

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

### III ESONERO DI IDRAULICA

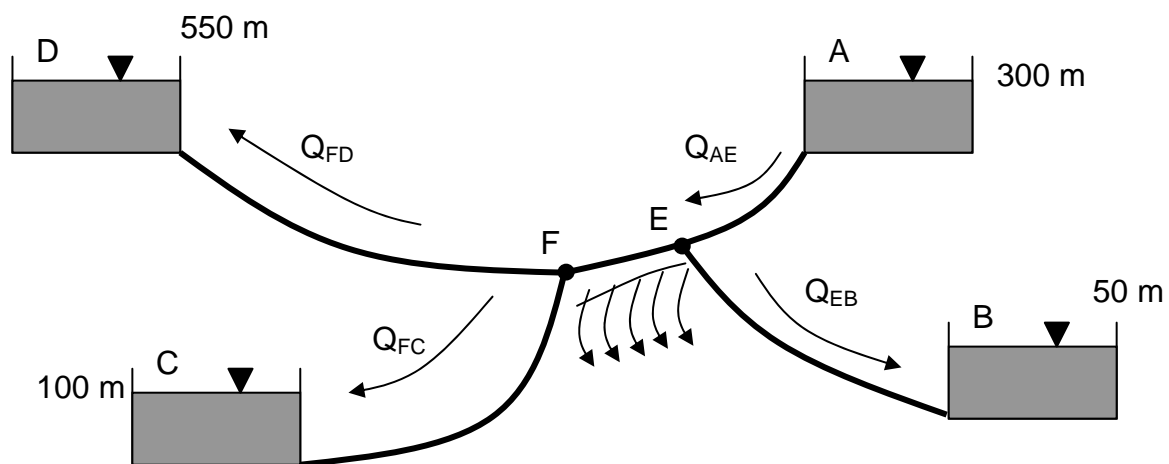
Politecnico di Bari, Il Facoltà di Ingegneria, Corso di Idraulica, a. a. 2011-2012

Ingegneria Civile e per l'Ambiente e il Territorio

#### QUESITO I

Data la rete aperta riportata in figura (rappresentazione non in scala) costituita dai quattro serbatoi **A**, **B**, **C** e **D** e in cui la portata deve fluire secondo i versi riportati (si tenga conto che nel tratto **EF** viene uniformemente distribuita la portata  $q$ ), si chiede di:

- 1) calcolare la portata che giunge al serbatoio **C**
- 2) valutare le quote piezometriche in **E** e **F** secondo il metodo di Marzolo;
- 3) tracciare l'andamento qualitativo delle piezometriche sull'intera rete;
- 4) progettare i diametri commerciali del tronco **FC**, le relative lunghezze e disegnare le relative linee piezometriche, in aggiunta alla piezometrica teorica;
- 5) progettare il tronco **FD** e valutare la potenza della pompa (di rendimento  $\eta$ ) da porre in **F**.



Dati:

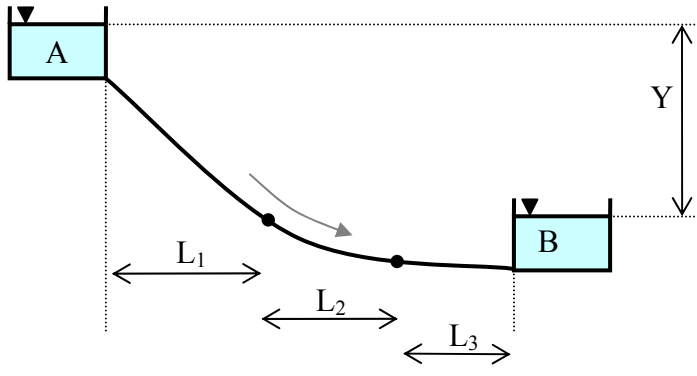
|                         |  |
|-------------------------|--|
| $L_{AE} = 6 \text{ km}$ | $Q_{AE} = 300 \text{ l/s}$                     |
| $L_{EF} = 2 \text{ km}$ | $Q_{EB} = 50 \text{ l/s}$                      |
| $L_{EB} = 2 \text{ km}$ | $Q_{FD} = 100 \text{ l/s}$                     |
| $L_{FC} = 2 \text{ km}$ | $q = 0.04 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$        |
| $L_{FD} = 2 \text{ km}$ | $\gamma_{\text{Bazin}} = 0.16 \text{ m}^{0.5}$ |
| $H_A = 300 \text{ m}$   | $\gamma_{H_2O} = 9810 \text{ N/m}^3$           |
| $H_B = 50 \text{ m}$    | $\eta = 0.60$                                  |
| $H_C = 100 \text{ m}$   |  |
| $H_D = 550 \text{ m}$   |  |

