado** para su operación en **Zona 1**.
 - ❖ **Arrancar en modo automático** en caso de fallo del sistema principal.
 - ❖ Ser alimentado por una **fuentes de energía de emergencia**, independiente del sistema de energía normal.



Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

- ✓ Una vez detenida la turbina, el sistema de energía auxiliar debe ser capaz de mantener en servicio el sistema de ventilación **hasta que las superficies calientes de la turbina se hayan enfriado por debajo de la temperatura de autoignición** de la mezcla gas-aire que es de esperar se presente dentro de la cabina.
- ✓ El ajuste de la **presión diferencial de 25 Pa** debe ser en modo:
 - ❖ Sobrepresión, cuando la turbina está ubicada por un área peligrosa.
 - ❖ Depresión, cuando la turbina está ubicada por un área segura.
- ✓ En ambos casos, se debe iniciar una **alarma en la Sala de Control**, si la presión diferencial cae por debajo de los 25 Pa (0,25 mbar).



Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

- ✓ Los **equipos eléctricos** dentro de la cabina, deberán ser **certificados para su uso en Zona 2 como mínimo**, mientras que aquellos que necesariamente deben quedar en servicio **en caso de fallo del sistema de ventilación**, deberán ser aptos para su operación en **Zona 1**.
- ✓ Antes del arranque del equipo y de energizar los equipos eléctricos, se debe **purgar el interior de la cabina**, con un sistema apto para **Zona 1**, y asegurando un **mínimo de 5 renovaciones de aire**.
- ✓ **Las tomas de aire fresco se deben situar en una zona segura**, distante al menos 2 metros de cualquier área clasificada como peligrosa, y aguas arriba de los vientos preponderantes respecto del resto de las instalaciones.



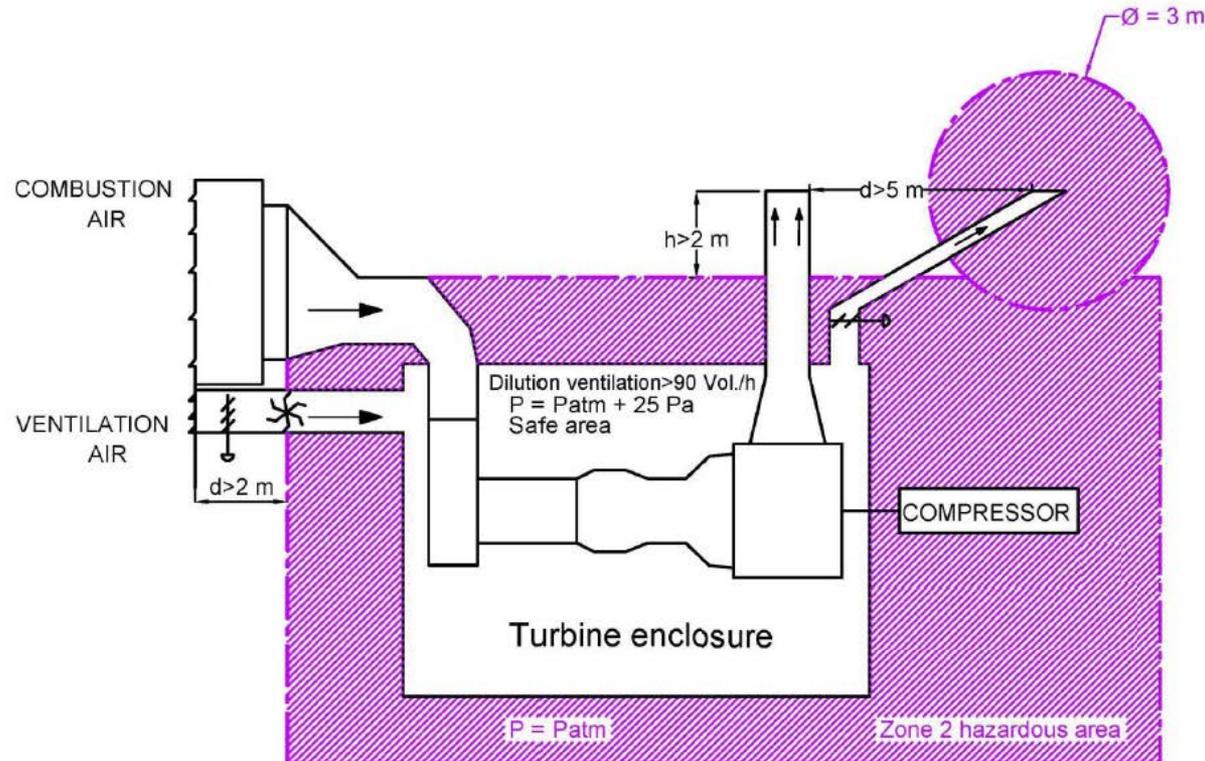
Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

