



Proba de

Código

IGA

# Instalador/ora de gas

## Categoría A

Parte 2. Proba práctica



# 1. Formato da proba

---

## Formato

- A proba consta de tres problemas.

## Puntuación

- 10 puntos.

## Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

## Materiais e instrumentos que se poden empregar durante a proba

- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.
- Regulamento de gas e as normas UNE a el vinculadas.

## Advertencias para as persoas participantes

- Cumprirá desenvolver o conxunto ou a secuencia de operacións ordenadas que dan lugar ao resultado final, ou a xustificación razoada da resposta, se se require na cuestión algún argumento de reflexión. En caso contrario, non se puntuará o exercicio.
- Os exames non deben levar ningún tipo de marca nin texto que poidan identificar a persoa candidata, agás nos espazos reservados para a súa identificación.



## 2. Exercicio

### Problema 1 [3 puntos]

Calcule a vaporización natural dun depósito soterrado de propano comercial de 4000 litros de capacidade total e 15,39 m<sup>2</sup> de superficie, cun grao de enchedura do 20 %, e dando servizo a unha presión relativa de 1,5 bar.

Cóntase con máis información:

- $q_{lv} = 94 \text{ Kcal/kg}$  (calor latente de vaporización do propano).
- a: porcentaxe da superficie do depósito que está en contacto con líquido. Depende da porcentaxe de enchedura do depósito segundo a seguinte táboa:

% de enchedura	a
10	0,26
20	0,336
30	0,397
40	0,45

- $K_{\text{depósitos aéreos}} = 12 \text{ Kcal/(h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$  (en depósitos soterrados, este valor redúcese nun 30 %). Coeficiente de intercambio de calor co exterior.
- $T_i$  = Temperatura de equilibrio líquido-gas do propano. Aínda que depende de varios factores, no noso caso só dependerá da presión de subministración.

Presión de rede (bar A)	2,25	2,5	2,75	3
Tº de equilibrio (ºC)	-26	-22	-20	-17

Calcule la vaporización natural de un depósito enterrado de propano comercial de 4000 litros de capacidad total y 15,39 m<sup>2</sup> de superficie, con un grado de llenado del 20 %, y dando servicio a una presión relativa de 1,5 bar.

Se cuenta con más información:

- $q_{lv} = 94 \text{ Kcal/kg}$  (calor latente de vaporización del propano).
- a: porcentaje de la superficie del depósito que está en contacto con líquido. Depende del porcentaje de llenado del depósito.

% de llenado	a
10	0,26
20	0,336
30	0,397
40	0,45

- $K_{\text{depósitos aéreos}} = 12 \text{ Kcal/(h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$  (en depósitos enterrados, este valor se reduce en un 30 %). Coeficiente de intercambio de calor con el exterior.
- $T_i$  = Temperatura de equilibrio líquido-gas del propano. Aunque depende de varios factores, en nuestro caso sólo dependerá de la presión de suministro.

