

# HIDRÁULICA

3º ING. CAMINOS, C Y P - CURSO 2002-03

## PROBLEMAS DE FLUJO EN TUBERÍAS

**Problema 1:** Calcular la pérdida de carga y la caída de presión en un tubo horizontal de 15 cm de diámetro y 60 m de longitud de hierro fundido recubierto con asfalto ( $\varepsilon = 0,12$  mm), por el que circula agua a una velocidad media de 1,8 m/s.

**Problema 2:** Un flujo de aceite de  $\rho = 900$  kg/m<sup>3</sup> y  $\nu = 1 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s, circula con un caudal de 0,2 m<sup>3</sup>/s a través de un tubo de hierro fundido ( $\varepsilon = 0,26$  mm) de 200 mm de diámetro y 500 m de longitud. Determinar a) la pérdida de carga y b) la caída de presión si el tubo tiene una pendiente de hacia abajo de 10° en el sentido del flujo.

**Problema 3:** Por una tubería circular de chapa (rugosidad absoluta  $\varepsilon = 0,1$  mm) de 2 m de diámetro fluyen 5 m<sup>3</sup>/s de agua (viscosidad cinemática  $\nu = 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s). Determinar: a) La pendiente motriz, b) La tensión cortante sobre el tubo, c) El espesor de la subcapa viscosa (si corresponde) y d) La rugosidad  $n$  de Manning.

**Problema 4:** A través de un tubo de 30 cm de diámetro y 100 m de longitud fluye petróleo, con  $\rho = 950$  kg/m<sup>3</sup> y  $\nu = 2 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s, con una pérdida de carga de 8 m. La rugosidad relativa es  $\varepsilon/D = 0,0002$ . Calcular la velocidad media y el caudal.

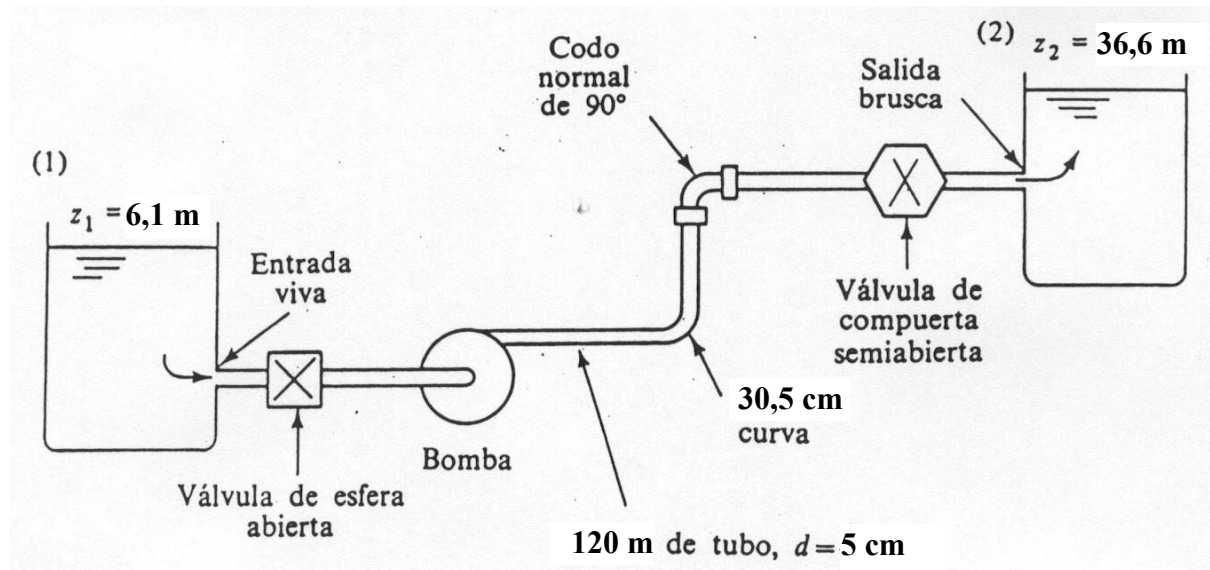
**Problema 5:** Repetir el problema 1, suponiendo conocida la pérdida de carga y desconocida la velocidad.