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

**QUESITO II**

Si considerino due serbatoi *A* e *B* collegati da tre condotte in serie di lunghezze  $L_1, L_2, L_3$  aventi diametro rispettivamente  $D_1, D_2, D_3$  in cui fluisce una portata  $Q$ . Calcolare la portata fluente.



- $Y = 620\text{ m}$
- $L_1 = 15\text{ km}$
- $L_2 = 10\text{ km}$
- $L_3 = 6\text{ km}$
- $\gamma_{Bazin} = 0.20\text{ m}^{0.5}$
- $D_1 = 350\text{ mm}$
- $D_2 = 300\text{ mm}$
- $D_3 = 175\text{ mm}$

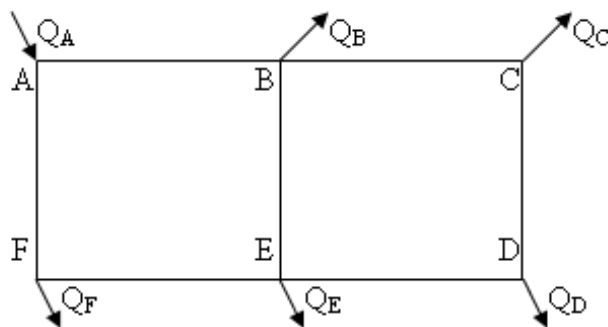
**QUESITO III**

Una condotta lunga  $L=5\text{ km}$  collega un serbatoio *A* col serbatoio *B*, con peli liberi rispettivamente a quote  $H_a=550\text{ m}$  e  $H_b=350\text{ m}$ . Facendo riferimento ad una  $Q=450\text{ l/s}$  si richiede di:

- 1) progettare i diametri commerciali della condotta, ipotizzando un coefficiente di scabrezza secondo Bazin  $\gamma=0.23\text{ m}^{0.5}$ ;
- 2) la potenza di una pompa posizionata a 2000 m di distanza dal serbatoio *A* per avere un aumento di portata rispetto a  $Q$  del 60% (rendimento  $\eta=0.65$ );
- 3) facendo riferimento alle condizioni di portata del punto 1), calcolare il numero indice di Reynolds di attrito e stabilire se il moto è assolutamente turbolento (si assuma la viscosità cinematica dell'acqua  $\nu=10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ , la densità  $\rho=1000\text{ Kg/m}^3$  e la scabrezza equivalente  $\varepsilon=0.8\text{ mm}$ ).

**QUESITO IV**

La rete idrica riportata in figura è costituita da due maglie. Sono note le portate  $Q$  affluenti e defluenti nei nodi, mentre le lunghezze, i diametri e le scabrezze delle condotte sono uguali per ogni tratto. Utilizzando il metodo di bilanciamento dei carichi (metodo di Cross) calcolare le portate di ogni tronco.



- $Q_A = 18\text{ l/s}$
- $Q_B = 3\text{ l/s}$
- $Q_C = 21\text{ l/s}$
- $Q_D = 41\text{ l/s}$
- $Q_E = 4\text{ l/s}$
- $Q_F = 5\text{ l/s}$
- $l_i = l$
- $u_i = u$
- $D_i = D$

