

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	1 de25
Fing	Recipientes Sometidos a Presión			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro- Cuestionario			13/5/21

## Indice

1.	Introducción .....	2
	Fig Variación del Grado de exposición .....	2
	Fig Legislación relacionada .....	4
2.	Presión.....	5
	Fig Presión: Unidades.....	5
	Fig Densidades .....	5
	Fig Grafico: Tensión vs Deformación: Acero al carbono laminado .....	6
	Fig Variación de la Presion atmosferica con la altura .....	7
3.	Gases .....	8
	Fig Ecuación General de Estado Gases Ideales .....	8
	Fig Gases reales .....	9
	Fig Tabla Temperatura crítica .....	10
4.	Recipientes .....	11
	Fig Recipientes (Partes) .....	11
	Fig Espesores de pared en función de la posición .....	11
	Fig Forma mas eficiente para recipientes a presión (ejem : burbuja )osición .....	12
	Fig Espesor recipiente función de la Eficiencia de la soldadura .....	13
	Fig Espesor del cabezal relacionado con el espesor de la envolvente .....	13
	Fig Gases reales (PV).....	14
	Fig GL Posición de uso / posible rotura .....	15
	Fig Definiciones algunos accesorios recipientes .....	17
	Fig Tareas de revisión periódica de recipientes.....	17
	Fig Presiones aprox de algunos recipientes .....	18
	Fig Equipo de oxicorte / soldadura oxiacetilénica .....	19
	Fig Pautas de almacenamiento de cilindros .....	20
5.	Explosiones- Deflagraciones.....	21
	Fig Tipos de explosión - deflagración (bleve- ucve) .....	21
	Fig Deflagración ( ejem aprox: Pérdida de gas + fuente de calor) .....	22
	Fig Explosión + Deflagración ( ejem aprox: Gas almacenado en recip (globo a aprox 1 kg/cm2) + fuente de calor) .....	23
	Fig Explosión + Deflagración ( ejem aprox: Gas almacenado en recip (botella Pet a aprox 4 kg/cm2) + fuente de calor) .....	23
	Fig Explosión + Deflagración ( ejem aprox: Gas licuado Butano almacenado en recip (encendedor) + fuente de calor) .....	24
	Fig BLEVE + UVCE ( ejem aprox: Carburo de Calcio + Agua) .....	25

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	2 de25
Fing	Recipientes Sometidos a Presión			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro- Cuestionario			13/5/21

## 1. Introducción

**Riesgo:** fc (Peligrosidad; Grado de exposición) **Recipientes Sometidos a Presión**

**Peligrosidad:** fc Energías Peligrosas (Energía que se puede salir de control > Resistencia) Ejems

- > Energía > Peligrosidad > Riesgo

ejems:

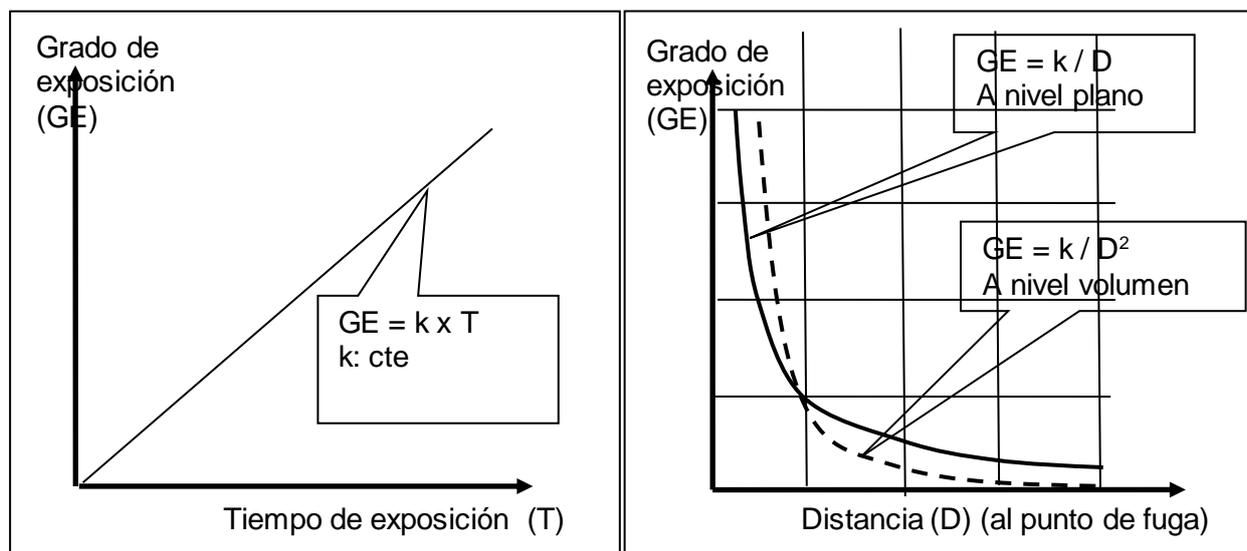
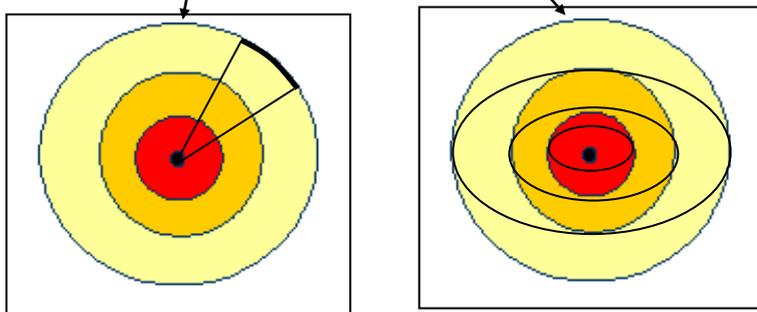
- **Diferencia de presiones** = (Presión Interior – Presión Exterior.)
  - Energía = Trabajo = **Presión** x Volumen

Medidas de control

- > Medidas de Control (Grado de redundancia) < Peligrosidad < Riesgo
- ejem: < Diferencia de presión < Peligrosidad < Riesgo

**Grado de Exposición** (Físico, Síquico, Técnico (Conocimiento; Equipamiento): fc ejem:

- Tiempo de exposición: > Tiempo > Grado de exposición > Riesgo
- Distancia: > Distancia < Grado de exposición < Riesgo
  - a nivel plano a > **dist** > **arco** = a r < **Grado de exposición**
  - A nivel de volumen a > **dist** > **área de casquete esferico** =  $k (4 \pi r^2)$  < **Grado de exposición**



**Fig Variación del Grado de exposición**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	3 de25
Fing	Recipientes Sometidos a Presión			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro- Cuestionario			13/5/21

Medidas de Control (Eliminación, Prevención, Mitigación, Remediación)

- > Medidas de control (Grado de redundancia) < Grado de Exposición < Riesgo
- ejem:
  - Capacitación / Entrenamiento/ Evaluación / Selección del personal: (General, específico)
  - Cálculo/ Verificación/ Selección/ Inspección/ Mantenimiento/ Uso de: Equipamiento/ Instalación
  - Revisión de legislación inherente
  - Elaboración de procedimientos de trabajo
  - **Control/ Seguimiento**, etc

Nota: IRAM 3800

Se puede considerar para la Evaluación/ Análisis de Riesgo que si se han implementado las Medidas de Prevención / Controles y estos

- Están en general conforme a requisitos establecidos o normas legales (Nacionales, Provinciales, Municipales, internas del comitente)
- Son **adecuados** para la tarea
- Son **conocidos/ entendidos** por todos aquellos involucrados
- Son **ejecutados** por todos aquellos involucrados

Por lo que por lo pronto NO requieren de acción ulterior , salvo asegurarse, cuando corresponda que se siguen aplicando Las medidas de prevención/ los controles: Verificando frecuentemente (diariamente / constantemente) por:

- Personal directivo / supervisión (Seguridad Integrada)
- Personal de SSA

Se/ debe conocer en profundidad entre otros: **el proceso, la base de funcionamiento, el equipamiento/instalaciones, materiales, etc** para poder implementar las medidas adecuadas de Eliminación, Prevención, Mitigación y Remediación de Riesgos en las Áreas de **Seguridad Laboral, Salud Ocupacional y Ambiente (SSA)**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	4 de25
Fing	Recipientes Sometidos a Presión			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro- Cuestionario			13/5/21