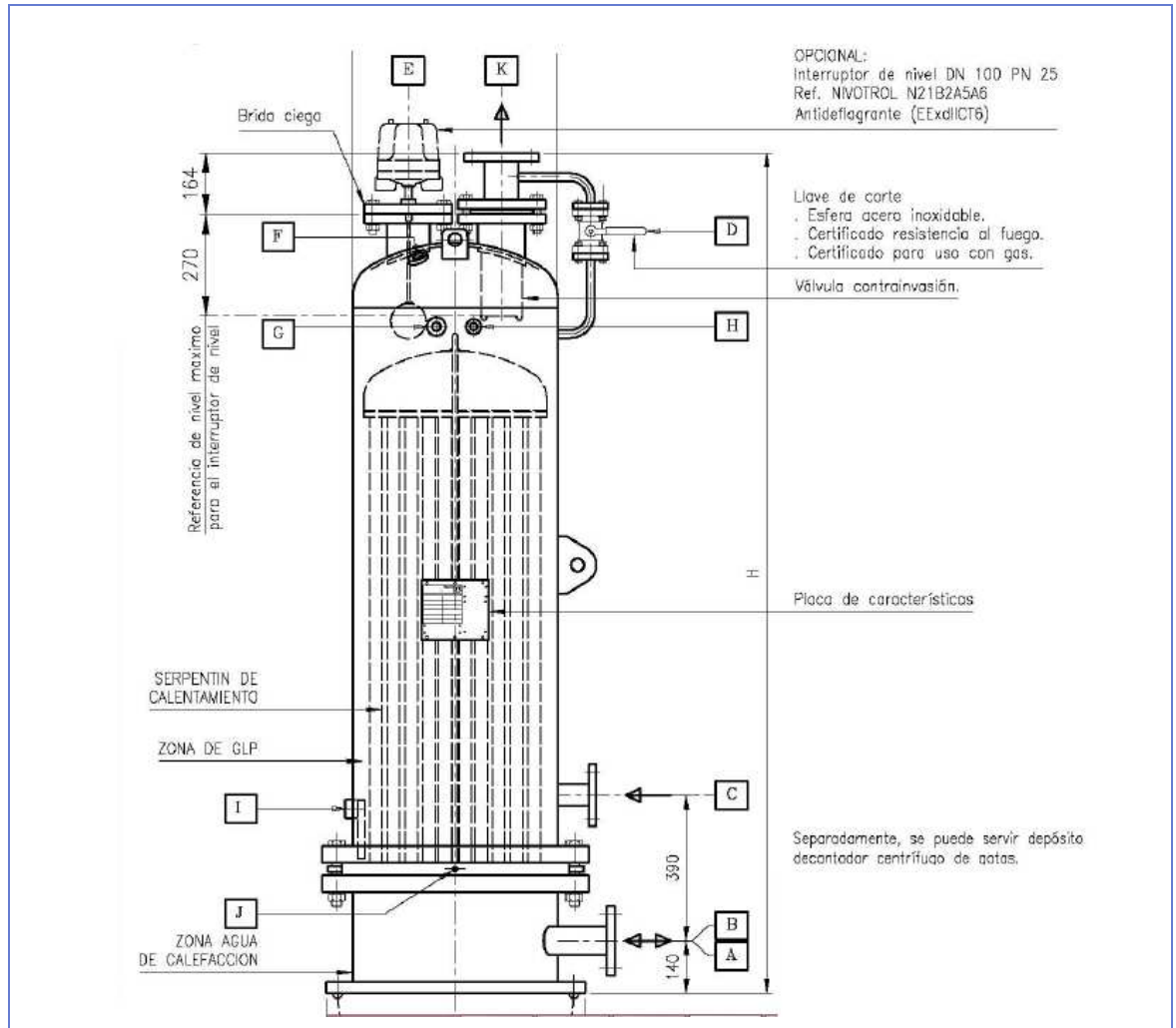
Presión de red (barA)	2,25	2,5	2,75	3
Tº de equilibrio (ºC)	-26	-22	-20	-17



**Problema 2** [3,5 puntos]

Dada a seguinte imaxe dun vaporizador. Responda ás seguintes cuestións:

*Dada la siguiente imagen de un vaporizador. Responda a las siguientes cuestiones:*



Fonte / fuente: LAPESA

**1. Como funciona a válvula contrainvasión? [1 punto]**

*¿Cómo funciona la válvula contrainvasión? [1 punto]*

**2. Como se chama a chave de corte indicada coa letra D? [0,5 puntos]**

*¿Cómo se llama la llave de corte indicada con la letra D? [0,5 puntos]*

**3. Que misión ten a chave de corte indicada coa letra D? [1 punto]**

*¿Qué misión tiene la llave de corte indicada con la letra D? [1 punto]*

**4. Pode retornar o propano líquido do vaporizador ao depósito? Razoe a resposta. [1 punto]**

*¿Puede retornar el propano líquido del vaporizador al depósito? Razone la respuesta. [1 punto]*



**Problema 3** [3,5 puntos]

Nunha vivenda co esquema de principio representado, no que figuran ademais potencias reais, contamos cos seguintes datos por parte da compañía subministradora con respecto ao gas subministrado:

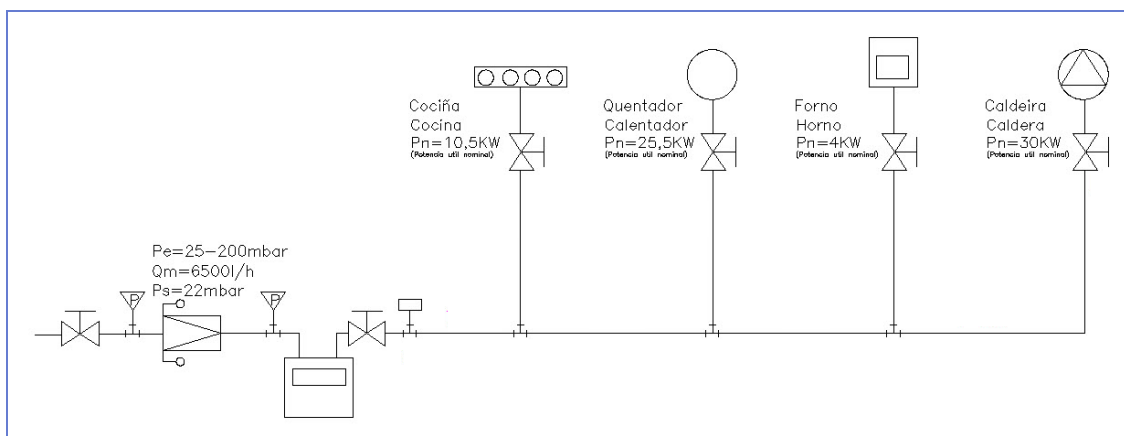
- Poder calorífico superior do gas natural PCS = 9667 kcal/Nm<sup>3</sup>.
- Densidade relativa corrixida  $d_s = 0,62$ .

