

TRABAJO 1

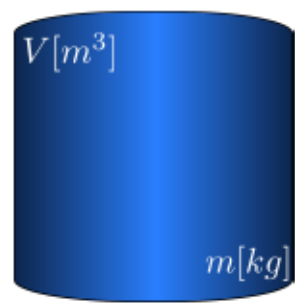


Mauricio Ríos Hernández C.C 1036786522
Emanuel Peña ROJAS C.C: 1214743390

Programación y métodos numéricos
Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
2020

Punto 1

Se tiene un recipiente rígido del cual se conoce su volumen $[m^3]$. Se sabe además que éste contiene una masa $[kg]$ conocida de un gas ideal (ver figura).



La ecuación de estado de los gases ideales se escribe como:

$$p\,V = m\,R_g\,T \tag{1}$$

Donde p es la presión en Pa (N/m^2), V es el volumen (m^3), m es la masa (kg), R_g es la constante del gas ($Nm/kg\,K$), y T es la temperatura (K).

La constante del gas se calcula como:

$$R_g = \frac{R_u}{M_g} \tag{2}$$

Donde R_u es la constante universal de los gases ($8,314.47\,Nm/kmol\,K$), y M_g es el peso molecular del gas ($kg/kmol$).

El gas que contiene el recipiente puede ser únicamente aire, metano (CH_4), o bióxido de carbono (CO_2):

| Gas | $M_g\,[kg/kmol]$ |
|--------|------------------|
| Aire | 28.97 |
| CH_4 | 16.04 |
| CO_2 | 44.01 |

Realice un algoritmo en pseudocódigo y en diagrama de flujo, que identifique el gas que contiene el recipiente, y lo muestre al usuario mediante un mensaje. Se dan los siguientes datos: volumen del recipiente, masa de gas que éste contiene, presión y temperatura del gas.

Nota: Si necesita comparar valores, use un error máximo del 2 % para determinar la igualdad.

Realice la prueba de escritorio usando un volumen de $1\,m^3$, una masa de $1\,kg$, y los siguientes valores de presión y temperatura:

| Prueba | $p\,[N/m^2]$ | $T\,[K]$ |
|--------|--------------|----------|
| 1 | 100,451 | 350 |
| 2 | 47,511.3 | 400 |
| 3 | 154,470.8 | 298 |
| 4 | 94,461.1 | 500 |

Análisis punto 1

Se debe ingresar el volumen del recipiente, la masa de gas, la presión y temperatura del gas, datos totalmente relacionados por medio de la ecuación 1.1, llamada ecuación de estado de los gases ideales.

$$PV = mR_gT \text{ Ecuación 1.1}$$

Si el objetivo del programa o algoritmo es identificar un gas, se debe buscar una característica cuantitativa la cual se pueda calcular con los datos de entrada y poder por medio de esta diferenciar los gases. Sabemos que la masa molar es una cantidad constante, la cual puede ser determinada con relativa facilidad, en especial si conocemos la siguiente relación:

$$R_g = \frac{R_u}{M_g} \text{ Ecuación 1.2}$$

Ahora si se usa las relaciones 1.1 y 1.2, entonces reemplazando R_g en la ecuación 1.1:

$$PV = m \frac{R_u}{M_g} T, \text{ despejando } M_g$$
$$M_g = \frac{mR_uT}{PV}$$

Si se tiene en cuenta que se va a trabajar en sistema internacional, entonces R_u debe tener el valor de 8,314.47 Nm.kmol K.

Se debe tener en cuenta que el usuario puede equivocarse e ingresar datos incorrectos, por lo que el algoritmo debe imprimir un mensaje que especifique que hay un error con los datos introducidos, por lo cual no coincide estos datos con los de los gases para el cual el programa fue diseñado.

