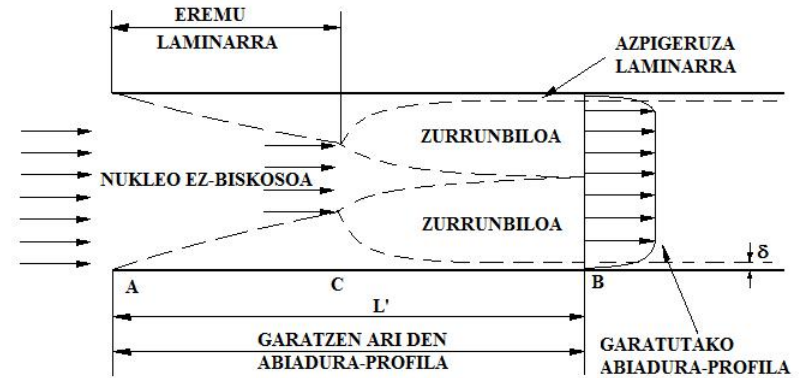
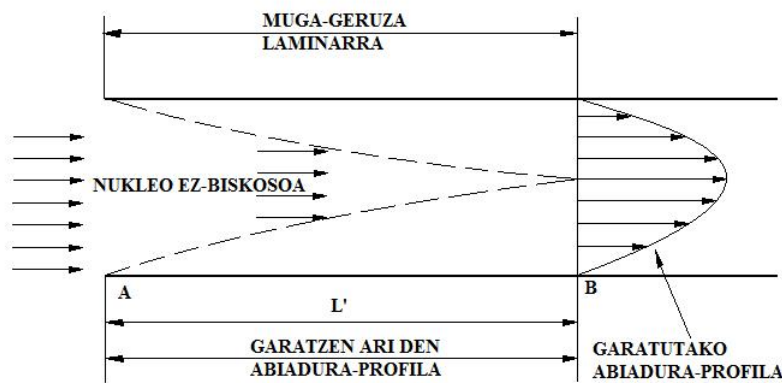


## 6. FLUXUA BISKOSO ETA KONPRIMAEZINA HODIETAN.

1. BARNE-FLUXUEN MUGA-GERUZAREN EGONKORTZEA.
2. KARGA GALERAK F. KONPRIMAEZINENTZAT: MOTAK ETA DEFINIZIOAK.
  1. FRIKZIOZKOAK EDO PRIMARIOAK DIREN KARGA GALERAK AZALERA KONSTANTEA DUEN HODI BATENTZAT.
  2. TOKIZKO EDO SEKUNDARIOAK DIREN KARGA GALERAK
3. FRIKZIOZKOAK EDO PRIMARIOAK DIREN KARGA GALERAK.
  1. HODIAREN BARRUAN DOAN FLUXUAREN EBAKIDURA-TENTSIOA ETA HONEN ERLAZIOA KARGA GALEREKIN.
  2. K. GALERA PRIMARIOAK: DARCY WEISBACH.
  3. F. LAMINARRA
  4. F. TURBULENTOA.
  5. MOODYREN ABAKOA.
  6. EDONOLAKO FLUXUARENTZAT ETA EDOZEIN HODI MOTARENTZAT ERABILGARRIA DEN ADIERAZPENA. ERRADIO HIDRAULIKOA.
4. TOKIZKO EDO KARGA GALERA SEKUNDARIOAK.
  1. KARGA GALEREN KOEFIZIENTEAK.
  2. LUZERA BALIOKIDEA.
5. ENERGIA DIAGRAMAK.
6. HODI SISTEMEN KALKULOA.
7. BANAKETA SAREAK.

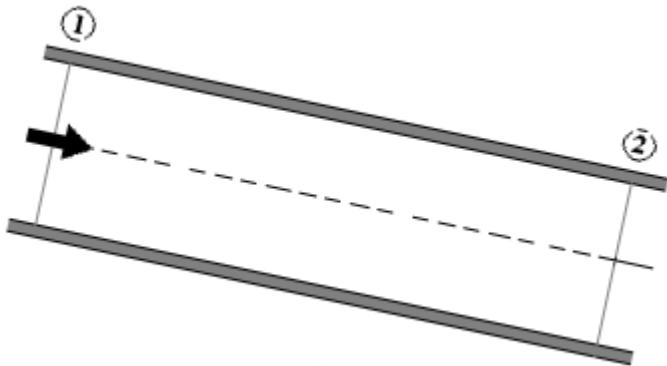
# 1. BARNE-FLUXUEN MUGA-GERUZAREN EGONKORTZEA.