**Problema 6:** Calcular el diámetro de una tubería en la que fluye el mismo petróleo del problema 5, suponiendo que  $Q = 0,342$  m<sup>3</sup>/s y  $\varepsilon = 0,06$  mm.

**Problema 7:** Repetir el problema 1, suponiendo que el diámetro es la única incógnita y  $Q = 33,4$  l/s.

**Problema 8:** Por un conducto horizontal cuadrado de 22,5 cm de lado y 30 m de ancho fluye aire con  $\rho = 1,22$  kg/m<sup>3</sup> y  $\nu = 1,5 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s, a razón de 0,708 m<sup>3</sup>/s. Calcular la caída de presión si  $\varepsilon = 0,09$  mm.

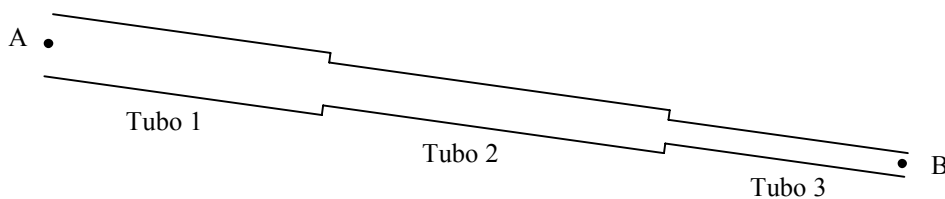
**Problema 9:** Entre dos depósitos se bombea agua con  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup> y  $\nu = 1 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s a razón de 0,06 m/s a través de una tubería de 5 cm de diámetro y 120 m de longitud con varios elementos intermedios, como se muestra en la figura. La rugosidad relativa del tubo es  $\varepsilon/d = 0,001$ . Calcular la potencia requerida para el bombeo.



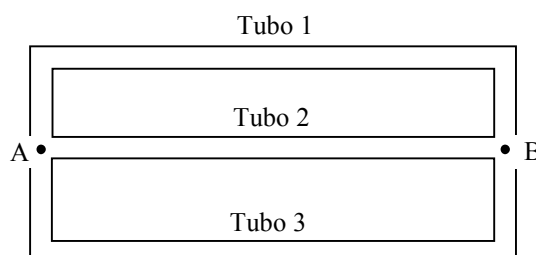
**Problema 10:** Se tienen tres tuberías en serie. La caída de presión total entre los extremos de la serie es de  $p_A - p_B = 150.000 \text{ Pa}$ , y la diferencia de nivel  $z_A - z_B = 5 \text{ m}$ . Los datos de los tubos son:

Tubo	Longitud $L \text{ (m)}$	Diámetro $D \text{ (cm)}$	Rugosidad $\epsilon \text{ (mm)}$	Rugosidad relativa $\epsilon/D$
1	100	8	0,24	0,003
2	150	6	0,12	0,002
3	80	4	0,2	0,005

El fluido es agua con  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  y  $\nu = 1,02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . Calcular el caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$ .

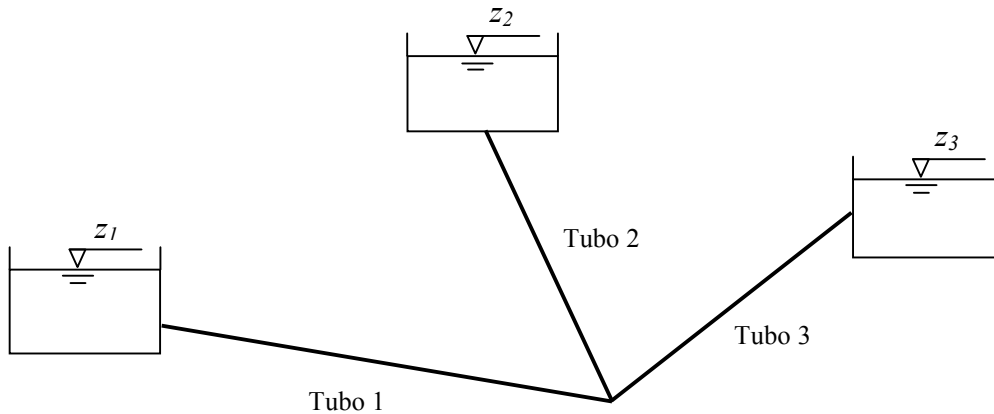


**Problema 11:** Suponer que los tres tubos del problema anterior están en paralelo, con una pérdida de carga total de 20,3 m. Calcular el caudal total  $Q$ , despreciando las pérdidas localizadas.