### Ejercicios:

- **Tachar:** Considerando que el Riesgo = fc (Peligrosidad, Grado de exposición) para el caso de Recipientes a presión

Item	Vinculado con
Presión interna	<b>Peligrosidad o Grado de exposición</b>
Distancia al recipiente	<b>Peligrosidad o Grado de exposición</b>
Tiempo de trabajo en la cercanía del recipiente	<b>Peligrosidad o Grado de exposición</b>

- Cuales son los articulos vinculados al tema

Tema	Art Dec 911/96	Art Dec 351/79
Soldadura y corte por gas		153
Generadores de acetileno *1 <b>No usar</b>	344	154
Carburo de Calcio *1 <b>No usar</b>	345	
Cilindros y gases a presión		
Reguladores		
Mangueras		
Boquillas y sopletes		
Generadores de vapor		
Compresores		
Cilindros de gases a presión		
Almacenaje		
Utilización de gases comprimidos		
Depósitos de aire comprimido		
Conductos de vapor y de gas		
Dispositivos de seguridad		
Aparatos que puedan desarrollar presión interna	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	138 a 144

### Fig Legislación relacionada

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	5 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

## 2. Presión

- Presión = Fuerza/ Area  $P = F/A$
- Presión = Densidad x Altura  $P = D \times H$

Unidades de Presión			
	aprox		aprox
1kgf/cm <sup>2</sup> =	14.22 psi	760 mm. Hg =	14.69 psi
	<b>1 at técnica</b>		<b>1 at física</b>
	735 mm. Hg		1.033 kgf/cm <sup>2</sup>
	1 Bar		1.013 Bar
	100 kPa Pa= N/m <sup>2</sup>		101,3 kPa
	10 mca		10.33 mca

**Nota: Para poder controlar (SSA) es necesario medir adecuadamente**

Fig Presión: Unidades

Líquidos	Kg/m <sup>3</sup>	Gases	kg/m <sup>3</sup>
Agua	1000	Aire (78 % N <sub>2</sub> + 21 % O <sub>2</sub> + 1% Otros en volumen)  (75 % N <sub>2</sub> + 23 % O <sub>2</sub> + 2 % Oros en peso)  PM aire = 0.75 x (14 x 2) + 0.23 (16 x 2) + ..... <b>PMaire = 28.967 gr/mol aprox 29 kg/mol</b>  <u>Ecuación Gral de estado de Gases Ideales</u> $P V = (M/PM) (P_0 V_0 / T_0) T$ (a P = 1atm y T= 273 K)  Densidad = $M/V = PM/V_0$ Densidad = $PM/V = (29 \text{ gr/ mol}) / (22.4 \text{ lt/mol}) = 1.29 \text{ gr/lt} = 1.29 \text{ kg/m}^3$	1.29
Aceite	900	Anhidrido Carbónico (CO <sub>2</sub> ) = $PM/V_0 = (1 \times 12 + 2 \times 16) / 22.4 = 1.98$	1.98
Hormigón fresco	2400	Nitrógeno (N <sub>2</sub> ) = $PM/V_0 = (14 \times 2) / 22,4 = 1.25$	1.25
Mercurio	13 600	Oxígeno (O <sub>2</sub> ) = $PM/V_0 = (16 \times 2) / 22.4 = 1.43$	1.43

**Nota: Para hacer SSA es necesario entender el PROCESO, lo cual implica entender el MODELO que lo representa (Ejem obtención/ deducción ECUACION)**

Fig Densidades

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	6 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

### Ejercicios

- Desarrollar conversión de unidades: 8kg/cm<sup>2</sup> (indicación manómetro compresor de aire) al SIMELA  
 $8 \text{ kg/cm}^2 \times \text{_____} \times \text{_____} \times \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____ kPa}$
- Si el neumático del auto indica **30 psi** cuanto es en  kg/ cm<sup>2</sup>
- Si estoy construyendo un edificio y tengo que bombear hormigón a 30 m de altura que presión mínima tengo a la salida de la bomba (sin considerar pérdidas de carga)= \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ =  kg/cm<sup>2</sup>
- Completar tabla y dibujar Diagrama aprox (Tensión vs deformación) de Acero al carbono laminado.

Sa 285	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
Tensión admisible	11850	
Tensión fluencia	24000	
Tensión rotura	45000	



Fig Grafico: Tensión vs Deformación: Acero al carbono laminado

- indicar aprox donde estaría la tensión producida por
  - Presión de Diseño**
  - Prueba hidráulica = 1,5 x Presión de diseño**
  - Prueba neumática = 1,1 x Presión de diseño**
- La presión interna mayor que la presión externa puede producir una: \_\_\_\_\_
- La presión interna menor que la presión externa puede producir una: \_\_\_\_\_

### Ejercicios Variación de la presión atmosférica en función de la altura

- Cual es la presión atmosférica a nivel del mar:  mm Hg
- Considerando **densidad cte del aire (1.29 kg/m<sup>3</sup>)**; por ejem

$pV = nRT$ $pV = (m/PM) (p_0 V_0 / T_0) T$ $m/V = PM / V_0 = (29 \text{ kg/mol}) / (22.4 \text{ m}^3/\text{mol})$ <p>Densidad del aire = 1.29 kg/m<sup>3</sup></p>
--

- Cual sería la altura de aire para una presión a nivel del mar de 760 mm. Hg  m
- Cual sería la presión atmosférica si trabajamos a una altura de 2000 m (aprox Localidad Las Vegas- Mza)  mmHg
  - Considerando que
    - respiramos 15 veces por minuto (0.5 lt/ respiracion) a nivel del mar
    - $p_0 V_0 = p_1 V_1$  (a temp cte)
    - que frecuencia de respiracion aprox tendríamos a 2000 m de altura para acarrear la misma masa de oxígeno \_\_\_\_\_

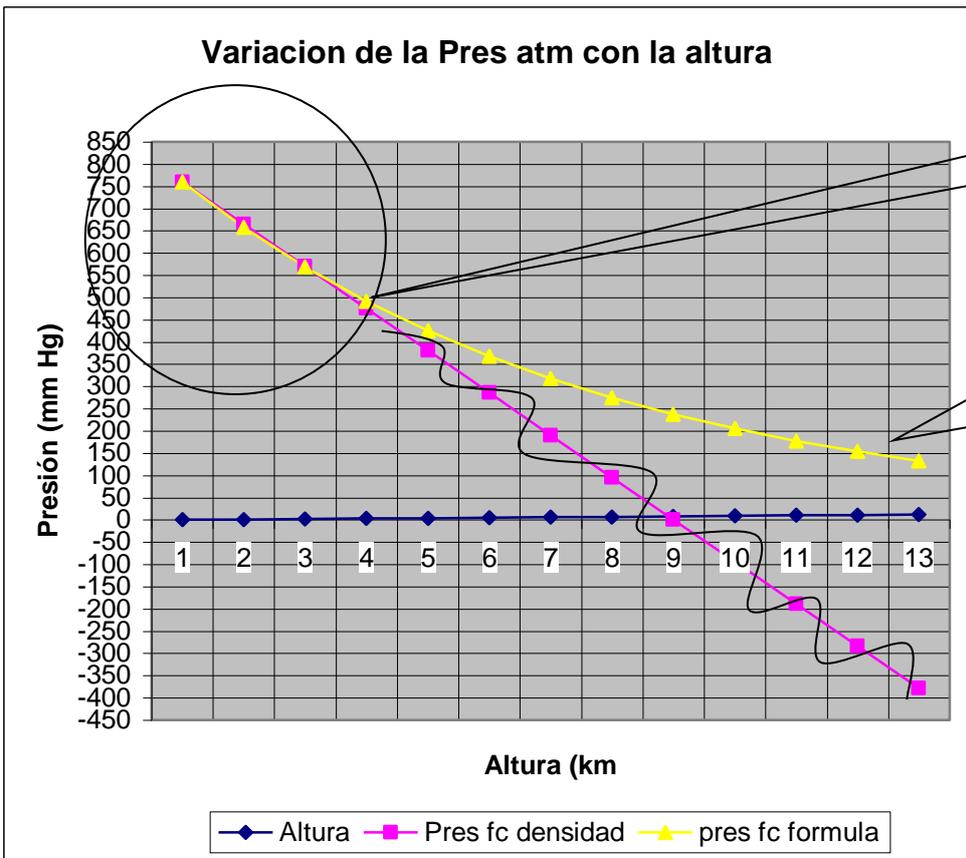
UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	7 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