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

## RISULTATI

### QUESITO I

#### Portata uscente tratto EF:

$$Q_{EF\_USCENTE}=80 \text{ l/s}$$

#### Portata che giunge in C:

$$Q_{FC}=70 \text{ l/s}$$

#### Portata di estremità tratto EF:

$$Q_F=170 \text{ l/s}$$

#### Portata fittizia tratto EF:

$$Q_{EF}=214 \text{ l/s}$$

#### Metodo Marzolo tratto AEFC:

| NODO | TRONCO | LUNGHEZZA | PORTATA             | $L\sqrt[3]{Q}$ | $\frac{L\sqrt[3]{Q}}{\sum_i L_i\sqrt[3]{Q_i}} Y_{AD}$ | H      |
|------|--------|-----------|---------------------|----------------|---|--------|
| [-]  | [-]    | [m]       | [m <sup>3</sup> /s] |                |   | [m]    |
| A    | AE     | 6000      | 0.300               | 4016.6         | 133.06  | 300.00 |
| E    | EF     | 2000      | 0.214               | 1196.3         | 39.63   | 166.94 |
| F    | FC     | 2000      | 0.070               | 824.3          | 27.31   | 127.31 |
| C    |        |           |                     |                |   | 100.00 |
|      |        |           |                     | <b>Somma</b>   |   |        |
|      |        |           |                     | 6037.1         |   |        |

#### Carichi in E, F:

$$H_E=166.94 \text{ m}$$

$$H_F=127.31 \text{ m}$$

#### Diametri commerciali e lunghezze per il tratto FC:

$$u_{\text{teorico}}=2.7867 \text{ s}^2/\text{m}^6$$

$$D_1=0.225 \text{ m}$$

$$u_1=4.1664031 \text{ s}^2/\text{m}^6$$

$$L_1=473 \text{ m}$$

$$D_2=0.250 \text{ m}$$

$$u_2=2.3595510 \text{ s}^2/\text{m}^6$$

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

$L_2=1527$  m

**Diametro commerciale tratto pompa FD:**

$D_{FD}=0.500$  m

$u=0.05784$  s<sup>2</sup>/m<sup>6</sup>

Prevalenza geodetica:

$H_g=422.7$ m

Perdita distribuita:

$H=1.16$ m

Carico pompa:

$\Delta H=424$ m

**Potenza della pompa:**

$P=0.69$  MW

**QUESITO II**

La lunghezza totale della condotta è pari a:

$$L = \sum_i L_i = 31 \text{ km}$$

mentre per le tre condotte:

$$u_1 = 0.45828$$

$$u_2 = 1.0556$$

$$u_3 = 19.976$$

per cui la condotta equivalente è caratterizzata da:

$$u_{eq} = \frac{\sum_i u_i L_i}{L} = 4.428$$

La portata è allora pari a:

$$Q = \sqrt{\frac{Y}{u_{eq} L}} = 67,21/s$$

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

### QUESITO III

1)

Dall'equazione di tratto :

$$H_A - H_B = uQ^2 L$$

si ricava il coefficiente  $u$  :

$$u = \frac{H_A - H_B}{L \cdot Q^2} = \frac{550 - 350}{(5 \cdot 10^3) \cdot (0,450)^2} = 0,1975$$

Dalla tabella si ottengono i valori di  $u_1$   $u_2$  immediatamente più grande e più piccolo di  $u$

$$u_1 < u < u_2 \rightarrow 0,13193 < u < 0,24963$$

da cui ricaviamo rispettivamente i diametri

$$D_1 = 450mm$$

$$D_2 = 400mm$$

Quindi la condotta verrà realizzare per un tratto  $L_1$  con diametro  $D_1$  e per un tratto  $L_2$  con diametro  $D_2$  ;

Imponendo a sistema le seguenti equazioni:

$$L = L_1 + L_2$$

$$Y = u_1 Q^2 L_1 + u_2 Q^2 L_2$$

si ricavano i valori di  $L_1$  e  $L_2$  :

$$L_1 = 2205,88 \text{ m}$$

$$L_2 = 2794,12m$$

$$2) Q^* = 1.6 \cdot Q = 0.72m^3 / s$$

$$H = H_{Pdestra} - H_{Psinistra}$$

$$H_{Pdestra} = 350 + u_1 Q^{*2} (L_1 - 2000) + u_2 Q^{*2} L_2 = 725,7m$$

$$H_{Psinistra} = H_A - (u_1 Q^{*2} \cdot 2000) = 413,21m$$

$$H = 725,7 - 413,21 = 312,45m$$

$$P = \frac{\gamma \cdot H \cdot Q^*}{\eta} = \frac{9800 \cdot 312,45 \cdot 0.72}{0.5} = 3391786,8W$$

3)

$$v = 10^{-6} m^2 / s; \rho = 1000Kg / m^3; \varepsilon = 0.8mm$$

Nel primo tratto di condotta di diametro  $D_1$  risulta:

NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

$$J_1 = u_1 Q^2 = 0.0267$$

$$\tau_0 = \gamma R J_1 = 9800 \cdot \frac{0.45}{4} \cdot 0.0267 = 29,45 \text{ N/m}^2$$

$$\mu_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = 0.17 \text{ m/s}$$

$$\text{Re}_* = \frac{\varepsilon \mu_*}{\nu} = \frac{0.8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.17}{10^{-6}} = 137,3 > 70 \Rightarrow \text{moto assolutamente turbolento}$$

Nel secondo tratto di condotta di diametro  $D_1$  risulta:

$$J_2 = u_2 Q^2 = 0.0505$$

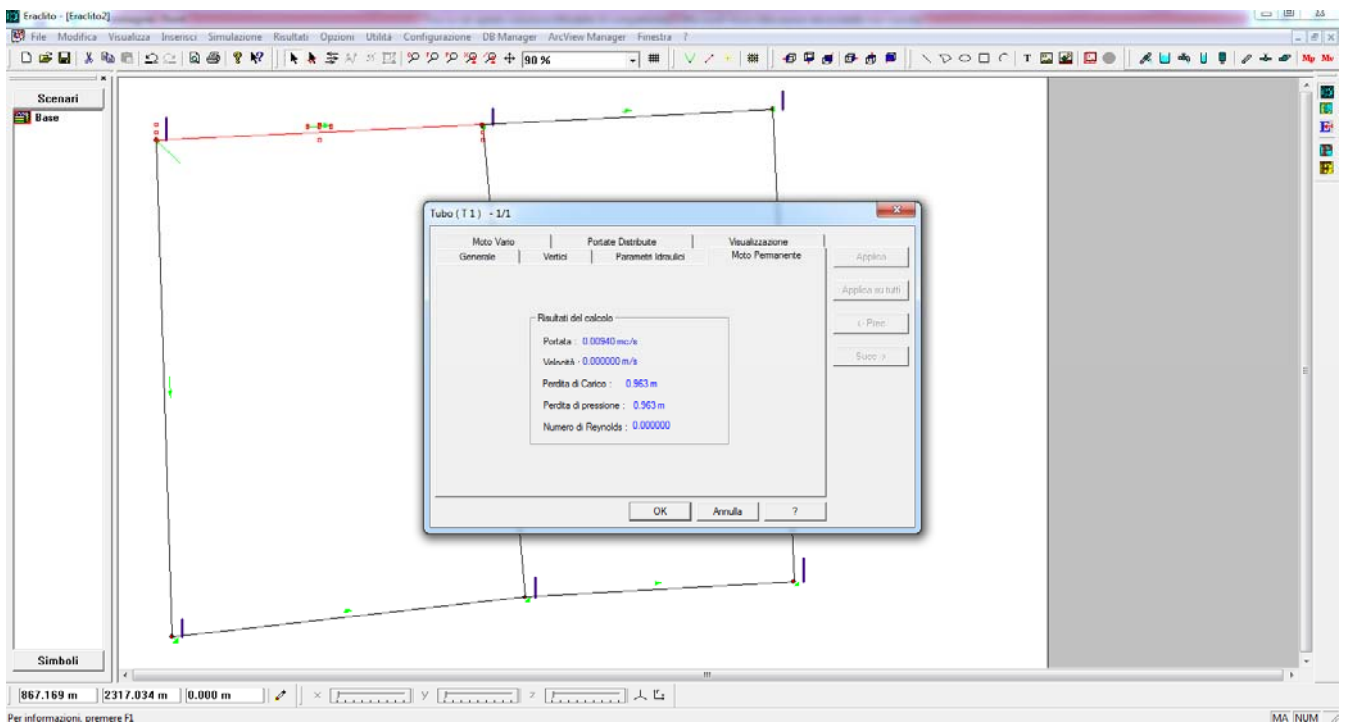
$$\tau_0 = \gamma R J_2 = 9800 \cdot \frac{0.400}{4} \cdot 0.0505 = 49,53 \text{ N/m}^2$$

$$\mu_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = 0.223 \text{ m/s}$$

$$\text{Re}_* = \frac{\varepsilon \mu_*}{\nu} = \frac{0.8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.223}{10^{-6}} = 178 > 70 \Rightarrow \text{moto assolutamente turbolento}$$