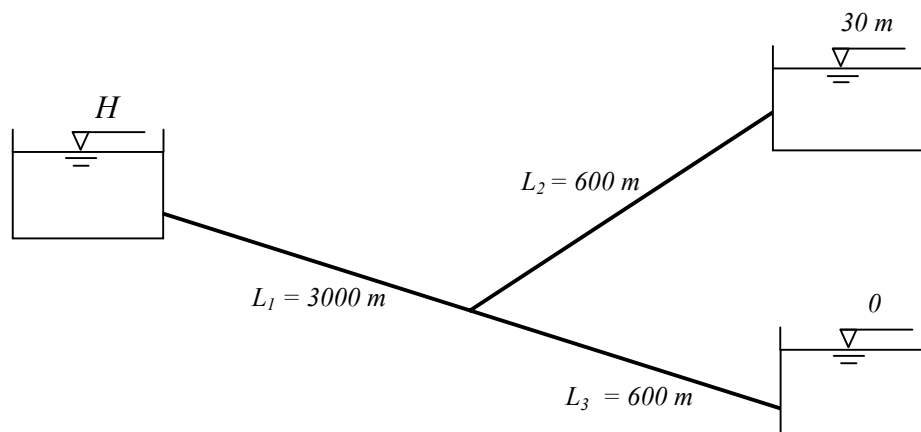


**Problema 12:** Calcular la pérdida de carga en el sistema de tuberías del problema 12, si el caudal total circulante fuera de  $10,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Problema 13:** Tomar los tres tubos del problema 11 y suponer que están conectados a tres depósitos cuyos niveles están en:  $z_1 = 20 \text{ m}$ ,  $z_2 = 100 \text{ m}$  y  $z_3 = 40 \text{ m}$ . Calcular los caudales que circulan por cada tubo, despreciando las pérdidas localizadas.



**Problema 14:** En el esquema representado en la figura, se encuentra que, para una determinada cota de agua  $H$  en el embalse 1, no circula agua por la conducción 2. Determinar  $H$ . Datos:  $\varepsilon = 2 \text{ mm}$ ,  $L_1 = 3000 \text{ m}$ ,  $L_2 = L_3 = 600 \text{ m}$ ,  $D_1 = 1 \text{ m}$  y  $D_2 = D_3 = 0,75 \text{ m}$ .

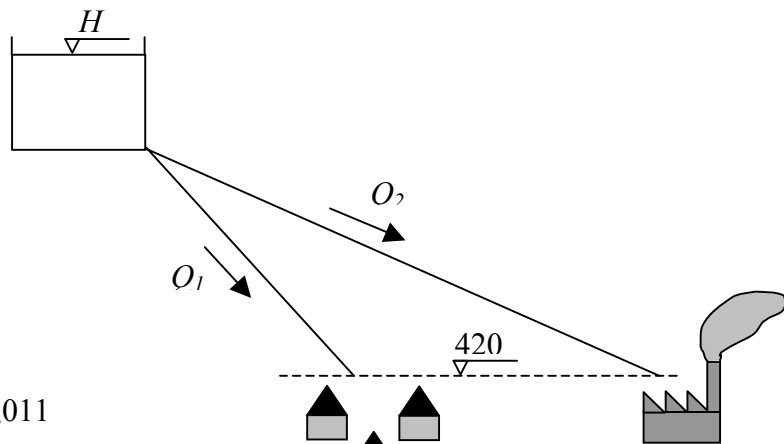


**Problema 15:** Para construir una tubería que ha de ser capaz de transportar  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , con unas pérdidas por unidad de longitud admisibles de  $10^{-3}$ , se dispone de dos materiales distintos. El material A tiene una rugosidad  $\varepsilon = 10^{-4} \text{ m}$  y cuesta 1,5 veces más por metro cuadrado que el material B, que tiene una rugosidad  $\varepsilon = 10^{-3} \text{ m}$ . La viscosidad cinemática  $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . ¿Cuál será la solución más económica?