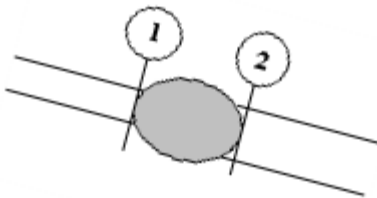
$$\frac{L'}{D} = f(\text{Re}) \Rightarrow \begin{cases} R. \text{ LAMINAR} \Rightarrow \frac{L'}{D} \cong 0,058 \text{Re}_D \\ R. \text{ TURBULENTO} \Rightarrow \frac{L'}{D} = 4,4 \text{Re}_D^{1/6} \end{cases}$$

## 2. KARGA GALERAK F. KONPRIMAEZINENTZAT: MOTAK ETA DEFINIZIOAK.

1. FRIKZIOZKOAK EDO PRIMARIOAK DIREN KARGA GALERAK AZALERA KONSTANTEA DUEN HODI BATENTZAT.

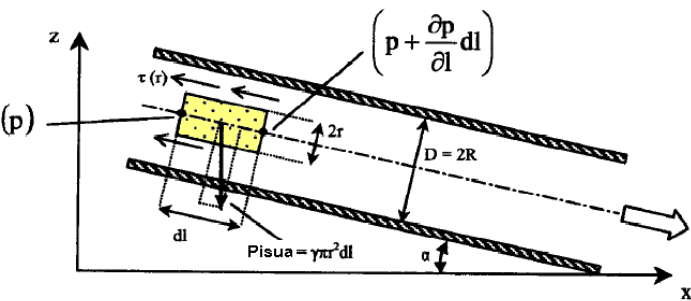


2. TOKIZKO KARGA GALERAK EDO SEKUNDARIOAK



# 3. FRIKZIOZKOAK EDO PRIMARIOAK DIREN KARGA GALERAK.

## 1. HODIAREN BARRUAN DOAN FLUXUAREN EBAKIDURA-TENTSIOA ETA HONEN ERLAZIOA KARGA GALEREKIN.



$$\sum \bar{F} = \bar{M}_2 - \bar{M}_1 = 0 \Rightarrow \underbrace{p\pi r^2 - \left(p + \frac{dp}{dl} dl\right)\pi r^2}_{\text{presio indarrak}} + \underbrace{\gamma\pi r^2 dl \sin \alpha}_{\text{pisua}} - \underbrace{\tau 2\pi r dl}_{\text{ebakidura indarra}} = 0$$

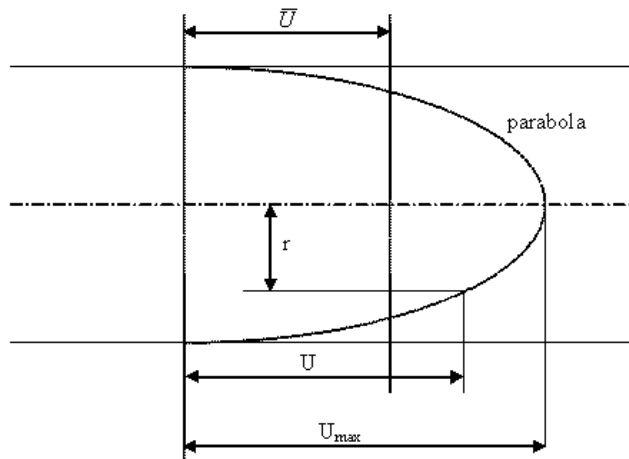
$$\sin \alpha = -\frac{dz}{dl}$$

$$\tau = \frac{r}{2}\gamma \left[ -\frac{dz}{dl} \frac{1}{\gamma} - \frac{dp}{dl} \right] = -\frac{r}{2}\gamma \frac{d\left(\frac{p}{\gamma} + z\right)}{dl}$$

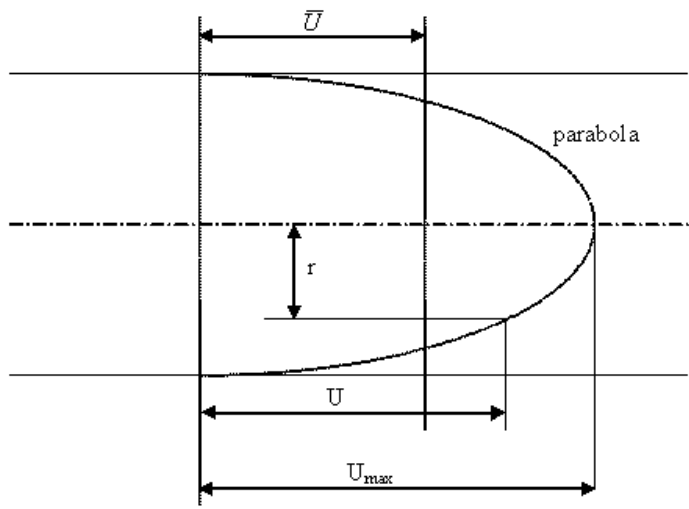
$$J = -\frac{d\left(\frac{p}{\gamma} + z\right)}{dl} \left. \begin{array}{l} \tau = \frac{r}{2}\gamma J = \frac{r}{2}\gamma \frac{\Delta h_f}{l} \text{ (Baliogarria F.L. zein F.T.rentzat)} \end{array} \right\}$$