Otro factor muy importante es el error entre la comparación de la masa molar de los gases ya definida en el enunciado y la masa molar calculada puesto que si usamos para las comparaciones el símbolo "=" (igual) esto quiere decir que para que la condición sea verdadera deben coincidir cada decimal de la masa molar definida (del enunciado) y la masa molar calculada, por lo que se debe dar un intervalo de error del 2% definido en el enunciado para realizar la comparación.

Algoritmo punto 1

Algoritmo T1 PUNTO1

Entradas: REAL: vol_reci, masa_gas_reci, presion_reci, temp_gas

Intermedias: REAL: cte_gases, ENTERO: error

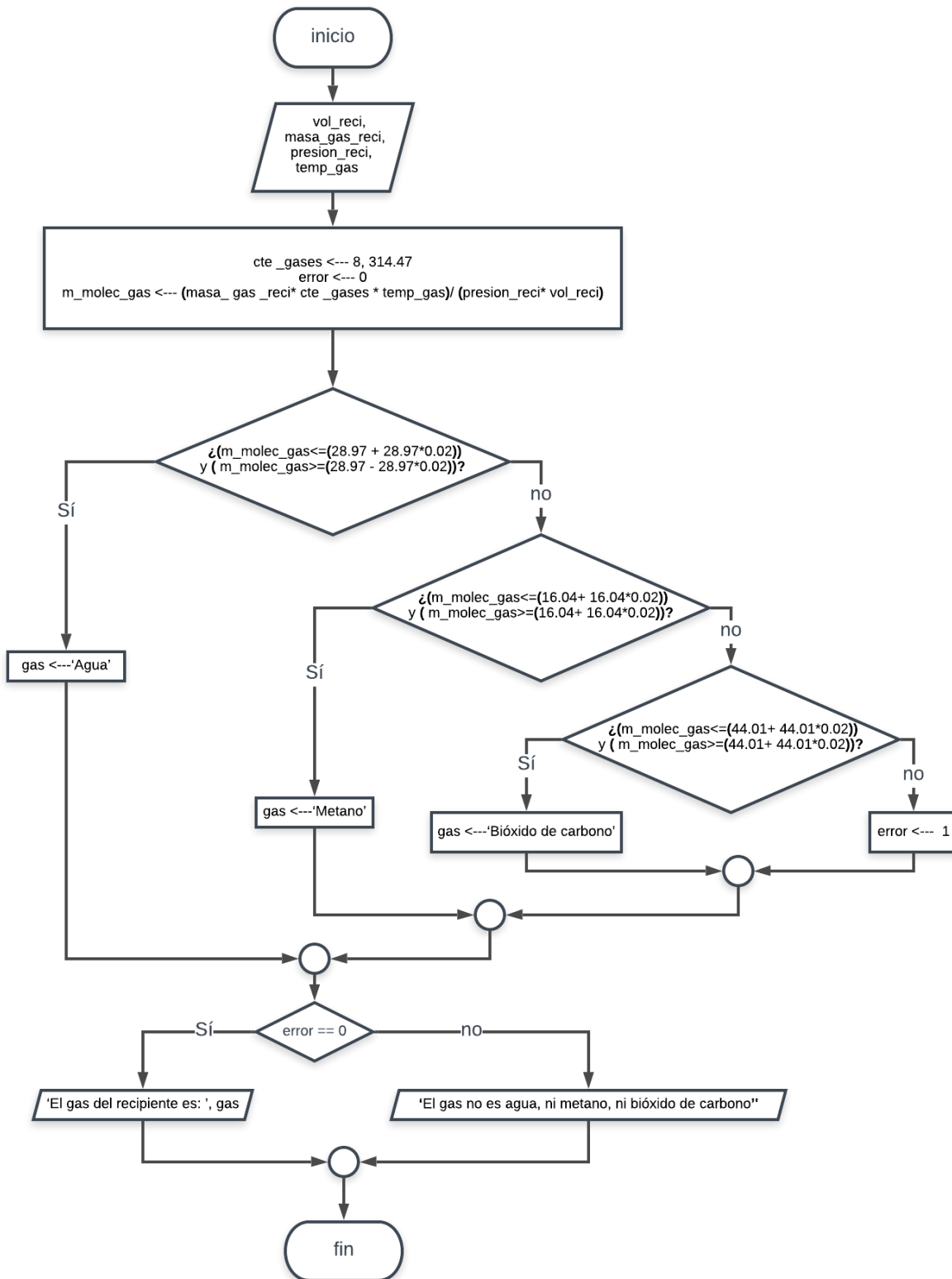
Salidas: REAL: m_molec_gas STRING: gas

Inicio

```
Leer vol_reci, masa_gas_reci, presion_reci, temp_gas
cte_gases ← 8,314.47
error ← 0
m_molec_gas ← (masa_gas_reci * cte_gases * temp_gas) / (presion_reci * vol_reci)
si (m_molec_gas ≤ (28.97 + 28.97*0.02)) y (m_molec_gas ≥ (28.97 - 28.97*0.02)) entonces
|   gas ← 'Agua'
sino
|   si (m_molec_gas < (16.04 + 16.04*0.02)) y (m_molec_gas > (16.04 - 16.04*0.02)) entonces
|   |   gas ← 'Metano'
|   sino
|   |   si (m_molec_gas < (44.01 + 44.01*0.02)) y (m_molec_gas > (44.01 - 44.01*0.02)) entonces
|   |   |   gas ← 'Bióxido de carbono'
|   |   sino
|   |   |   error ← 1
|   |   fin si
|   fin si
fin si
si error == 0 entonces
|   escribir 'El gas del recipiente es: ', gas
sino