- Considerando  $p = 760 \times e^{-0.1454 \times h}$  (donde: p: presión en mmHg h: altura en km)
  - Cual sería la altura para que la presión atmosférica sea: 700 mm. Hg  km
  - Cual sería la presión para una altura de 10000 m (altura vuelo aviones)

Altura	Pres atm (mm. Hg)	
	densidad	Formula
km	1,29 kg/m3	$p = 760 \times e^{-0.1454 \times h}$
0	760	760
1	665	657
2	570	568
3	475	491
4	380	425
5	285	367
6	191	318
7	96	275
8	1	237
9	-94	205
10	-189	178
11	-284	154
12	-379	133

Calculo aprox basado en densidad del aire  
 $760 \text{ mm. Hg} - (1.29 \text{ kg m}^3 \times \text{altura (m)} \times 760 \text{ mm. Hg} / 10330 \text{ kg/m}^2)$

Hasta aprox 3 km de altura dan valores similares



Hasta aprox 3 km de altura dan valores similares

Variación Presión (mas cercana a la realidad)

Fig Variación de la Presion atmosferica con la altura

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	8 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

### 3. Gases

#### Ecuación General de Estado (Gas Ideal)

$$p V = n R T$$

donde

**p** = presión (kgf/m<sup>2</sup>)

**V** = Volumen (m<sup>3</sup>)

**T** = temperatura (K)

n = número de moles = M/PM

**M** = masa (kg)

**PM** = Peso molecular (kg/mol)

R = Constante Universal de los Gases

R = 847 kgm/(mol K) = po vo/ To

**po = 10330 kg/ m<sup>2</sup>** (Presión atmosférica)

**vo = 22.4 m<sup>3</sup>/mol** (Ley Avogadro: 1 mol de un gas ocupa 22.4 m<sup>3</sup> en condiciones normales de po y To)

**To = 273 K**

**Desarrollo:**

**Ley de Charles Gay Lussac** (p= cte o V= cte)

$v_i - v_o = a v_o Dt$  (a p=cte: **isóbara**)

$a = (v_i - v_o) / (v_o Dt) = 1/273 = 1/ To$

$v_i = v_o + a v_o Dt = v_o a (1/a + Dt) =$

$v_i = v_o a (273 + Dt)$

**$v_i = v_o a T = v_o / To \times T$**

donde

v = volumen molar (m<sup>3</sup>/ mol) = V/n

V = volumen (m<sup>3</sup>)

n = nro de moles (mol)

a = 1/ 273 K (Coef de compresibilidad de los gases)

Dt = Variación de temperatura en °C o K

$T = 1/a + Dt = 273 + Dt$  (K)

**Ley de Boyle y Mariotte** (a T= cte: **Isoterma**)

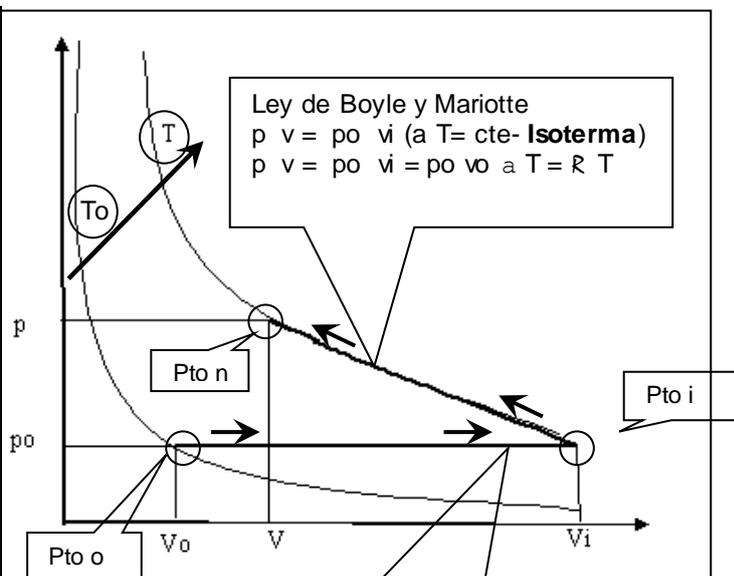
$p v = po v_i$

$p v = po v_i = (po v_o a) T = (po v_o / To) T$

$p v n = n (po v_o / To) T$

**$p V = M/PM (po v_o / To) T$**

**$p V = n R T$**



Ley de Boyle y Mariotte  
 $p v = po v_i$  (a T= cte- **Isoterma**)  
 $p v = po v_i = po v_o a T = R T$

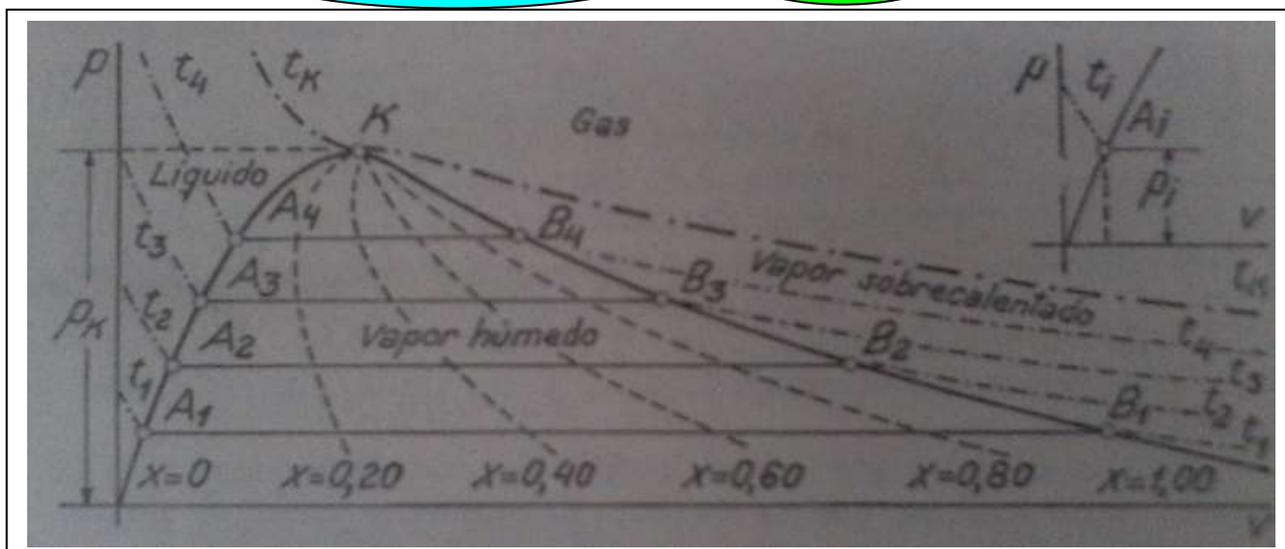
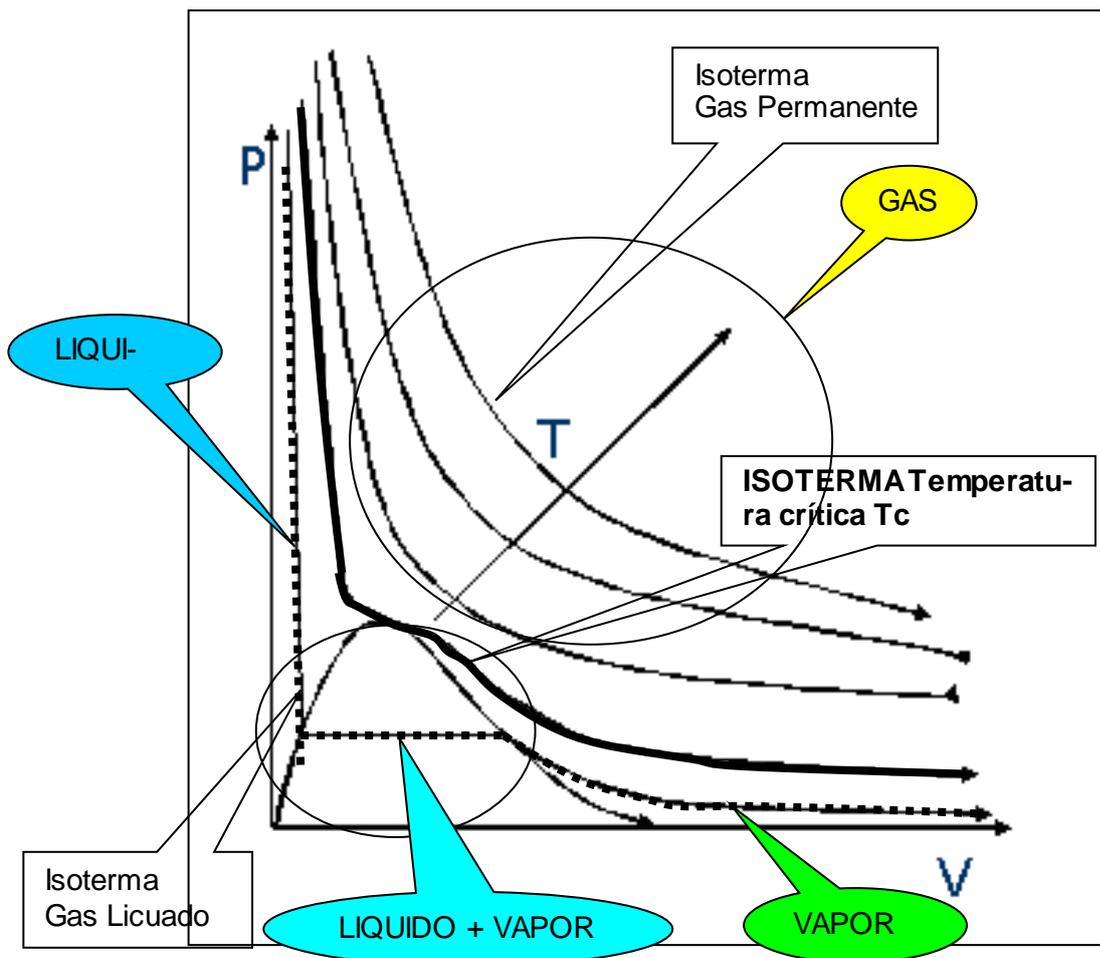
Ley de Charles Gay Lussac  
 $v_i - v_o = a v_o t$  (a p= cte **isobara**)  
 $v_i = v_o (1 + a t) = v_o a (1/a + t)$   
 $v_i = v_o a T$