## 2. KARGA GALERA PRIMARIOEN KALKULOA: DARCY WEISBACH.

## 3. F. LAMINARRARENTZAT.



$$(1) \Rightarrow F.L \Rightarrow F.N \Rightarrow \tau = \mu \frac{dU}{dy} = -\mu \frac{dU(r)}{dr} = \frac{r}{2} \gamma \cdot J$$



## 4. F. TURBULENTOARENTZAT.

### 1. HODI LAUA $2000 < Re < 10^5$

$$\text{BLASIUS} \Rightarrow f = \frac{0,3164}{Re^{1/4}}$$

### 2. HODI LAUA $Re > 10^5$

$$\text{KARMAN-PRANDTL} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log Re \sqrt{f} - 0,8$$

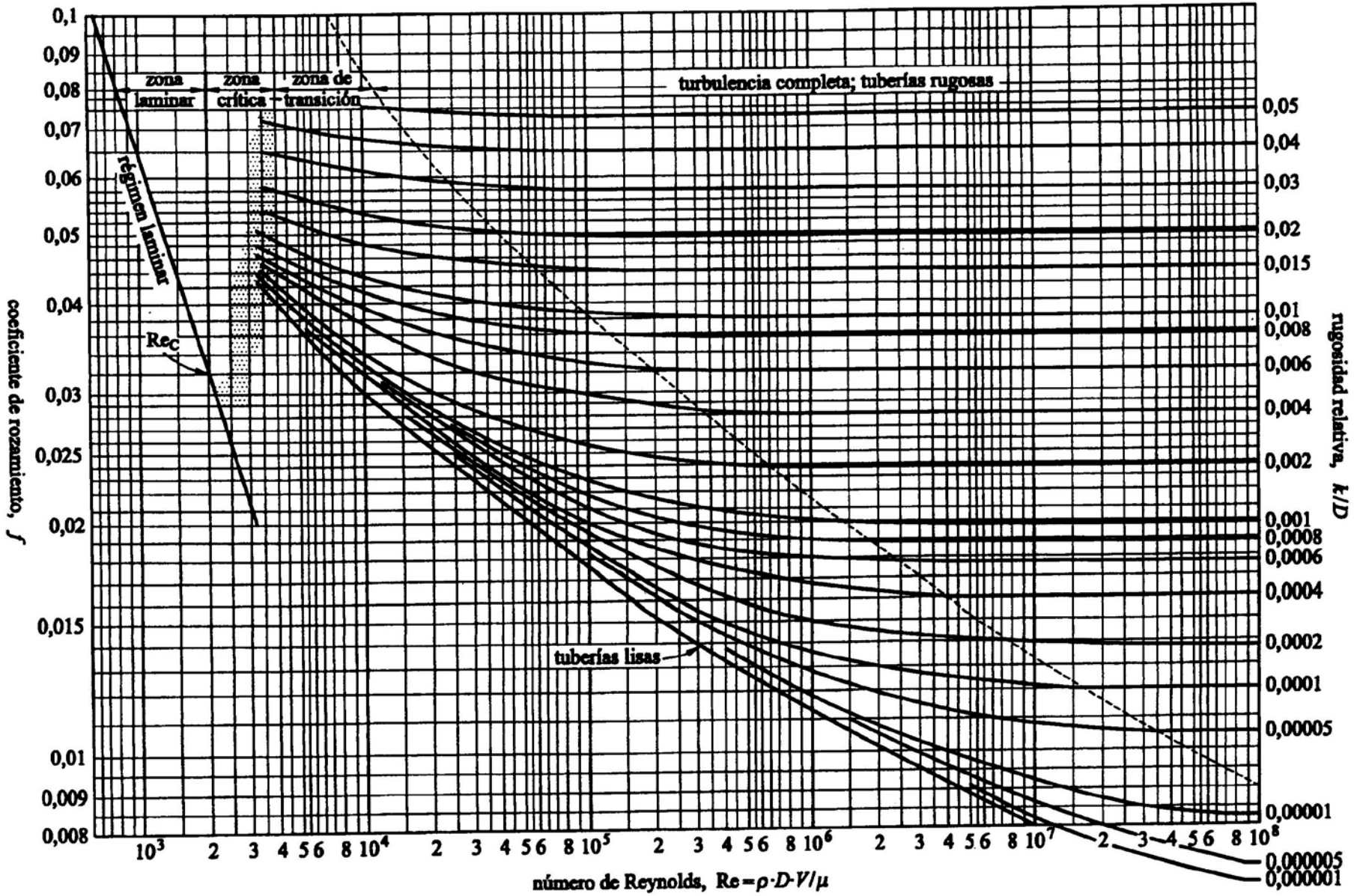
### 3. ZIMURDURA DUEN HODIA

$$\text{WHITE COLEBROOK} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$\text{HAALAND} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left( \left( \frac{\varepsilon}{3,7d} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right)$$

$$\text{KARMAN-PRANDTL} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7d} \right)$$