|   escribir 'El gas no es agua, ni metano, ni bióxido de carbono'
fin si
```

Fin

Diagrama de flujo punto 1



Prueba de escritorio punto 1

NOTA: Todas las pruebas de escritorio se realizan en un volumen de 1 metro cubico, una masa de 1 kg.

Prueba 1: 100,451 Pa , 350 K

| vol_reci [m^3] | masa_gas_reci [Kg] | presion_reci [Pa] | temp_gas [K] | cte_gas [$Nm*kmol*K$] | error | m_molec_gas [Kg/mol] | gas | Pantalla |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------------|-------|----------------------|--------|---------------------------------|
| 1 | 1 | 100,451 | 350 | 8,314.47 | | | | |
| 1 | 1 | 100,451 | 350 | 8,314.47 | 0 | 28.96999034 | | |
| 1 | 1 | 100,451 | 350 | 8,314.47 | 0 | 28.96999034 | "Agua" | |
| 1 | 1 | 100,451 | 350 | 8,314.47 | 0 | 28.96999034 | "Agua" | "El gas del recipiente es Agua" |

Prueba 2: 47,511.30 Pa, 400 K

| vol_reci [m^3] | masa_gas_reci [Kg] | presion_reci [Pa] | temp_gas [K] | cte_gas [$Nm*kmol*K$] | error | m_molec_gas [Kg/mol] | gas | Pantalla |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------------|-------|----------------------|-----|---|
| 1 | 1 | 47,511.30 | 400 | 8,314.47 | | | | |
| 1 | 1 | 47,511.30 | 400 | 8,314.47 | 0 | 69.99993686 | | |
| 1 | 1 | 47,511.30 | 400 | 8,314.47 | 1 | 69.99993686 | | |
| 1 | 1 | 47,511.30 | 400 | 8,314.47 | 1 | 69.99993686 | | "El gas no es agua, ni metano, ni bioxido de carbono" |