Usar esta ecuación

**Nota: Para hacer SSA es necesario entender el PROCESO, lo cual implica entender el MODELO que lo representa (Ejem obtención/ deducción ECUACION)**

Fig Ecuación General de Estado Gases Ideales

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	9 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



Nota: Para hacer SSA es necesario entender el PROCESO,

Fig Gases reales

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	10 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

	Tc (°C)		Tc (°C)		Tc (°C)
<b>Oxígeno</b> O <sub>2</sub>	-119	<b>Metano</b> CH <sub>4</sub> (Gas natural > % CH <sub>4</sub> )	-82	<b>Hidrógeno</b> H <sub>2</sub>	-240
<b>Nitrógeno</b> N <sub>2</sub>	-147	Etano C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	32		
<b>Aire</b>	-141	<b>Propano</b> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (GLP Grado 1 > % C3)	97	<b>Acetileno</b> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	36
<b>Anhidrido carbónico</b> CO <sub>2</sub>	31	<b>Butano</b> C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (GLP Grado 3 > % C4)	152	<b>Argón</b> A	-122
		Heptano C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (Nafta: C7 a C12)	267	Amoníaco NH <sub>3</sub>	132
		Octano C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	296	Freon 12 C Cl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	112
				Anhidrido sulfuroso SO <sub>2</sub>	158
Agua	374			Helio He	-268

Fig Tabla Temperatura crítica

### Ejercicios

- Si la **temperatura del ambiente** esta
  - por encima de la **temperatura crítica** del gas: tenemos **Gas Licuado o Gas Permanente**
  - por debajo de la **temperatura crítica** tenemos **Gas Licuado o Gas Permanete**
- Para acumular en un recipiente mayor cantidad de **gas permanente** necesito aumentar :
  - la presión de almacenamiento
  - el volumen del recipiente
- Para acumular en un recipiente mayor cantidad de **gas licuado** necesito aumentar :
  - la presión de almacenamiento
  - el volumen del recipiente
- Observando la tabla anterior indicar en que estado está dentro del recipiente (gas a temperatura ambiente):

	P (kg/cm2)	Gas	Líquido
Oxígeno	200		
Nitrógeno	200		
Metano	200		
Propano	17		
Butano	10		
Acetileno	10		

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	11 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

#### 4. Recipientes

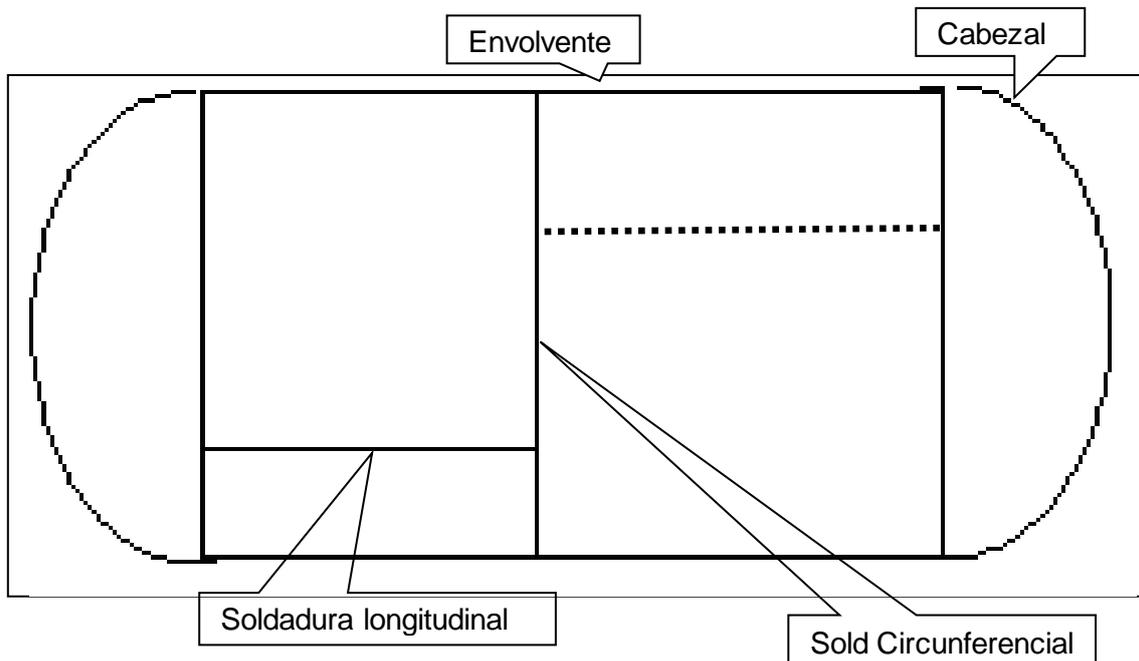


Fig Recipientes (Partes)

**Fuerza debida a la presión = Fuerza resistente del recipiente**

**Costura circunferencial**  

$$p \times \frac{p d^2}{4} = t \times p d \times \sigma_{adm}$$

**Costura longitudinal**  

$$p \times d \times l = 2 \times t \times l \times \sigma_{adm}$$

**Costura circunferencial**  

$$t = \frac{p \times d}{4 \times \sigma}$$

**Costura longitudinal**  

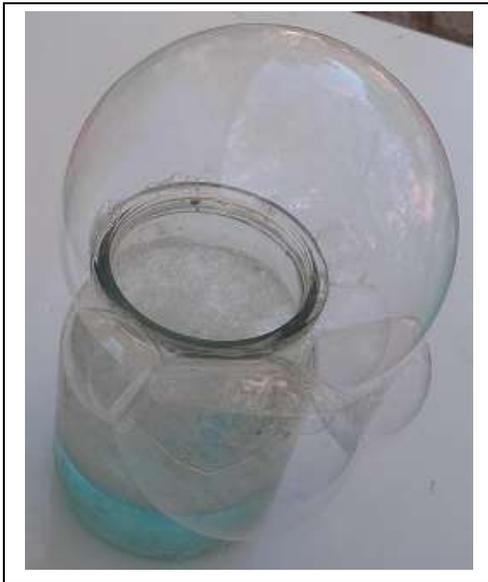
$$t = \frac{p \times d}{2 \times \sigma}$$