# 5. MOODYREN ABAKOA





6. EDONOLAKO FLUXUARENTZAT ETA EDOZEIN HODI MOTARENTZAT ERABILGARRIA DEN ADIERAZPENA. ERRADIO HIDRAULIKOA ( $R_H$ )

$$D_H = 4R_H \Rightarrow R_H = \frac{A_{FLUXUA}}{P_m}$$

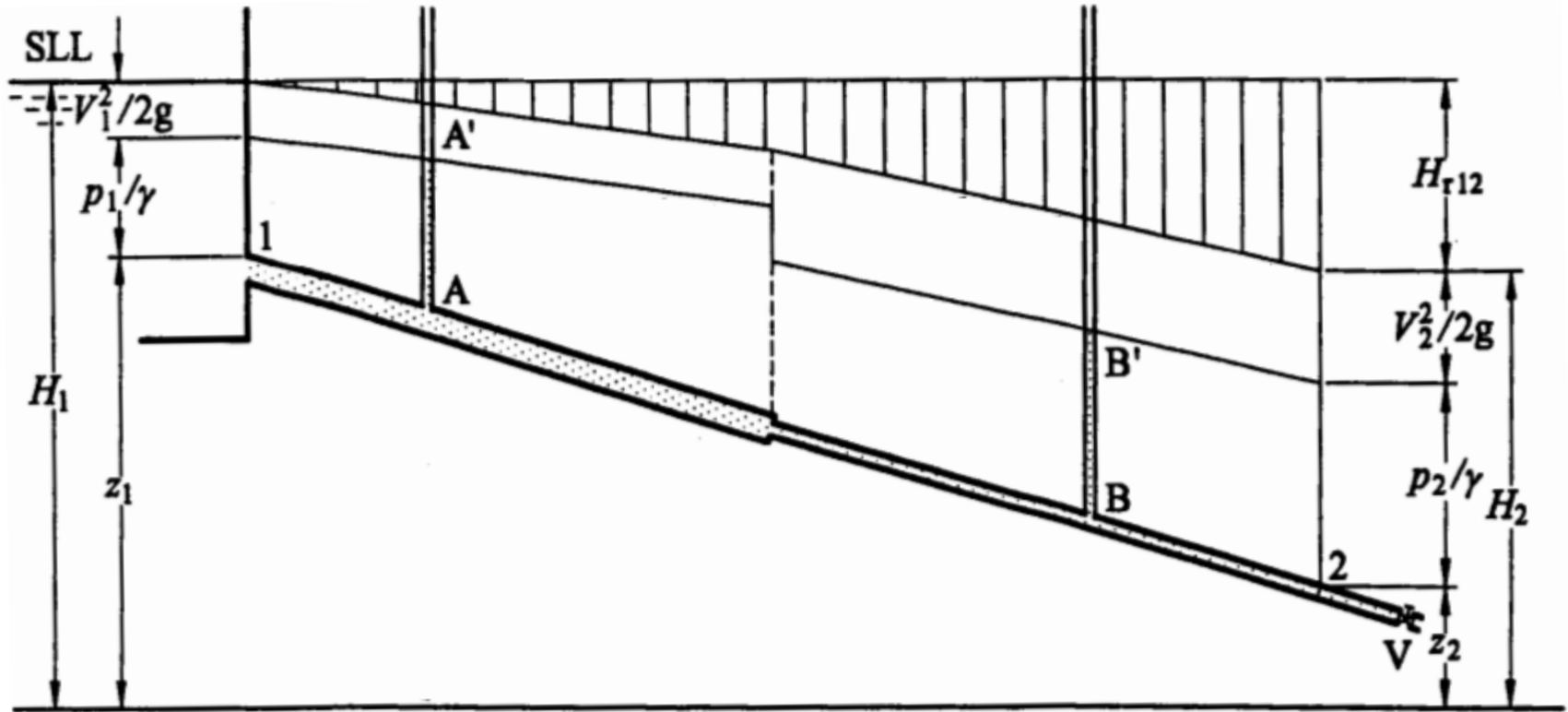
$$h_f = f \frac{L}{D_H} \frac{U^2}{2g}$$

## 4. TOKIZKO EDO SEKUNDARIOAK DIREN KARGA GALERAK.

$$\Rightarrow h_s = K \frac{U^2}{2g}$$

1. KARGA GALEREN KOEFIZIENTEA
  1. BAT-BATEKO ZABALGUNEA
  2. BAT-BATEKO ESTUGUNEA
  3. GRADUALKI GERTATZEN DIREN ZABALGUNE/ESTUGUNEAK
  4. DEPOSITOTIK HODIRAKO IGAROKETA.
  5. HODITIK DEPOSITORAKO IGAROKETA.
  6. HODIETAKO BESTE ELEMENTU BATZUK (UKONDOAK, BALBULAK, etabar.)
2. LUZERA BALIOKIDEA