Prueba 3: 154,470.80 Pa, 298 K

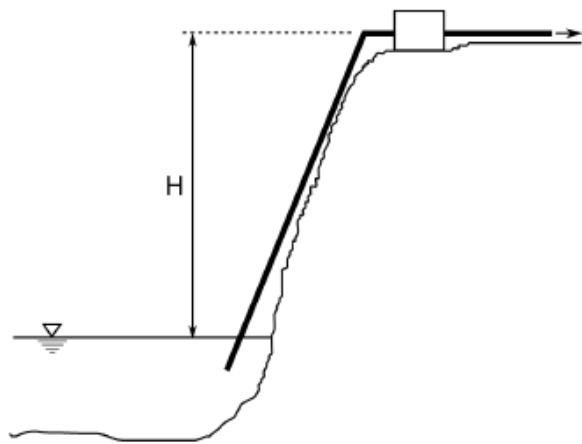
| vol_reci [m^3] | masa_gas_reci [Kg] | presion_reci [Pa] | temp_gas [K] | cte_gas [$Nm*kmol*K$] | error | m_molec_gas [Kg/mol] | gas | Pantalla |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------------|-------|----------------------|----------|-----------------------------------|
| 1 | 1 | 154,470.80 | 298 | 8,314.47 | | | | |
| 1 | 1 | 154,470.80 | 298 | 8,314.47 | 0 | 16.04000277 | | |
| 1 | 1 | 154,470.80 | 298 | 8,314.47 | 0 | 16.04000277 | "Metano" | |
| 1 | 1 | 154,470.80 | 298 | 8,314.47 | 0 | 16.04000277 | "Metano" | "El gas del recipiente es Metano" |

Prueba 4: 94,461.10 Pa, 500 K

| vol_reci [m^3] | masa_gas_reci [Kg] | presion_reci [Pa] | temp_gas [K] | cte_gas [$Nm*kmol*K$] | error | m_molec_gas [Kg/mol] | gas | Pantalla |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------------|-------|----------------------|----------------------|---|
| 1 | 1 | 94,461.10 | 500 | 8,314.47 | | | | |
| 1 | 1 | 94,461.10 | 500 | 8,314.47 | 0 | 44.01002106 | | |
| 1 | 1 | 94,461.10 | 500 | 8,314.47 | 0 | 44.01002106 | "Bióxido de carbono" | |
| 1 | 1 | 94,461.10 | 500 | 8,314.47 | 0 | 44.01002106 | "Bióxido d | "El gas del recipiente es Bióxido de carbono" |

Punto 2

Un sistema de bombeo se encarga de llevar agua desde un lago hasta un sistema de riego, tal como se muestra en la figura. El sistema cuenta con dos bombas, pero en cualquier momento sólo puede haber una en operación.



La bomba 1 puede operar sólo si la altura H es menor o igual a 6 m, y la bomba 2 puede operar para valores de esta altura hasta 10 m. El caudal que puede bombear cada unidad, así como el respectivo costo de bombeo, son los siguientes:

$$\dot{V}_1 \text{ [gal/min]} = 40 + 3.1 \times H \text{ [m]}$$

$$\dot{C}_1 \text{ [$/min]} = 22 \times \dot{V}_1 \text{ [gal/min]}$$

$$\dot{V}_2 \text{ [gal/min]} = 55 + 2.5 \times H \text{ [m]}$$

$$\dot{C}_2 \text{ [$/min]} = 18 \times \dot{V}_2 \text{ [gal/min]}$$

El sistema de bombeo opera únicamente si el presupuesto de operación es superior a \$ 20,000.

Elabore un algoritmo en pseudocódigo que, dada la altura (H) en m y el presupuesto (p) en pesos, elija la bomba con el menor costo de operación (C_{op}), e informe sobre cual de las dos bombas se empleará, sobre el caudal que se bombeará (en galones por minuto, V_{op}), y sobre el tiempo (en minutos, τ_{op}) que podrá operar el sistema con el presupuesto dado. El algoritmo debe identificar un posible error en los valores de altura y presupuesto ingresados. Realice la prueba de escritorio del algoritmo con los siguientes valores de H y p .

| H | p |
|-------|-----------|
| -3 m | \$ 30,000 |
| 5,5 m | \$ 30,000 |
| 13 m | \$ 25,700 |
| 3 m | \$ 22,000 |
| 2 m | \$ 15,300 |
| 8 m | \$ 45,000 |