- ✓ En cuanto a las descargas del sistema de ventilación:
 - ❖ **Serán considerados como fuentes de ignición** y por lo tanto sus bocas de descarga estarán situadas a no menos de 2 metros de cualquier zona de peligro.
 - ❖ Su **temperatura máxima de piel** deberá evaluarse. Se determinará si debe estar situado fuera de las zonas de riesgo y/o equipado con un aislamiento térmico adecuado.



Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

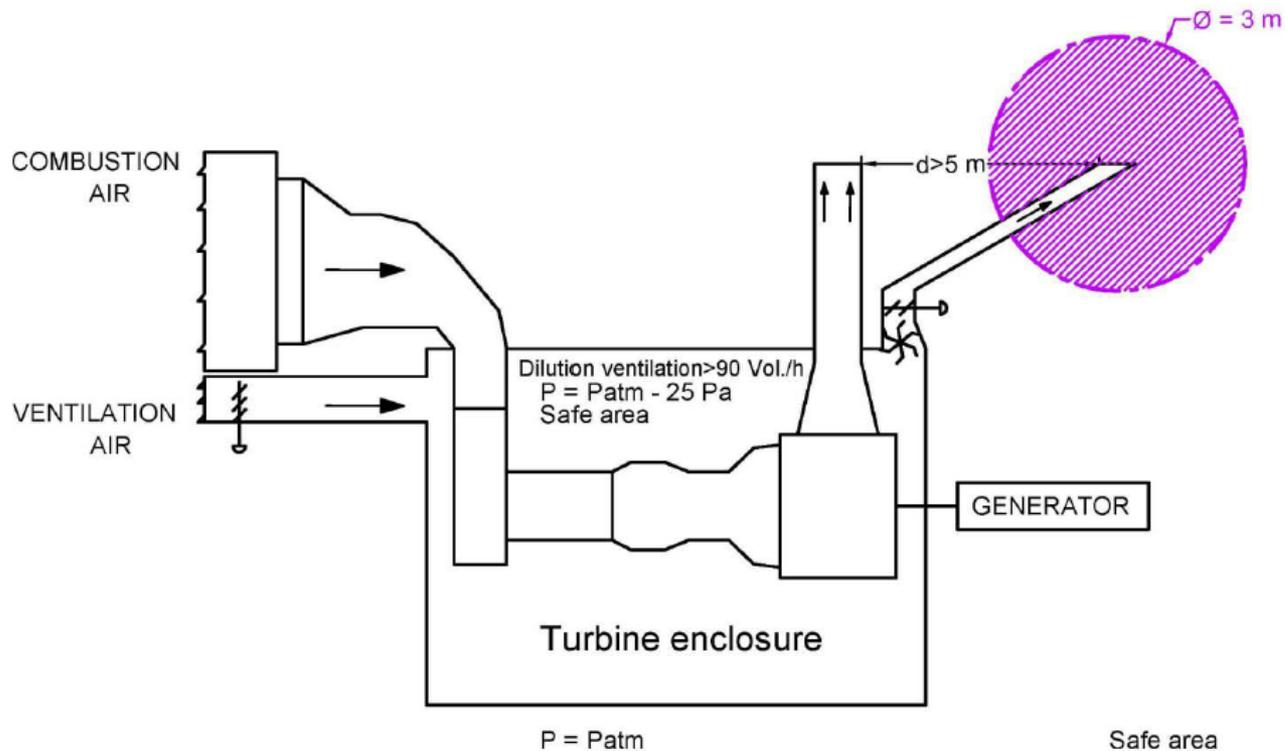
- ✓ Esquema de una turbina de gas operando como maquina motriz de un compresor que genera una Zona 2 en el emplazamiento del conjunto turbina-compresor, y en consecuencia la cabina resulta con sobrepresión interna.





Ej. ventilación en la instalación de turbinas de gas (cont.)

- ✓ Esquema de una turbina de gas operando como maquina motriz de un generador eléctrico, por consiguiente resulta ubicada en una zona segura y la cabina presenta una depresión interna.





**3° Congreso Latinoamericano y 5° Nacional de
Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente
en la Industria del Petróleo y del Gas**
"Estrategias para una gestión segura y sustentable"

¡Muchas gracias por su atención!