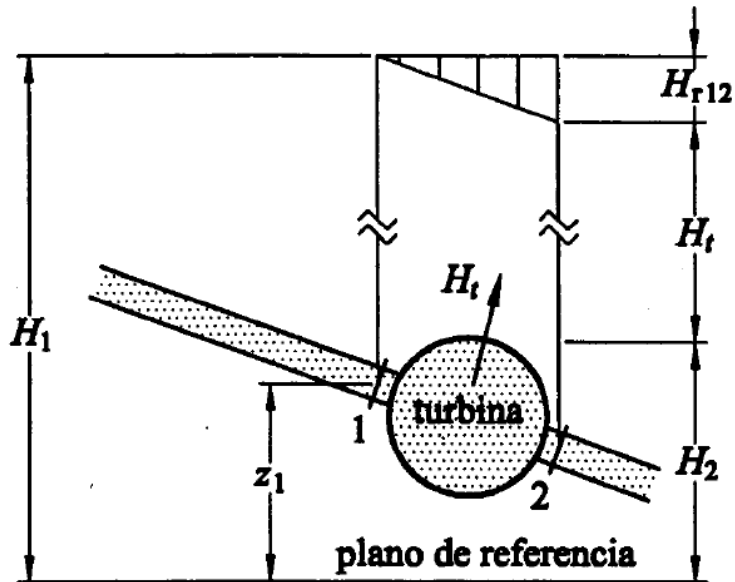
## 5. ENERGIA DIAGRAMA



## M. HIDRAULIKOETAKO ENERGIA DIAGRAMAK:

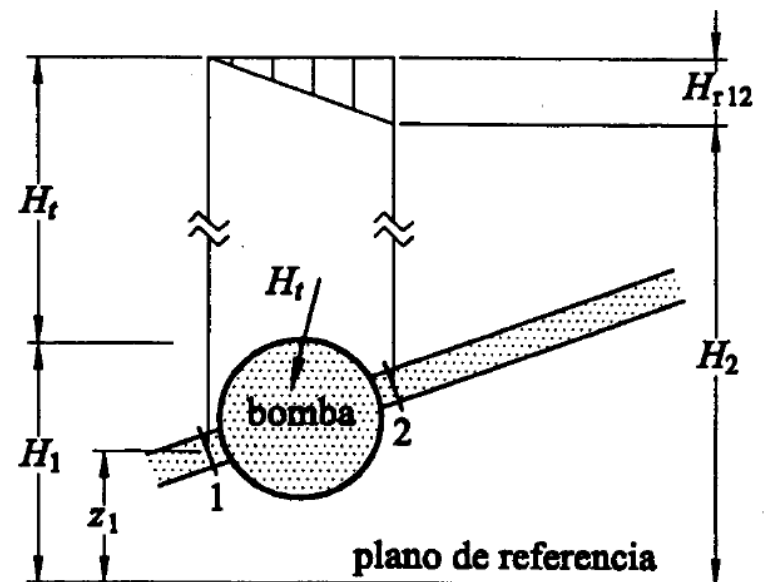
### TURBINAK

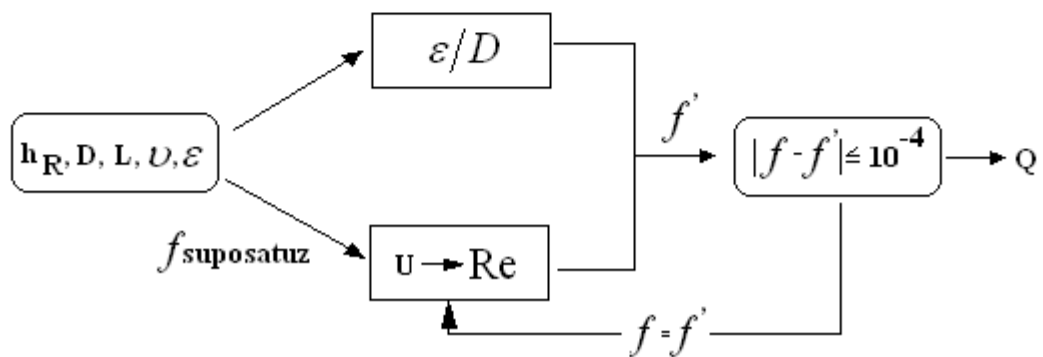
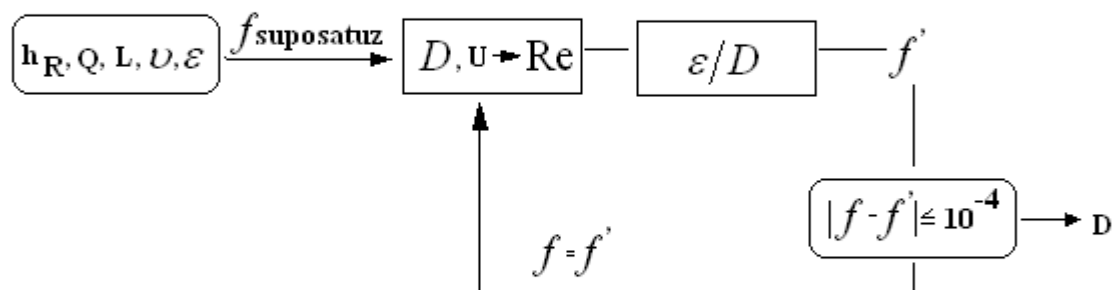
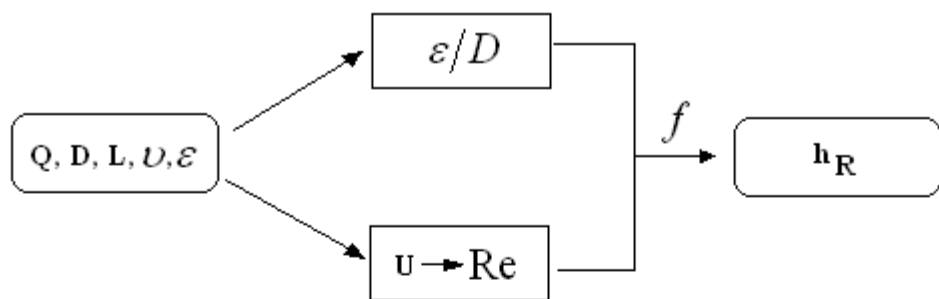
$$H_1 = H_2 + H_t + H_{r12}$$