Análisis punto 2

Los únicos datos que se deben ingresar son los del presupuesto y la altura, esta lectura de datos se debe realizar al iniciar el algoritmo. Esto permite realizar una verificación sencilla de los posibles errores al ingresar los datos. Claramente ambos valores deben ser positivos, pero adicionalmente, el enunciado menciona una condición esencial la cual es que el sistema de bombeo debe trabajar sólo si el presupuesto es mayor a \$ 20000, Además, aunque no es mencionado, el sistema de bombeo también solo podrá trabajar si la altura es menor o igual a 10m, debido a que la bomba que a mayor altura trabaja alcanza solo la altura de 10 m, por lo que con el fin de mostrar un mensaje de error cuando no se cumpla alguna de las situaciones anteriores se iniciará una variable de error la cual se iniciará en 0 y se pondrá en 1 en caso de error, esto permitirá imprimir un error en cualquier caso que no se cumplan las condiciones dadas.

El programa debe luego de la verificación de los datos realizar las operaciones pertinentes para llevar a cabo la comparación entre los costos de ambas bombas, puesto que se debe seleccionar la bomba más económica. La comparación solo se realiza si la altura es menor a 6 y mayor a 0, puesto que, si la altura está entre 6 y 10, necesariamente hay que usar la bomba 2, por lo que todos los cálculos de costo, caudal y tiempo serían los respectivos a C_2 , \dot{V}_2 , t_2 . Cabe resaltar que la comparación de los costos C_2 y C_1 , cuando la altura está entre 0 y 6 es necesario puesto que para cierto rango de los costos de la bomba C_1 , son mayores que la de C_2 .

El tiempo t de operaciones con determinado presupuesto se puede calcular usando la ecuación 2.1, puesto que se conoce el presupuesto y el costo de operación, C entonces si se tiene lo anterior en cuenta:

$$C \left[\frac{\$}{\text{min}} \right] = \frac{\text{presupuesto}}{t}$$

$$t = \frac{\text{presupuesto}}{C} \text{ Ecuación 2.1}$$

Algoritmo punto 2

Algoritmo T1 PUNT02

Entradas: REAL: H, p,

Intermedias: REAL: C_op, v1, c1, v2, c2, error

Salidas: REAL: C_op, V_op, t_op, bomba

Inicio

Leer H, p

Error \leftarrow 0

si p > 20000 **entonces**

si (H > 0 y H \leq 10)

 v1 \leftarrow 40 + 3.1*H

 c1 \leftarrow 22*v1

 v2 \leftarrow 55 + 2.5*H

 c2 \leftarrow 18*v2

si H < 6 **entonces**

si c1 < c2 **entonces**

 bomba = 'bomba 1'

 C_op \leftarrow c1

 V_op \leftarrow v1

 t_op \leftarrow p / c1

sino

 bomba = 'bomba 2'

 C_op \leftarrow c2

 V_op \leftarrow c2

 t_op \leftarrow p/c2

fin si

sino

 bomba = 'bomba 2'

 C_op \leftarrow c2

 V_op \leftarrow c2

 t_op \leftarrow p/c2

fin si

sino

 error \leftarrow 1

fin si

sino

 error \leftarrow 1

fin si

si error = 0 **entonces**

escribir 'La bomba a usar es ' bomba' ', el costo de operación es: ', C_op, ' [\$ / min]',

 ' El caudal de bombeo será ', V_op, ' [gal / min]', ' y con un presupuesto de ', p ,

 ' se bombeará durante ', t_op, ' minutos'

sino

escribir 'recuerde que la altura debe estar entre 0 y 10, y que el presupuesto debe ser mayor a \$ 20000 '

fin si

fin

Prueba de escritorio punto 2

La prueba de escritorio se realizará con la siguiente tabla:

| prueba | H (m) | Presupuesto |
|--------|-------|-------------|
| 1 | -3 | \$ 30.000 |
| 2 | 5,5 | \$ 30.000 |
| 3 | 13 | \$ 25.700 |
| 4 | 3 | \$ 22.000 |
| 5 | 2 | \$ 15.300 |
| 6 | 8 | \$ 45.000 |

Nota: Por razones de facilidad no se imprimirá exactamente los mismos mensajes del algoritmo en la pantalla en las pruebas de escritorio.