**Problema 16:** Dos bombas de idéntica potencia impulsan a través de sendas tuberías horizontales de acero ( $n = 0,011$ ) de  $0,20 \text{ m}$  de diámetro y  $1000 \text{ m}$  de longitud, agua y aceite respectivamente. Si el caudal de agua es de  $120 \text{ l/s}$ , calcular el caudal de aceite ( $\mu = 4 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$  y densidad relativa =  $0,8$ ).

**Problema 17:** (Examen de junio de 2000) Una industria papelera y una población son abastecidas de agua por medio de un depósito común cuya lámina de agua se encuentra a una cota constante igual a  $H$  y cuyo esquema puede observarse en la figura adjunta. Se sabe que la industria papelera consume el doble que lo que consume la población y se impone que en el extremo aguas abajo de la tubería 1 se tenga una altura de presión de 10 m para garantizar una presión mínima a todo el poblado, mientras que la tubería 2 descarga a presión atmosférica. En estas condiciones averiguar:

- 1) Caudales de abastecimiento al poblado y de suministro a la industria.
- 2) Cota  $H$  del depósito regulador.
- 3) Relación que debe cumplirse entre  $L_1$  y  $L_2$  para que sea posible una relación de caudales exacta 1:2 entre el abastecimiento al poblado y el suministro a la industria.



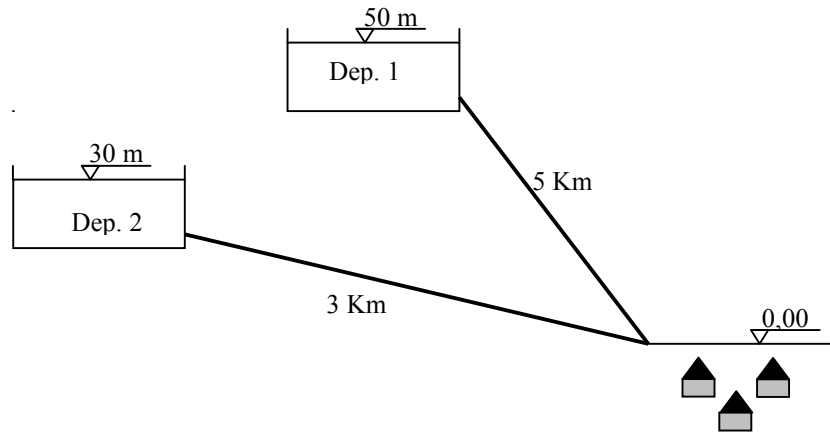
Tuberías de Fibrocemento:  $n = 0,011$   
 $L_1 = 1200$  m       $D_1 = 0,8$  m  
 $L_2 = 1600$  m       $D_2 = 0,8$  m  
 $L_3 = 700$  m       $D_3 = 1,0$  m

**Problema 18:** (Examen de junio de 2001) Un pueblo tiene un consumo de agua en horas punta de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Las fuentes de abastecimiento son dos grandes depósitos donde la cota de la lámina de agua puede considerarse constante. La cota de lámina de agua del depósito 1 está a 50 m por encima del pueblo y a 5 km de distancia y la cota de lámina de agua del depósito 2 está a 30 m por encima del pueblo y a 3 km de distancia del mismo.