**> riesgo**

**Nota:**  
 el MODELO que lo representa (Ejem obtención/ deducción ECUACION)

Fig Espesores de pared en función de la posición

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	12 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



**Fig Forma mas eficiente para recipientes a presión (ejem : burbuja )osición**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	13 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

Tipo de soldadura	E (Eficiencia soldadura)	Esquema	observ
A tope doble	1 0.7		100% Radiografiado
A tope simple	0.6		
Solapa doble	0.55		
Solapa simple	0.45		

$t = p \times d / (2 \times s \times E)$	Espesor de la pared del recipiente (cm)
p=	Presión máxima de trabajo (kg/cm <sup>2</sup> )
d=	Diámetro (cm)
s=	Sadm=Tensión admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
E=	Coficiente en fc del tipo de unión (Eficiencia soldadura)

Fig Espesor recipiente función de la Eficiencia de la soldadura

A medida que los cabezales se alejan del semiesférico aumenta el espesor del cabezal

Tipo de cabezal (ejem)	t
Semiesférico	$\frac{1}{2}t$
Semielíptico	$> 0 = t$
Toriférico	$\gg t$
Cónico	$\gg t$

$a < f > t$

Fig Espesor del cabezal relacionado con el espesor de la envolvente

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	14 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

**Calcular:** (forma aprox para ver el grado de magnitud)

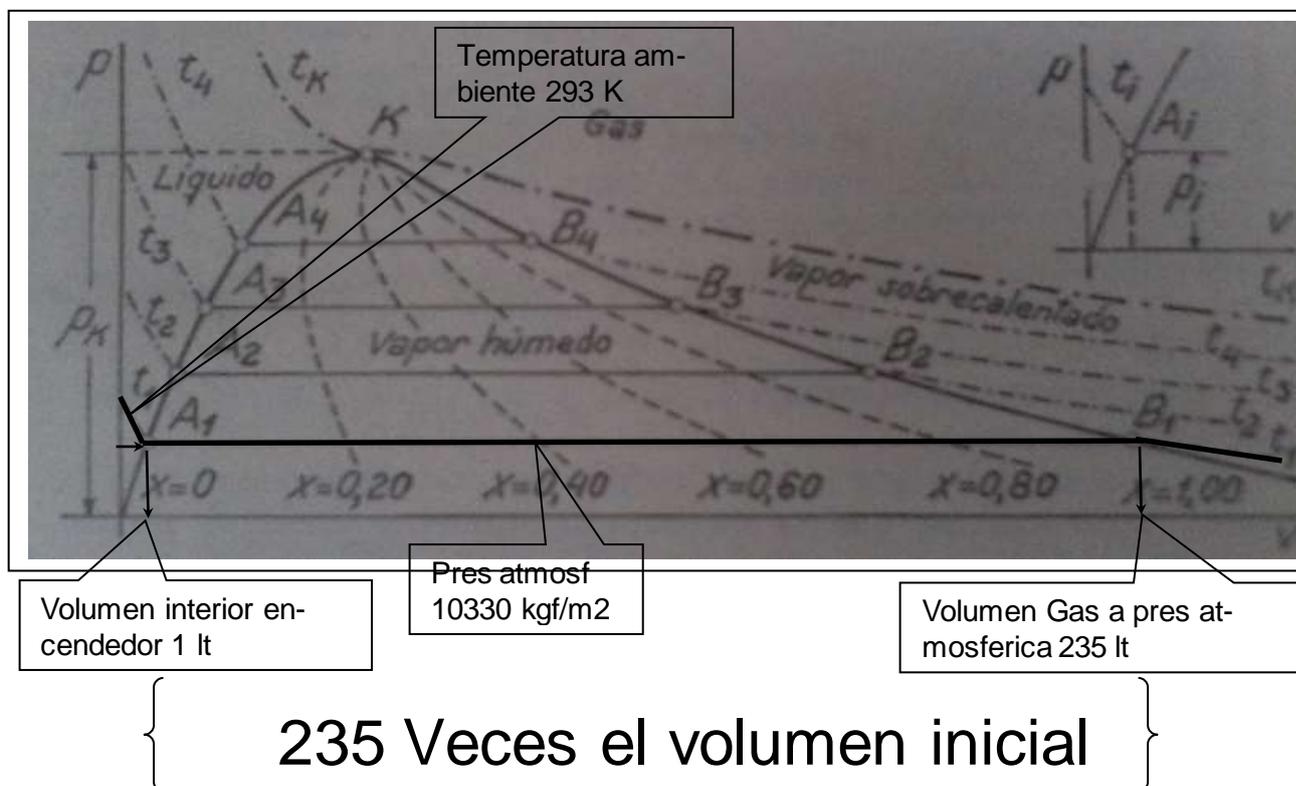
Volumen de gas a pres atmosferica y temperatura ambiente (aprox 20 °C) de 1 lt de Gas licuado (Butano C4 H10) :

sabiendo que

- Peso especifico Butano es **0.567 kg/ lt** (en estado líquido, dentro de recipiente a pres)

Vol unitario V	1 lt (vol de gas licuado dentro del recipiente)	
Peso especifico butano (liquido) Pe	0.567 kg/ lt	
Peso butano M	0.567 kg	$M = Pe \times V$
Peso molecular Butano C4 H10	$4 \times 12 \text{ kg/mol} + 10 \times 1 \text{ kg/mol} = 58 \text{ kg/MOL}$	
Temperatura ambiente	20 ° C	$273+20 = 293 \text{ K}$
Volumen molar	22.4 m3/MOL	
Presion atmosférica	10330 kg/m2	
Volumen Gas a pres atmosf lt	$(0.567 \text{ kg} / 58 \text{ kg/MOL}) \times (22.4 \text{ m}^3/\text{MOL} / 273 \text{ K}) \times 293 \text{ K}$ <b>235 lts</b> ( a 1 atm y 20°C)	$p V = (M/ PM) (p_0 V_0/T_0) T$
Relacion de volumenes	235 lt/1lt = <b>235 veces el volumen inicial</b>	

**Representar** en fig transformacionaprox



**Fig Gases reales (PV)**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	15 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