### PONPAK

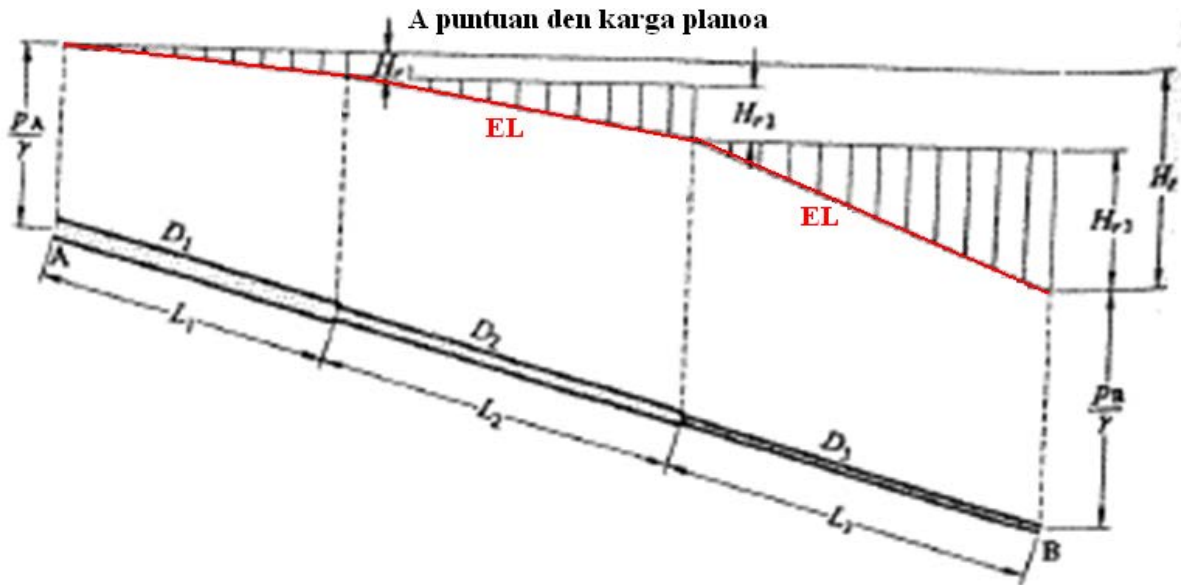
$$H_1 + H_t = H_2 + H_{r12}$$





# 6. HODI SISTEMEN KALKULOA

## 1. SERIEAN DIREN HODIAK



## SARE HAUEN KALKULOA:

1.  $Q, L_i, D_i, U_i$  eta  $K_i(\epsilon_i, \nu_i)$  ezagunak dira  $\rightarrow h_{Ri} \rightarrow h_R$
2. Hodi baliokidearen  $D$  diametroaren kalkulua.

$$h_{Rsec} = k \frac{U^2}{2g} = k \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^4}$$

$$h_{Rprim} = f \frac{L U^2}{D 2g} = f \frac{8LQ^2}{g\pi^2 D^5}$$

$$h_{Rtotal} = \sum h_{Ri} \Rightarrow 8 \frac{fLQ^2}{g\pi^2 D^5} = \frac{8Q^2}{g\pi^2} \left[ \sum \left( f_i \frac{L_i}{D_i^5} \right) + \sum \left( \frac{k_i}{D_i^4} \right) \right]$$