Prueba 1:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|----|-------|-------|----|----|----|----|------|------|------|-------|--|
| -3 | 30000 | 0 | | | | | | | | | |
| -3 | 30000 | 0 | | | | | | | | | |
| -3 | 30000 | 1 | | | | | | | | | |
| -3 | 30000 | 1 | | | | | | | | | la altura de estar entre 0 y 10 además P debe ser mayor a 20000 |

Prueba 2:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|-----|-------|-------|-------|--------|----|------|------|------|------|---------|---|
| 5,5 | 30000 | 0 | | | | | | | | | |
| 5,5 | 30000 | 0 | 57,05 | 1255,1 | 69 | 1238 | | | | | |
| 5,5 | 30000 | 0 | 57,05 | 1255,1 | 69 | 1238 | 1238 | 57,1 | 24,2 | bomba 2 | |
| 5,5 | 30000 | 0 | 57,05 | 1255,1 | 69 | 1238 | 1238 | 57,1 | 24,2 | bomba 2 | bomba: bomba 2, costo: 1238 [\$/min], Caudal: 57 [gal/min], tiempo: 24.2 [min] |

Prueba 3:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|----|-------|-------|----|----|----|----|------|------|------|-------|--|
| 13 | 25700 | 0 | | | | | | | | | |
| 13 | 25700 | 0 | | | | | | | | | |
| 13 | 25700 | 1 | | | | | | | | | |
| 13 | 25700 | 1 | | | | | | | | | la altura de estar entre 0 y 10 además P debe ser mayor a 20000 |

Prueba 4:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|---|-------|-------|------|--------|----|------|------|------|------|---------|--|
| 3 | 22000 | 0 | | | | | | | | | |
| 3 | 22000 | 0 | 49,3 | 1084,6 | 63 | 1238 | | | | | |
| 3 | 22000 | 0 | 49,3 | 1084,6 | 63 | 1238 | 1125 | 49,3 | 19,6 | bomba 1 | |
| 3 | 22000 | 0 | 49,3 | 1084,6 | 63 | 1238 | 1125 | 49,3 | 19,6 | bomba 1 | bomba: bomba 1, costo: 1125 [\$/min]', Caudal: 49 [gal/min], tiempo: 19,6 [min] |

Prueba 5:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|---|-------|-------|----|----|----|----|------|------|------|-------|--|
| 2 | 15300 | 0 | | | | | | | | | |
| 2 | 15300 | 0 | | | | | | | | | |
| 2 | 15300 | 1 | | | | | | | | | |
| 2 | 15300 | 1 | | | | | | | | | la altura de estar entre 0 y 10 además P debe ser mayor a 20000 |

Prueba 6:

| H | p | error | v1 | c1 | v2 | c2 | C_op | V_op | t_op | bomba | Pantalla |
|---|-------|-------|------|--------|----|------|------|------|------|---------|--|
| 8 | 45000 | 0 | | | | | | | | | |
| 8 | 45000 | 0 | 64,8 | 1425,6 | 75 | 1350 | | | | | |
| 8 | 45000 | 0 | 64,8 | 1425,6 | 75 | 1350 | 1350 | 75 | 33,3 | bomba 2 | |
| 8 | 45000 | 0 | 64,8 | 1425,6 | 75 | 1350 | 1350 | 75 | 33,3 | bomba 2 | bomba: bomba 2, costo: 1350 [\$/min]', Caudal: 75 [gal/min], tiempo: 33,3 [min] |