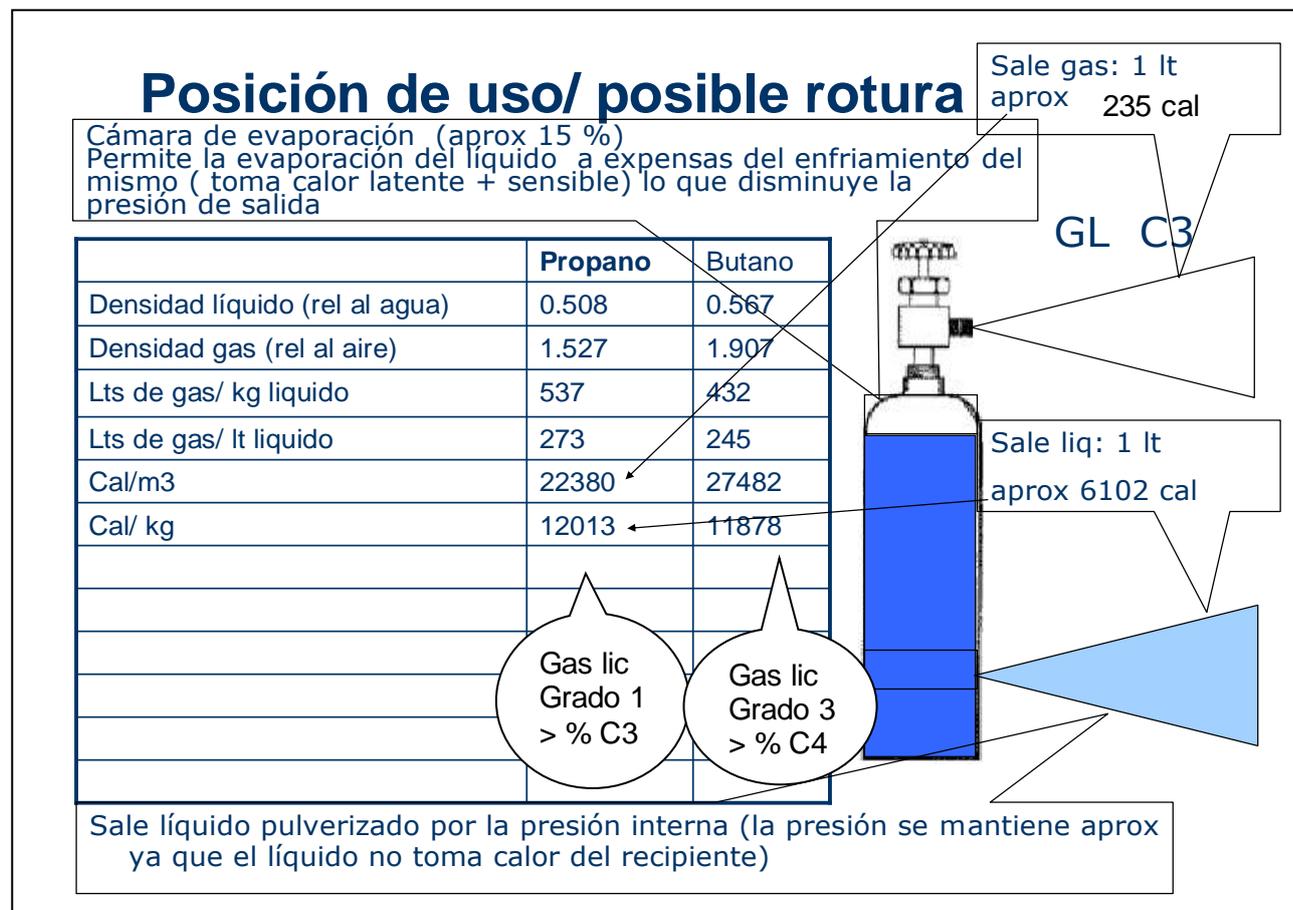


Fig GL Posición de uso / posible rotura

### Calculo /Verificación aprox como Gas ideal

Calcular volumen de Gas licuado Grado 1 (> % gas Propano (C3) )emitido por una pérdida de 1 lt/ seg por salida por válvula ( u orificio)

- A nivel de vapor
- A nivel de Líquido

#### A nivel de vapor:

Considerando temp int = temp ext

- $p V = p_0 V_0$  (Ley de Boyle y Mariotte)
- $V_0 = \frac{p}{p_0} V$   **$V_0 = 11 \text{ lt/s}$**

Donde

- $V_0$ : Volumen a pres atmosf ¿?
- $p_0$ : presión atmosférica **1 atm**
- $p$ : presión dentro del recip aprox **11 atm ( a temp 30 °C)**
- $V$ : Volumen vapor dentro del recip **1lt**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	16 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

### A nivel de Líquido:

Considerando

- $p V = (M / PM) (p_0 V_0 / T_0) T$  (Ecuación General de estado : Gas Ideal)
- Volumen de gas fuera del recipiente ( $p = p_0$ )
- $p V = (M / PM) (p_0 V_0 / T_0) T$
- $V = (0.508 \text{ kg} / 44 \text{ kg/mol}) (22.4 \text{ m}^3/\text{mol}) (303 \text{ }^\circ\text{K} / 273 \text{ K}) = 287 \text{ lt/s}$

Donde

- M: masa  $M = \text{Densidad} \times \text{Volumen}$ 
  - densidad del propano =  $0.508 \text{ kg/lt} \times 1 \text{ lt} = 0.508 \text{ kg}$
- PM: Peso molecular propano:  $(\text{C}_3 \text{H}_8) = 3 \times 12 \text{ kg/mol} + 8 \times 1 \text{ kg/mol} = 44 \text{ kg/mol}$
- $V_0 = \text{Vol de 1 mol en condiciones de } p_0 \text{ y } T_0 = 22,4 \text{ m}^3/\text{mol}$
- $T = 30 \text{ }^\circ\text{C} (303 \text{ K})$

Relación de pérdida= Vol Líquido/ Vol Vapor=  $287 / 11 = 26$  esto implica

- 26 veces mas combustible cuando la pérdida es a nivel del líquido
- **26 veces > Poder calorífico**
- **26 veces > Riesgo**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	17 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

<b>Válvulas de alivio</b>	Capaces de evacuar con la urgencia del caso la totalidad del volumen de los fluidos producidos al exceder los valores prefijados. Nota: Hay que preveer los riesgos que puedan surgir de esta evacuación Presión máxima de apertura total : 1.1 Presión de diseño. Vinculadas directamente al equipo (sin válvula intermediaria) Probadas periódicamente
<b>Reguladores</b>	Reducen la presión del cilindro a la de trabajo
<b>Relojes (manómetros)</b>	Indica la presión de alta (cilindros), de baja (regulada)
<b>Presóstato</b>	Controla el encendido / apagado del compresor para un valor de baja presión / alta presión respectivamente
<b>Válvula de exceso de flujo</b>	Dispositivo que al recibir la señal de presión preestablecida corta el suministro (En el caso de apertura inesperada del circuito por diferencial de presión produce el bloqueo de la salida)
<b>Arrestallamas</b>	Dispositivo de seguridad que previene el retroceso de llama y la inversión de flujo. Previenen de forma efectiva el paso de la llama (apagallamas) y la inversión del flujo (anti-retorno). Como norma general, los fabricantes recomiendan un dispositivo combinado a la salida del manorreductor; otro de menor peso, y no necesariamente tan complejo, a la entrada del soplete; y uno más, de similares características al del soplete, en la manguera, cuando su longitud supere los diez metros, situado a un metro del soplete
<b>Válvula de purga</b>	Dispositivo para evacuar líquido del recipiente (ejem: agua condensada en el caso de tanques de almacenamiento de aire comprimido)

**Fig Definiciones algunos accesorios recipientes**

<b>tareas de Revisión periódica de recipientes sometidos a presión (entre otras)</b>	
	Control dimensional ( ejem: diferencia de mediciones implica deformaciones permanentes)
	Control de espesores (recálculo)
	Prueba hidráulica (1.5 presión de diseño) o Prueba neumática (1.1 Presión de diseño)
	Inspección ocular (búsqueda de fallas) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosión localizada (pitting), generalizada</li> <li>• Soldadura</li> <li>• Deformaciones, golpes, etc</li> </ul>
	Otros ensayos (radiografiado, tintas penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido, etc)

**Fig Tareas de revisión periódica de recipientes**



Fondo recipiente: corrosión localizada (pitting), generalizada



UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	19 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

- Considerando las tareas de Revisión periódica de recipientes sometidos a presión
  - La presión de prueba hidráulica tiene que dar: una Tensión  $> 0 <$  Tensión de fluencia
  - La observación de deformaciones inhabilita el recipiente: **Si o No** explicar

- Considerando las Definiciones accesorios recipientes: Vincular con flechas

Regulador
Manometro de alta
Manometro de baja
Valvula cilindro
Manguera combust (norma: roja)
Manguera comburent (norma azul)
Soplete
Válvula tipo arrestallama
Soporte cilindro



**Fig Equipo de oxicorte / soldadura oxiacetilénica**

- Seleccionar opción en tabla sgte (Fig Equipo de oxicorte o de soldadura oxiacetilénica):

	color recipiente	Contiene	Presión aprox Kg/cm2	Recipiente (soldadura)	Diámetro	Altura	Espesor
Gas permanente	Azul o Lila	Oxígeno o Acetileno/ GLP	10 o 200	Con o sin costura	$> 0 <$	$> 0 <$	$> 0 <$
Gas Licuado	Azul o Lila	Oxígeno o Acetileno/ GLP	10 o 200	Con o sin costura	$> 0 <$	$> 0 <$	$> 0 <$

- Completar tabla siguiente e indicar el espesores mínimos de las envolventes (fig ant)

Recipiente (contenido)	Diámetro aprox (cm)	S admisible (Material SA 285 11850 psi) Kg/ cm2	Presión diseño aprox (max de trab) kg/cm2	E	t Espesor envolvente (mm)
	30			0.6 (a tope simple)	
	20			1 (sin costura)	