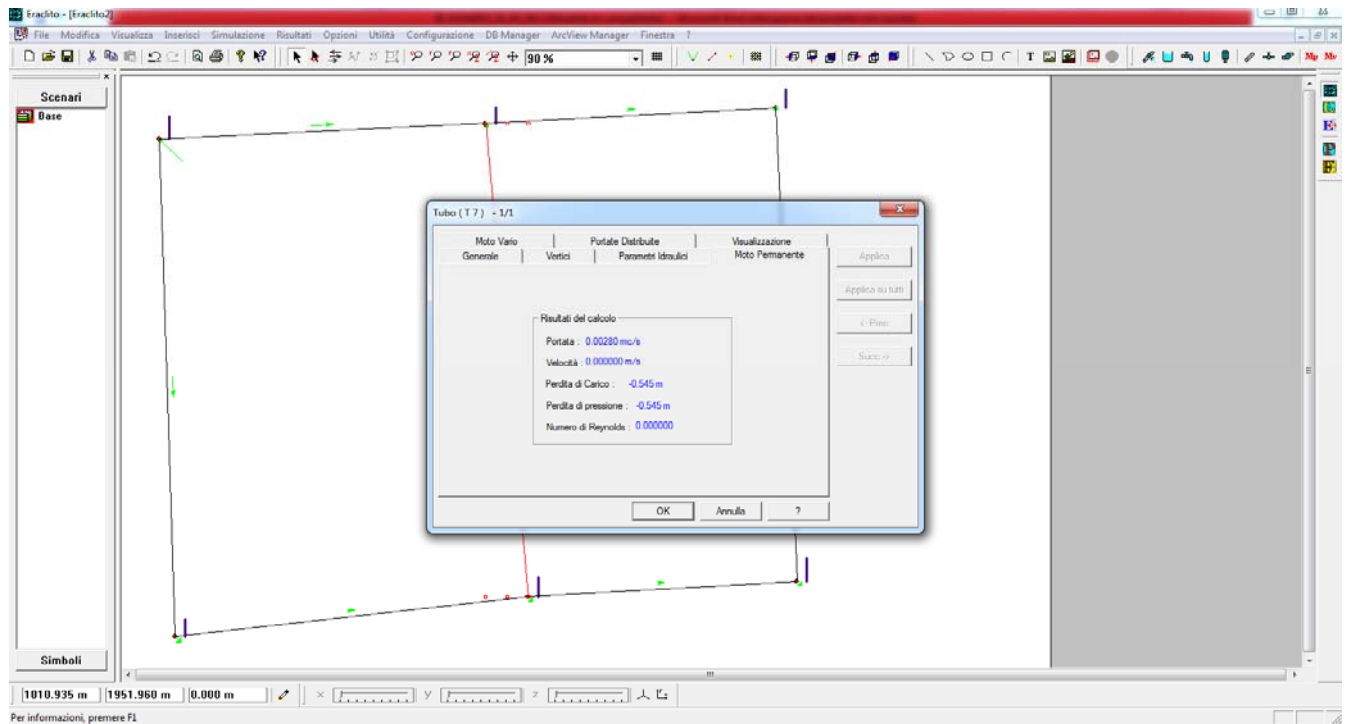