Responda ás cuestións propostas.

*En una vivienda con el esquema de principio representado, en el que figuran además potencias reales, contamos con los siguientes datos por parte de la compañía suministradora con respecto al gas suministrado:*

- *Poder calorífico superior del gas natural PCS = 9667 kcal/Nm<sup>3</sup>.*
- *Densidad relativa corregida  $d_s = 0,62$ .*

*Responda a las cuestiones propuestas.*

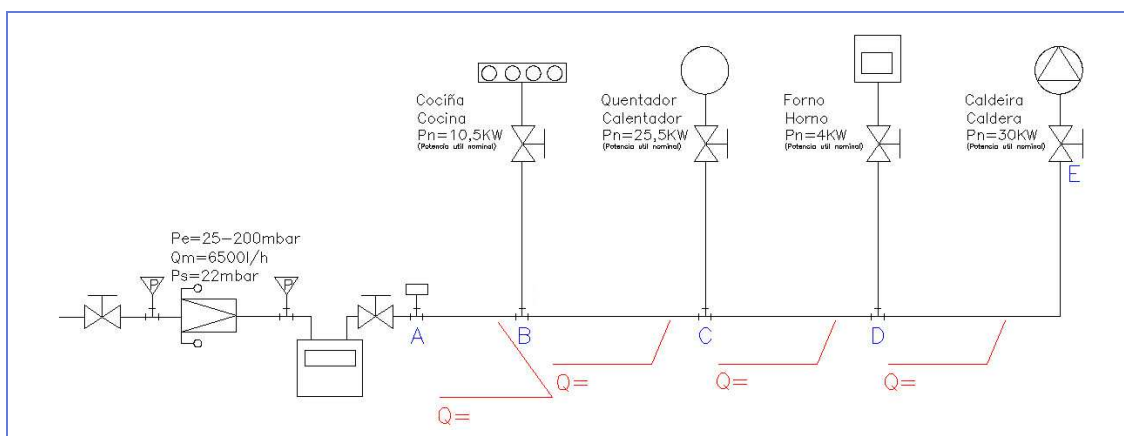


**1.** Conteste xustificadamente se necesita proxecto a seguinte instalación. [0,5 puntos]

*Conteste justificadamente si necesita proyecto la siguiente instalación.* [0,5 puntos]

**2.** Calcular para os tramos indicados no debuxo inferior os caudais de gas usando os criterios da norma 60670-4. Sitúeos sobre o debuxo inferior. [0,75 puntos cada caudal correcto e ben situado]

*Calcular para los tramos indicados en el dibujo inferior los caudales de gas usando los criterios de la norma 60670-4. Sitúelos sobre el dibujo inferior.* [0,75 puntos cada caudal correcto y bien situado]





## 3. Solucións

### Problema 1

$$C_m = S \cdot a \cdot K_{\text{depósito soterrado}} \cdot (T_{\text{ecálculo}} - T_i) / q_{lv}$$

Onde:

- S: superficie do depósito.
- a: porcentaxe da superficie do depósito en contacto co líquido. O seu valor extráese da táboa que se achega tendo en conta que o grao de enchedura do depósito é do 20%.
- $K_{\text{depósito soterrado}}$ : coeficiente de intercambio de calor co exterior. En depósitos soterrados o seu valor redúcese nun 30%.
- $T_{\text{ecálculo}}$ : 5 °C
- $T_i$ : temperatura de equilibrio líquido – gas do propano. O seu valor extráese da táboa que se achega tendo en conta que a presión de subministración é de 2,5 bar absolutos.
- $q_{lv}$ : calor latente de vaporización do propano.