- Selección pautas de almacenamiento en función del < riesgo

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	20 de 25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

Pautas de almacenamiento de cilindros: ejem:		Si	No
1	Los recipientes por choque / calor pueden explotar		
2	Almacenar con exposición a factores atmosféricos Sol ( según $p V = n R T$ ) Lluvia ( corrosión)		
3	Recipientes vacíos junto con llenos		
4	Recipientes de gases Combustibles junto con otros		
5	Aseguramiento contra caídas (con elemento resistente y por encima del Centro de gravedad)		
6	Protegidos de acciones mecánicas		
7	Almacenar materiales combustibles en el mismo predio ( riesgo de incendio)		
8	Almacenar en forma excesiva		
9	Las paredes de separación de cilindros con otros y con el medio deben ser resistentes al fuego		
10	En locales adecuadamente ventilados		
11	Señalados adecuadamente (ejem: NFPA 704)		
12	Recipientes provistos con protector de válvulas		
13	Alejados de fuentes de calor		
14	Elevación/ traslado con dispositivos no específicos para este fin (ejem: usar electroimanes)		
15	Traslado con carretillas con ruedas y trabas o cadenas que impidan la caída o desplazamiento de los cilindros		
16	Uso de grasas o aceites en las conexiones de cilindros con fluidos oxidantes		
17	Cilindros de GL almacenados en forma horizontal		

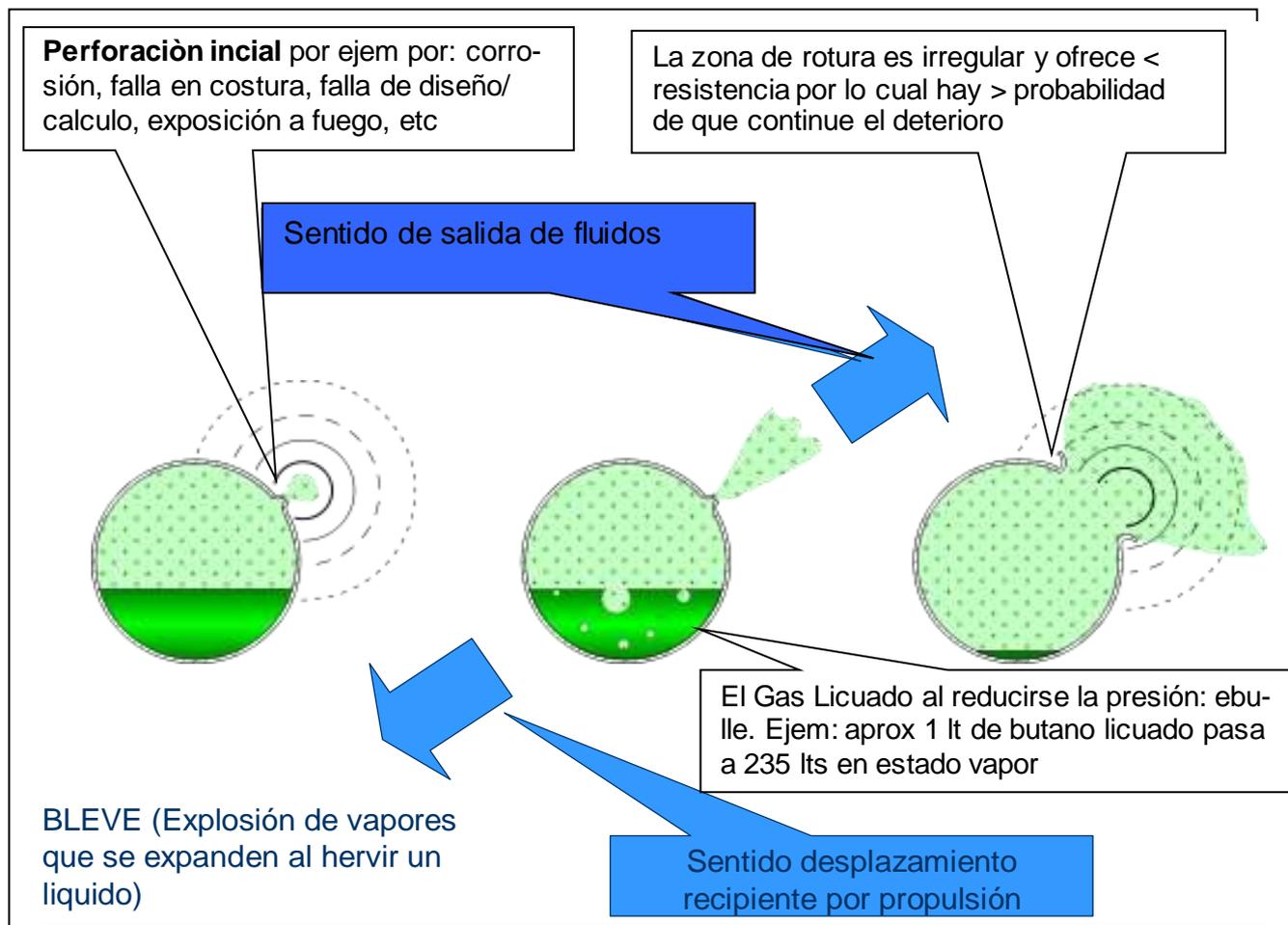
**Fig Pautas de almacenamiento de cilindros**

Indicar el porque:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_

UNCuyo	SSA	TP Nº 4.4	Alumno:	21 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21

## 5. Explosiones- Deflagraciones

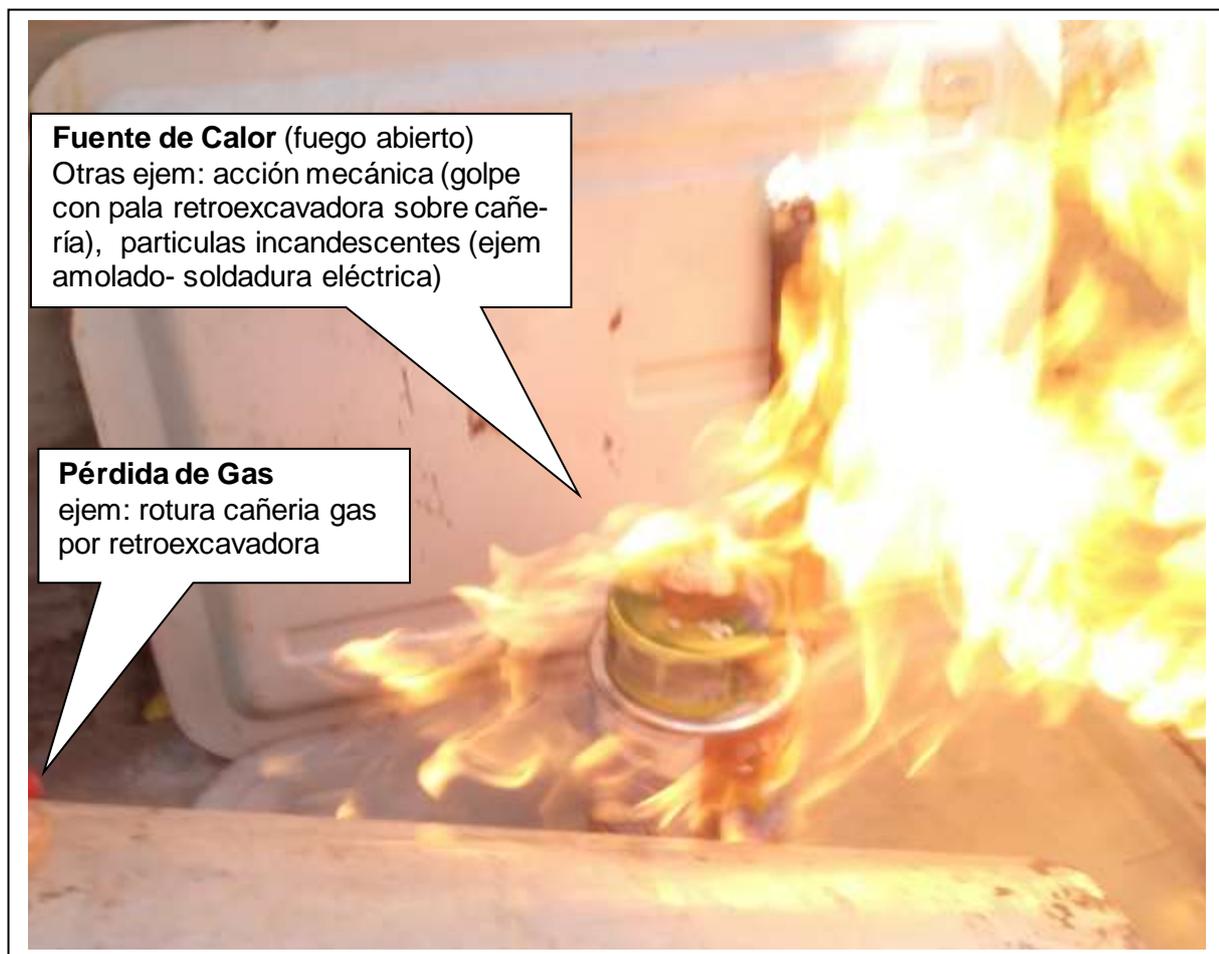


Hay que diferenciar:

- u BLEVE (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion)
  - Explosión de vapores que se expanden al hervir un liquido
  - ejem: SO<sub>2</sub>
- u UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion )
  - Explosión de Vapores No Confinados
  - que es el caso en que el producto contenido sea combustible / inflamable y esto producirá una segunda explosión (bola de fuego también en expansión) que es otro fenómeno conocido como "Explosión de Vapores No Confinados" y es consecuencia del BLEVE y no parte de él.
  - Ejem: GLP, Acetileno

**Fig Tipos de explosión - deflagración (bleve- ucve)**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	22 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



**Fig Deflagración ( ejem aprox: Pérdida de gas + fuente de calor)**

UNCuyo	SSA	TP Nº 4.4	Alumno:	23 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5º	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



Fig 1 (globo a aprox 1



**Fig Explosión + Deflagración ( ejem aprox: Gas almacenado en recip (botella Pet a aprox 4 kg/cm2) + fuente de calor)**

UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	24 de25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



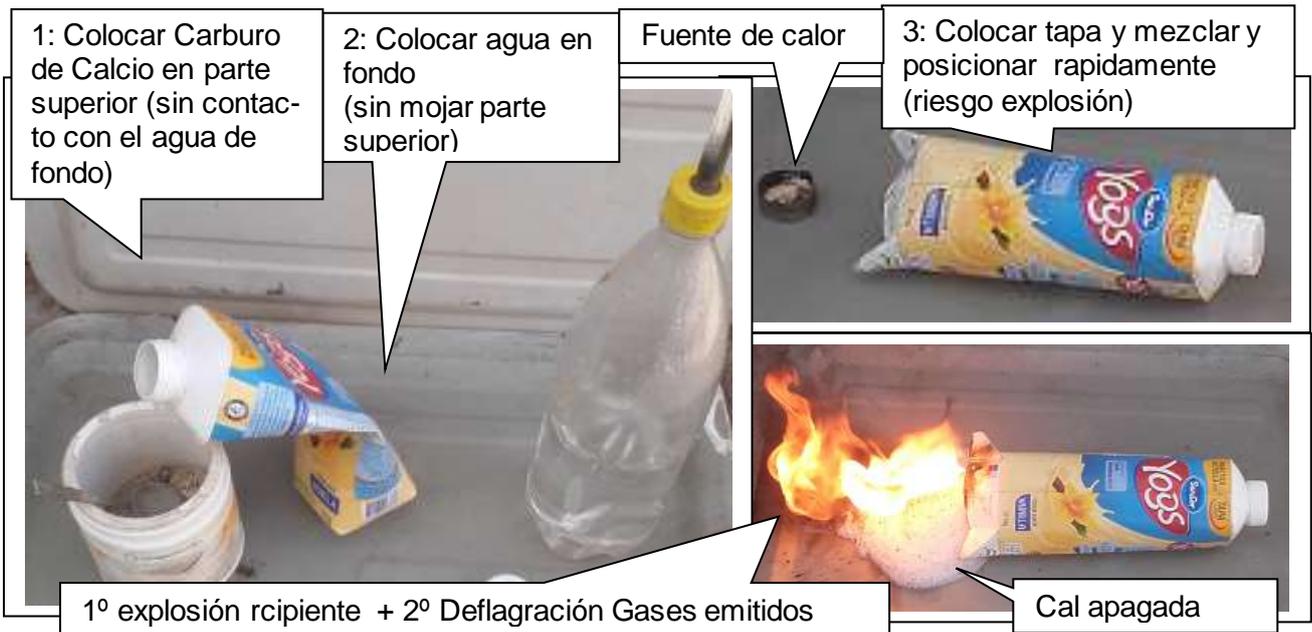
**Fig Explosión + Deflagración ( ejem aprox: Gas licuado Butano almacenado en recip (encendedor) + fuente de calor)**

**Cual de los ejem de explosiones ( globo aprox 15 cm diam, vs encendedor de gas licuado) tiene mayor cantidad de combustible?**

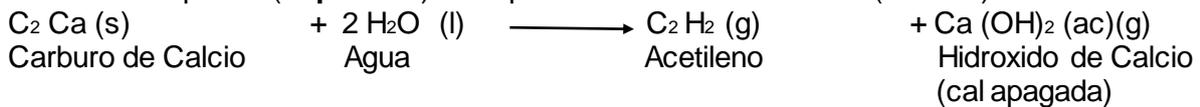
Calcular volumen de gas butano considerando que :

- **M= Masa butano = Densidad x volumen = 2.835 gr**
  - Vol encendedor aprox: 5 ml
  - Densidad butano: 0.567 gr/ml
- **PM= Peso Molecular =: 4 x 12 gr/mol + 10 x 1 gr/mol = 58 gr/mol**
  - Butano: C<sub>4</sub> H<sub>10</sub>
- Volumen de gas fuera del recipiente (p = p<sub>o</sub>) V= 1.15 lt
  - $p V = (M / PM) (p_o V_o / T_o) T$  (Ecuación General de estado : Gas Ideal )
  - $V = \frac{(M / PM)}{(p_o / T_o) T}$
  - $V = (2.825 \text{ gr} / 58 \text{ gr/mol}) \cdot 22.4 \text{ lt/mol} \cdot (288\text{K} / 273\text{K}) = 1.15 \text{ lt}$
  - radio diametro esfera que contenga este Volumen=  $\frac{4}{3} \pi r^3$ 
    - r= 6.5 cm d = 13 cm

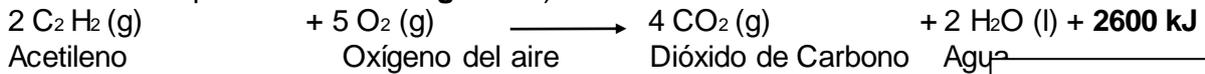
UNCuyo	SSA	TP N° 4.4	Alumno:	25 de 25
Fing	Recipientes sometidos a presión Interna			Rev: 5
Arq 5°	Simulacro/ Cuestionario:			13/5/21



**BLEVE** (ejem aprox aumento de presión interior debido a generación de gases; lo que produce la rotura de recipiente (**explosión**) en el punto de menor resistencia (costura)



**UCVE** (ejem aprox al liberarse los gases del interior del recipiente colapsado y encontrar una fuente de calor se produce una **deflagración**)



n = M/PM para 1 kg

Nota: **Poder calorífico**

$$\frac{(2600 \text{ kJ} / 2 \text{ mol}) (1 \text{ kg} / 9.8 \text{ J}) (1 \text{ kcal} / 427 \text{ kg}) (1000 / \text{k}) (1000 \text{ gr} / (26 \text{ gr} / \text{mol}))}{\text{kg}} = 12000 \text{ kcal/kg}$$

$$\rho V = (M/PM) \left( \frac{p_0 V_0}{T_0} \right) T \quad MV = (PM/V_0) (T_0/T) = (26 \text{ kg/mol} / 22.4 \text{ m}^3/\text{mol}) (273 \text{ K} / 288 \text{ K}) = 1.1 \text{ kg/m}^3$$

**Poder calorífico = 12000 kcal/kg x 1.1 kg/m³ = 13200 kcal/m³**

Fig BLEVE + UVCE (ejem aprox: Carburo de Calcio + Agua)