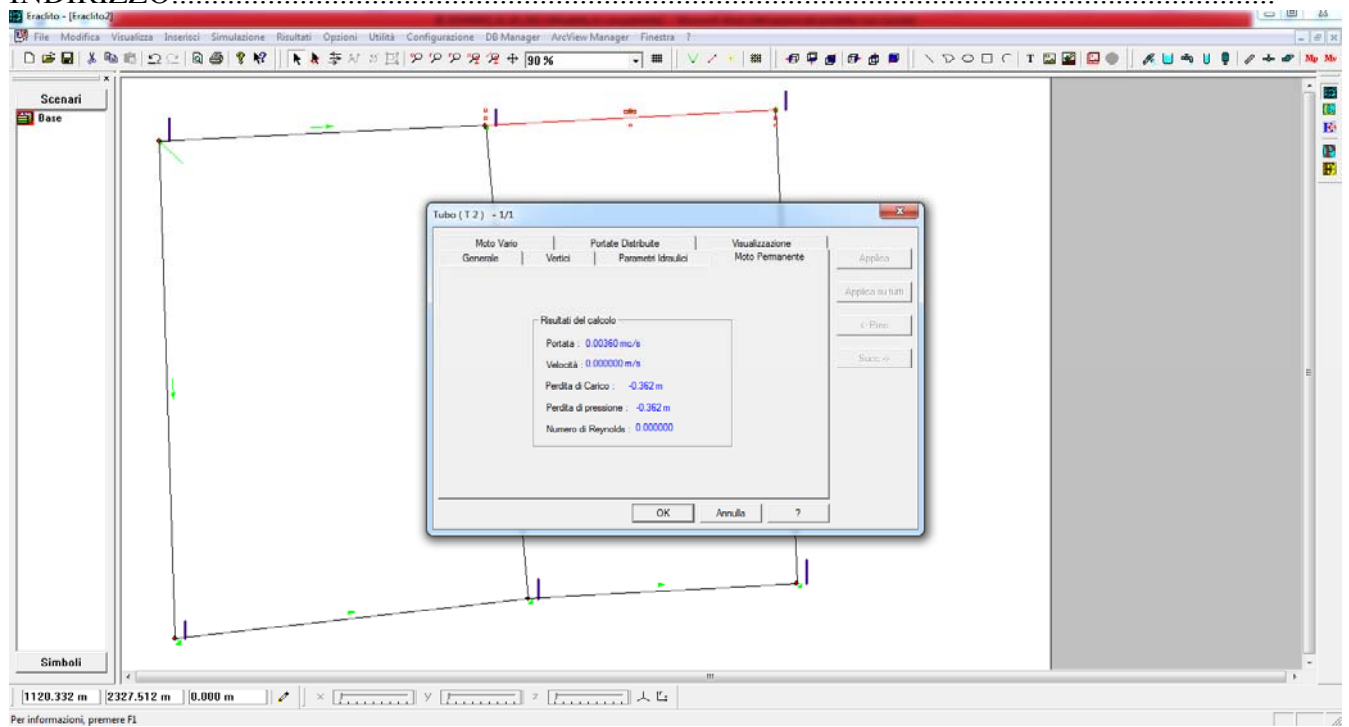
## QUESITO IV