$$C_m = 15,39 \text{ m}^2 \cdot 0,336 \cdot 12 \cdot 0,7 \text{ (kcal / h m}^2 \text{ °C)} \cdot (5 \text{ °C} - (-22 \text{ °C})) / 94 \text{ (kcal/kg)} = 12,476 \text{ kg/h.}$$

$$C_m = S \cdot a \cdot K_{\text{depósito soterrado}} \cdot (T_{\text{ecálculo}} - T_i) / q_{lv}$$

Donde:

- S: superficie del depósito.
- a: porcentaje de la superficie del depósito en contacto con líquido. Su valor se extrae de la tabla que se adjunta teniendo en cuenta que el % de llenado del depósito es del 20 %.
- $K_{\text{depósito enterrado}}$ : coeficiente de intercambio de calor con el exterior. En depósitos soterrados su valor se reduce en un 30 %.
- $T_{\text{ecálculo}}$ : 5 °C
- $T_i$ : temperatura de equilibrio líquido – gas del propano. Su valor se extrae de la tabla que se adjunta teniendo en cuenta que la presión de suministro es de 2,5 bar absolutos.
- $q_{lv}$ : calor latente de vaporización del propano.

$$C_m = 15,39 \text{ m}^2 \cdot 0,336 \cdot 12 \cdot 0,7 \text{ (kcal / h m}^2 \text{ °C)} \cdot (5 \text{ °C} - (-22 \text{ °C})) / 94 \text{ (kcal/kg)} = 12,476 \text{ kg/h.}$$

### Problema 2

#### Cuestión 1

Se a demanda aumenta, a presión no interior do vaporizador decrece e o nivel do líquido aumenta ao haber máis presión no depósito de almacenamento que no vaporizador. Este aumento de nivel pode chegar a ser perigoso se o líquido alcanza a saída de fase gasosa na parte superior do recipiente, o que provocaría a inundación do consumo, co conseguinte risco para os usuarios. Para evitar esta posibilidade, móntase na saída de fase gasosa do vaporizador un pechamento accionado por un flotador –a válvula contrainvasión–, que impide o paso da fase líquida á rede.

*Si la demanda aumenta, la presión en el interior del vaporizador decrece y el nivel de líquido aumenta al haber más presión en el depósito de almacenamiento que en el vaporizador. Este aumento de nivel puede llegar a ser peligroso si el líquido alcanza la salida de fase gaseosa en la parte superior del recipiente, lo que provocaría la inundación del consumo, con el consiguiente riesgo para los usuarios. Para evitar esta posibilidad, se monta en la salida de fase gaseosa del vaporizador un cierre accionado por un flotador –la válvula contrainvasión–, que impide el paso de la fase líquida a la red.*



## Cuestión 2

Chave de by-pass.

*Llave de by-pass.*

## Cuestión 3

Cando actúa o pechamento accionado por un flotador na saída de fase gasosa do vaporizador, ten que accionarse a válvula de by-pass manual co fin de equilibrar presións antes e despois da boia, para que descenda e se retome a subministración.

*Cando actúa el cierre accionado por un flotador en la salida de fase gaseosa del vaporizador, ha de accionarse la válvula de by-pass manual con el fin de equilibrar presiones antes y después de la boya, para que descienda y se reanude el suministro.*

## Cuestión 4

Si. Cando está en funcionamento o vaporizador, o nivel de propano líquido no seu interior varía coa demanda de fase gasosa. Cando hai pouca demanda, baixa o nivel de líquido, pois o propano quente produce máis fase gasosa que a demandada para o consumo, e o exceso de presión no recipiente fai retornar o propano líquido desde o vaporizador cara ao depósito.

Para que este movemento de propano entre o depósito e o vaporizador poda producirse en ambos os sentidos, cómpre que non exista na toma de saída de fase líquida do depósito ningunha válvula antirretorno.

*Sí. Cuando está en funcionamiento el vaporizador, el nivel de propano líquido en su interior varía con la demanda de fase gaseosa. Cuando hay poca demanda, baja el nivel de líquido, pues el propano caliente produce más fase gaseosa que la demandada para el consumo, y el exceso de presión en el recipiente hace retornar el propano líquido desde el vaporizador hacia el depósito.*

*Para que este movimiento de propano entre el depósito y el vaporizador pueda producirse en ambos sentidos, es necesario que no exista en la toma de salida de fase líquida del depósito ninguna válvula antirretorno.*

## Problema 3

### Cuestión 1

Calculamos a potencia da instalación da vivenda partindo dos distintos consumos:

- A: caldeira 30 kW
- B: calentador 25,5 kW
- C: cociña 10,5 kW
- D: forno 4 kW

Aplicando a formula recollida na norma 60670-4:

$$P_{\text{instalación vivenda}} = [A + B + (C + D) / 2] \cdot 1.10$$

Sendo:

- A, B: consumos caloríficos dos dous aparellos de maior consumo.
- C, D: consumos caloríficos dos dous aparellos de menor consumo.

$$P_{\text{instalación vivenda}} = [30 \text{ kW} + 25,5 \text{ kW} + (10,5 \text{ kW} + 4 \text{ kW})/2] \cdot 1.10 = 69.02 \text{ Kw}$$

Segundo a ITC-ICG 07 (apartado 3.2 Instalacións que precisan proxecto): a execución de instalacións receptoras precisará un proxecto nos seguintes casos:

Nas instalacións individuais, cando a súa potencia útil sexa superior a 70 kW.