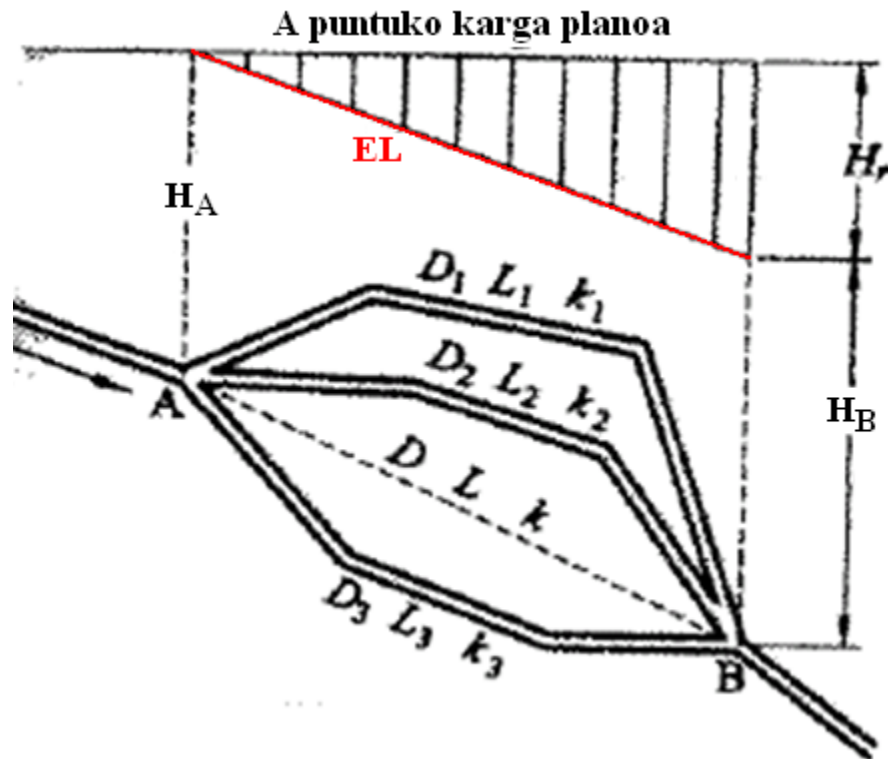
$L \uparrow \uparrow \uparrow$  edo ez direnean hodiaren zeharkako azalera bat bateko aldaketarik gertatzen

$h_{Rsec} \ll h_{Rprim}$

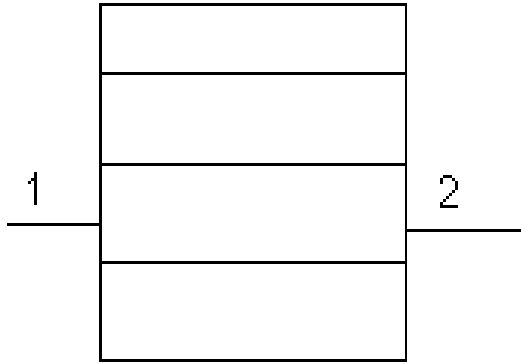
$$h_R = \sum h_{Ri} \Rightarrow f \frac{L}{D^5} = \sum \left( f_i \frac{L_i}{D_i^5} \right) \Rightarrow f_i \approx f \Rightarrow \frac{L}{D^5} = \sum \left( \frac{L_i}{D_i^5} \right)$$

3. Ezagututa  $L_i, D_i, h_R$  eta  $K_i(\epsilon_i, \nu_i) \rightarrow Q$   
Lehenik hodi baliokidearen  $D$  kalkulatu da eta hau ezagututa,  $Q$  emaria kalkulatu da.

## 2. PARALELOAN DEN SARE SISTEMA.







$$Q_i, U_i, L_i, D_i, \varepsilon_i$$

$$h_{f_{1-2}} = h_{f_{i_{1-2}}} \Rightarrow \begin{cases} f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} = f_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{Q_2^2}{2gA_2^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_2 Q_2^2 \\ f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} = f_3 \frac{L_3}{D_3} \frac{Q_3^2}{2gA_3^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_3 Q_3^2, \text{ non } K_i(L_i, D_i) \\ f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} = f_4 \frac{L_4}{D_4} \frac{Q_4^2}{2gA_4^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_4 Q_4^2 \end{cases}$$

## SARE HAUEN KALKULOA:

1. Q eta hodi guztien ezaugarriak ( $L_i$ ,  $D_i$ ,  $k_i$ ,  $\nu$ ) ezagututa, kalkulatu emarien banaketa eta karga-galera.

1.  $D \uparrow$  ren Q suposatu  $\rightarrow h_{Ri}$

$$h_{R1-2} = h_{R1-i} \Rightarrow \begin{cases} f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2g\sigma_1^2} = f_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{Q_2^2}{2g\sigma_2^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_2 Q_2^2 \Rightarrow Q_2 = f(Q_1) \\ f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2g\sigma_1^2} = f_3 \frac{L_3}{D_3} \frac{Q_3^2}{2g\sigma_3^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_3 Q_3^2 \Rightarrow Q_3 = f(Q_1) \\ f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{Q_1^2}{2g\sigma_1^2} = f_4 \frac{L_4}{D_4} \frac{Q_4^2}{2g\sigma_4^2} \Rightarrow K_1 Q_1^2 = K_4 Q_4^2 \Rightarrow Q_4 = f(Q_1) \end{cases}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q \Rightarrow \frac{Q_1}{Q}, \frac{Q_2}{Q}, \frac{Q_3}{Q}, \frac{Q_4}{Q}$$