Risoluzione mediante il software PROTEO - MODULO ERACLITO.



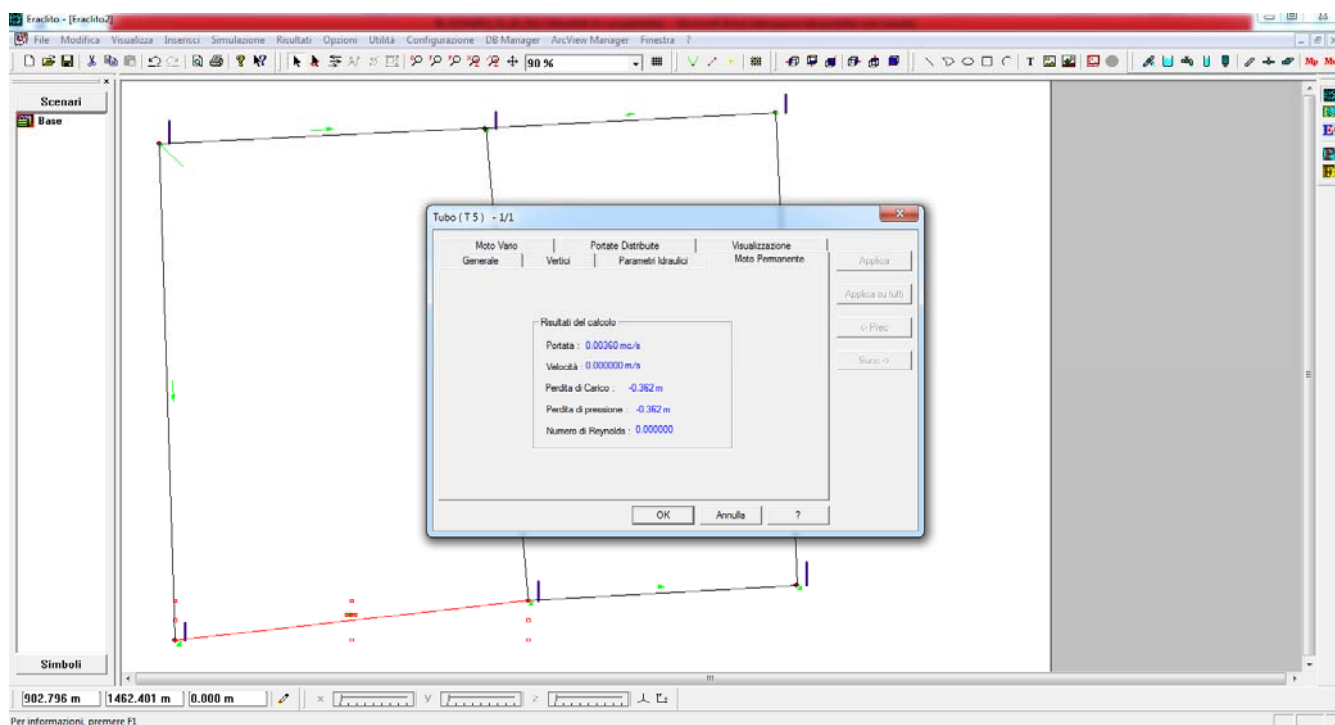
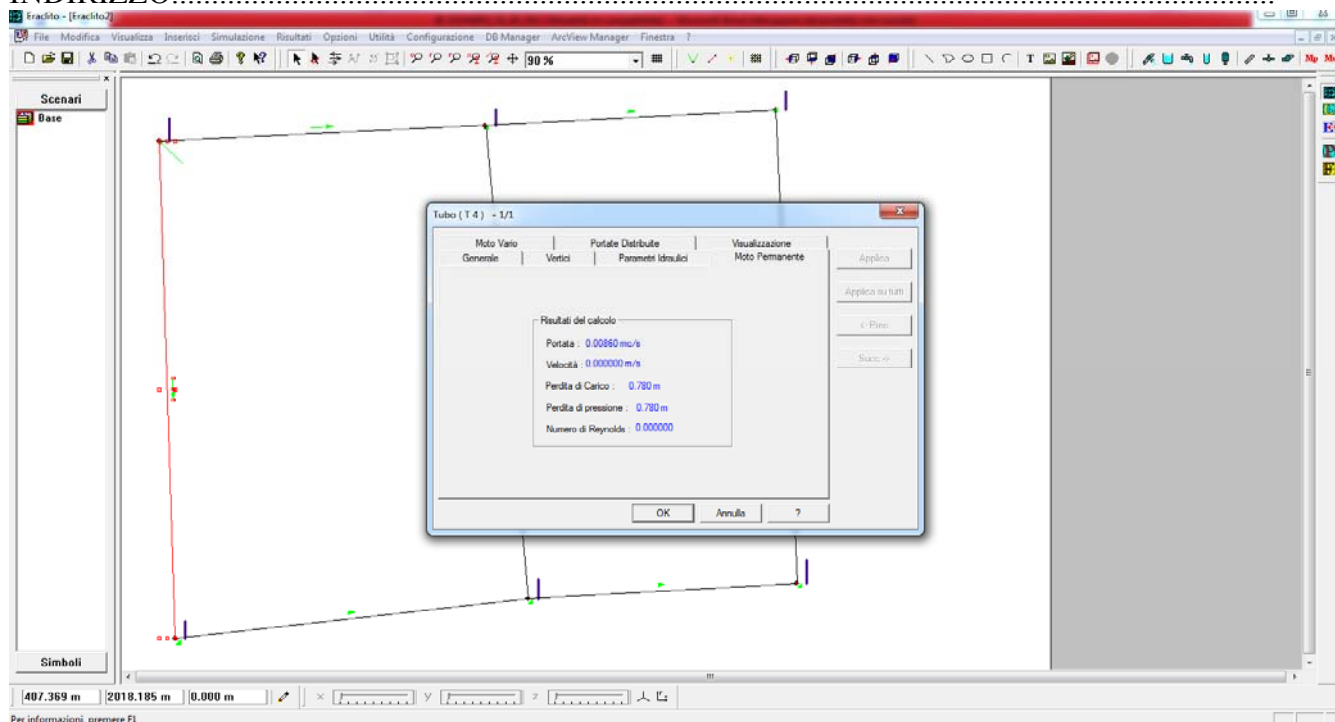
NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....



NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....





NOME..... COGNOME.....

INDIRIZZO.....