Calcular el diámetro de las tuberías de abastecimiento y el caudal circulante por cada una de ellas, teniendo en cuenta:

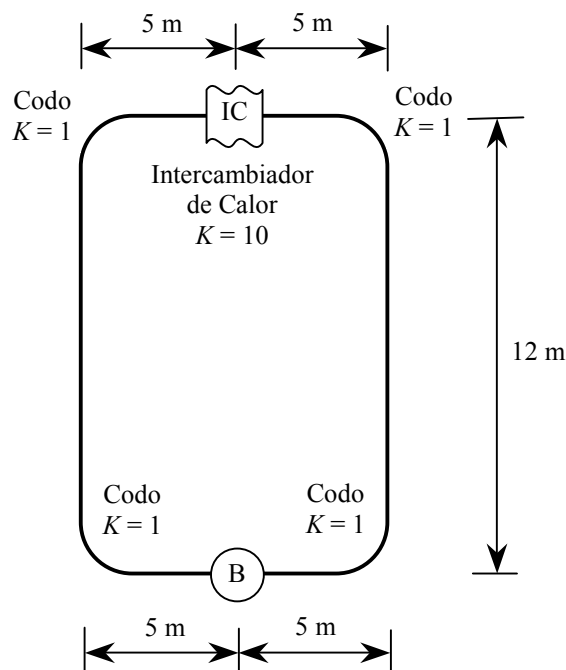
- Suministro simultáneo a través de las dos tuberías
- Carga mínima de agua en el pueblo de 8 m
- Tuberías de igual diámetro y rugosidad absoluta  $\varepsilon = 2$  mm
- Despreciar pérdidas de carga localizadas

Suponer la viscosidad cinemática del agua igual a  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

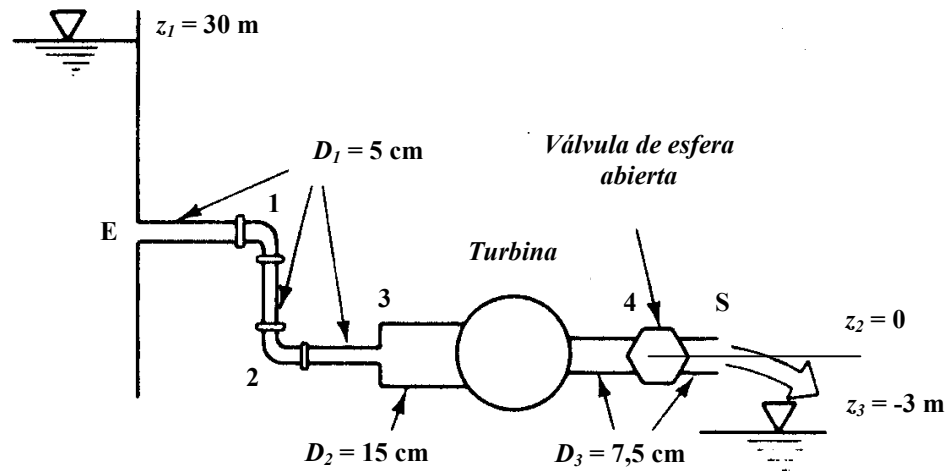


**Problema 19:** (Examen de julio de 2001) Un circuito de refrigeración horizontal por el que circula un caudal de 3 l/s de agua, consta de una tubería de 44 m de longitud y 2,5 cm de diámetro. El circuito tiene 2 tramos de tubería, 4 codos con un coeficiente de pérdida de carga  $K = 1$  cada uno y un intercambiador de calor con  $K = 10$ . En la siguiente figura se muestra un esquema en planta del mismo y sus dimensiones:

- a) Calcular la potencia a entregar al fluido por medio de la bomba (B), despreciando las variaciones de temperatura en el circuito. La viscosidad cinemática es  $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  y la rugosidad absoluta de la tubería es  $\epsilon = 0,025 \text{ mm}$ .
- b) Dibujar la línea piezométrica.