**Proporzionaltasuna ezagututa eta Q ezagututa, adar bakoitzetatik errealitatean pasatzen diren  $Q_i$  izango ditugu.**

2.  $h_R$  fiktizio bat ezarri eta aurreko ataleko pausuak errepikatu (iteraketa)
3. Hodi baliokidearen L luzeera kalkulatu  $\rightarrow$  diametro bat finkatu (D handiena baino  $\uparrow$  dena)  $\rightarrow$  dagokion  $h_R \rightarrow Q_i$

## 7. BANAKETA SAREAK

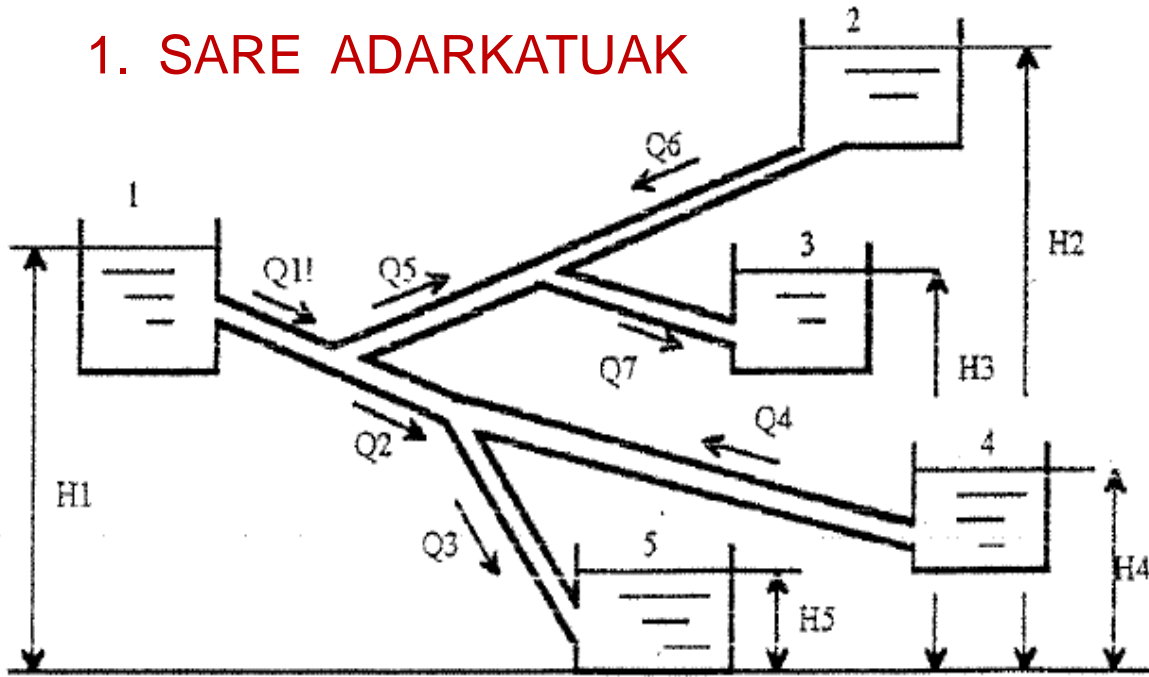
### 1. BANAKETA SARE MOTA EZBERDINAK:

1. ADARKATUAK DIREN SAREAK.
2. SARE BEGIZTATUAK.

### 2. ADARKATUAK DIREN SAREAK.

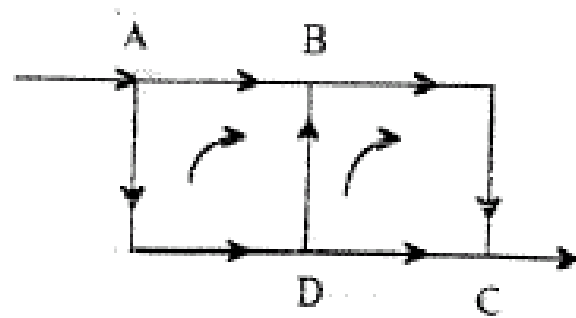
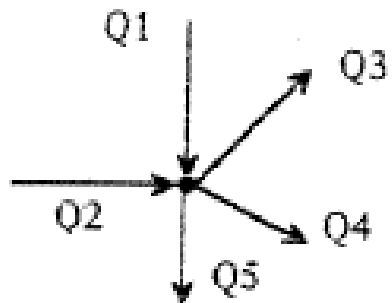
1. EMARIAREN NORABIDEA ARBITRARIOKI EZARTZEN DA:
  1. Sartzen direnak  $Q +$
  2. Irtetzen direnak  $Q -$
2. JARRAITUTASUNAREN EKUAZIOA NUDO BAKOITZARI APLIKATUKO ZAIO.
3. ENERGIAREN KONTSERBATZIO PPIOA DEPOSITOEN ARTEAN APLIKATUKO DA.

# 1. SARE ADARKATUAK



*Karga galerak*  $\Rightarrow h_f = kQ^2$

### 3. SARE BEGIZTATUAK.



1. KORAPILOA.
2. HODIA.
3. BEGIZTA.