Neste caso non é necesario proxecto.



Calculamos la potencia de la instalación de la vivienda a partir de los distintos consumos:

- A: caldera 30 kW
- B: calentador 25,5 kW
- C: cocina 10,5 kW
- D: horno 4 kW

Aplicando la formula recogida en la norma 60670-4:

$$P_{\text{instalación vivienda}} = [A + B + (C + D)/2] \cdot 1,10$$

Siendo:

- A, B: consumos caloríficos de los dos aparatos de mayor consumo.
- C, D: consumos caloríficos de los dos aparatos de menor consumo.

$$P_{\text{instalación vivienda}} = [30 \text{ kW} + 25,5 \text{ kW} + (10,5 \text{ kW} + 4 \text{ kW})/2] \cdot 1,10 = 69,02 \text{ kW}$$

Según la ITC-ICG 07(apartado 3.2 Instalaciones que precisan proyecto): la ejecución de instalaciones receptoras precisará de un proyecto en los siguientes casos:

En las instalaciones individuales, cuando su potencia útil sea superior a 70 kW.

En este caso no es necesario proyecto

## Cuestión 2

Aplicamos a formula recollida na norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s) \text{ sendo:}$$

- Q: caudal volumétrico dun aparello a gas.
- Hs: poder calorífico superior do gas.
- P<sub>Hi</sub>: consumo calorífico do aparello

Dado que coñecemos o dato de poder calorífico superior do gas natural (9.667 kcal/Nm<sup>3</sup>) podemos calcular o caudal por servizo tendo en conta que 1 kw son 860 cal /hora:

- Cocina 10,5 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{cocina}} = 9.030 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{cocina}} = 1,03 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Quentador 25,5 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{quentador}} = 21.930 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{quentador}} = 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Forno 4 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{forno}} = 3.440 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{forno}} = 0,39 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Caldeira 30 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{caldeira}} = 25.800 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{caldeira}} = 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h}$

O caudal por tramos aplicando norma 60670-4 será:

- Tramo DE  $\Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo CD  $\Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + 0,39 \text{ Nm}^3/\text{h} = 3,33 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo BC  $\Rightarrow 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h} + 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + (0,39 \text{ Nm}^3/\text{h}/2) = 5,63 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo AB  $\Rightarrow 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h} + 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + ((0,39 \text{ Nm}^3/\text{h} + 1,03 \text{ Nm}^3/\text{h})/2) = 6,15 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Recollemos a continuación no debuxo os valores acadados.

Aplicando la formula recogida en la norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s) \text{ siendo:}$$

- Q: caudal volumétrico de un aparato a gas.
- Hs: poder calorífico superior del gas.
- P<sub>Hi</sub>: consumo calorífico del aparato

Dado que conocemos el dato de poder calorífico superior del gas natural (9.667 kcal/Nm<sup>3</sup>), podemos calcular el caudal por servicio teniendo en cuenta que 1kW son 860 cal/h:

- Cocina 10,5 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{cocina}} = 9.030 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{cocina}} = 1,03 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Calentador 25,5 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{calentador}} = 21.930 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{calentador}} = 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h}$





- Horno 4 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{horno}} = 3.440 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{horno}} = 0,39 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Caldera 30 kW  $\Rightarrow Pn_{\text{caldera}} = 25.800 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{\text{caldera}} = 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h}$

El caudal por tramos aplicando norma 60670-4 será:

- Tramo DE  $\Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo CD  $\Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + 0,39 \text{ Nm}^3/\text{h} = 3,33 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo BC  $\Rightarrow 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h} + 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + (0,39 \text{ Nm}^3/\text{h}/2) = 5,63 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Tramo AB  $\Rightarrow 2,50 \text{ Nm}^3/\text{h} + 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + ((0,39 \text{ Nm}^3/\text{h} + 1,03 \text{ Nm}^3/\text{h})/2) = 6,15 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Recogemos a continuación en el dibujo los valores calculados.