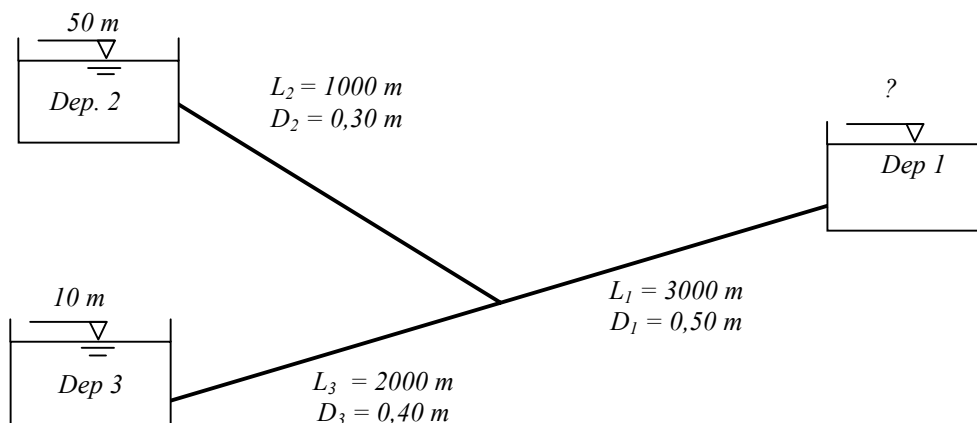


**Problema 20:** (Examen de diciembre de 2001) Calcular la potencia que extrae la turbina del sistema de la figura, si el caudal es de 4 litros/s y el fluido es agua ( $\nu = 1 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ). Las tuberías son de acero estirado ( $\epsilon = 0,05 \text{ mm}$ ), con  $L_{E-1} = 25 \text{ m}$ ,  $L_{1-2} = 5 \text{ m}$ ,  $L_{2-3} = 30 \text{ m}$ ,  $L_{3-T} = 12 \text{ m}$ ,  $L_{T-4} = 30 \text{ m}$  y  $L_{4-S} = 6 \text{ m}$ . Los codos son normales a  $90^\circ$  roscados y la válvula es acoplada. Considerar la válvula totalmente abierta y la entrada desde el depósito con bordes vivos. Dibujar la línea de energía y la línea piezométrica indicando los niveles correspondientes.  $1 \text{ in} = 0,0254 \text{ m}$ .

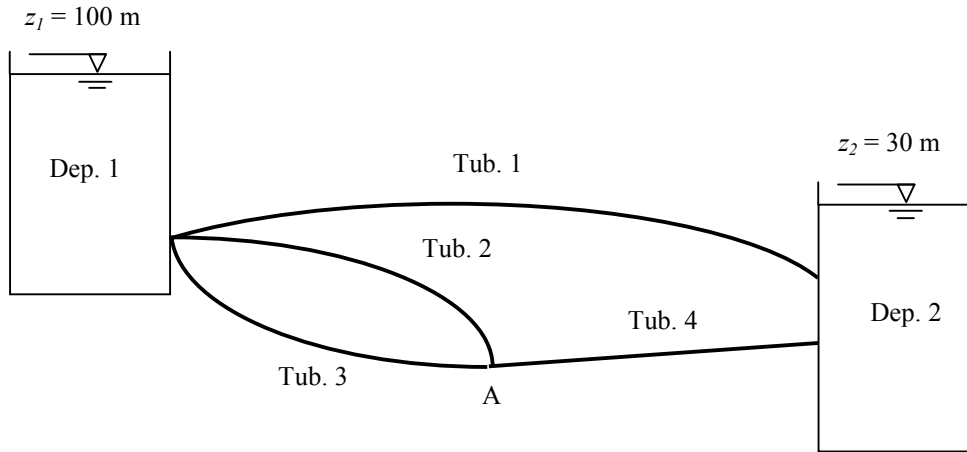


**Problema 21:** (Examen de junio de 2002) En el sistema de tuberías de la figura, cada tubería está conectada a un depósito cuyas cotas de la lámina de agua pueden considerarse constantes. Determinar la cota del depósito 1 para la cual no existe circulación de agua por la tubería 2, suponiendo despreciables todas las pérdidas de carga localizadas. ¿Cuál es el caudal que circularía por la tubería 3 en esas condiciones?

El material de todas las tuberías tiene una rugosidad absoluta,  $\epsilon = 2 \text{ mm}$ . Considerar la viscosidad cinemática,  $\nu = 1 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ .



**Problema 22:** (Examen de septiembre de 2003) Calcular los caudales circulantes por las 4 tuberías del sistema de la figura, despreciando las pérdidas de carga localizadas.  $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



Tubería	Longitud (m)	Diámetro (m)	$\epsilon$ (mm)
1	3000	0,30	2
2	1500	0,20	2
3	1300	0,25	2
4	1000	0,40	2