

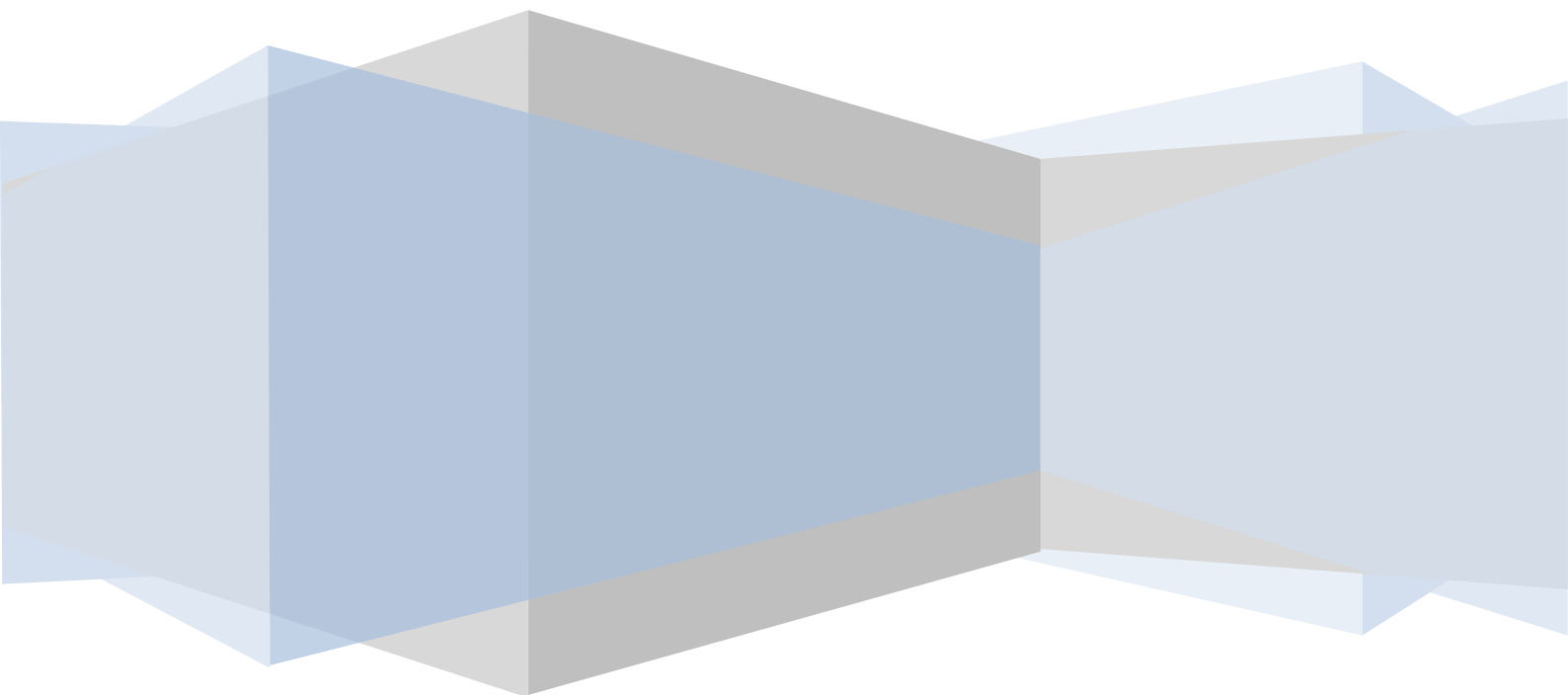


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

VERIFICA DI UNA RETE DI DISTRIBUZIONE INTERNA

mediante programma realizzato in ambiente
Office Excel™

TUTORIAL PER L'UTILIZZO DEL PROGRAMMA



Operazioni preliminari

- calcolo della portata distribuita uniformemente lungo ciascun lato (per ciascuna degli scenari da verificare: punta, incendio, rottura);
- calcolo della portata antincendio (uscita concentrata da assegnare al nodo più sfavorito nella verifica all'incendio);
- calcolo della quota piezometrica del nodo iniziale (sottraendo dalla quota di sfioro del serbatoio le perdite di carico nella condotta di avvicinamento);
- numerazione delle maglie (da 1 in poi) ed assegnazione di un verso di percorrenza positivo (orario o antiorario) uguale per tutte le maglie;
- apertura delle maglie della rete mediante inserimento di una disconnessione per ciascuna di esse e ricostruzione della **distribuzione congruente delle portate** (per ciascuno scenario da verificare).

In definitiva, per ciascuno scenario di verifica deve essere predisposto uno schema di questo tipo:

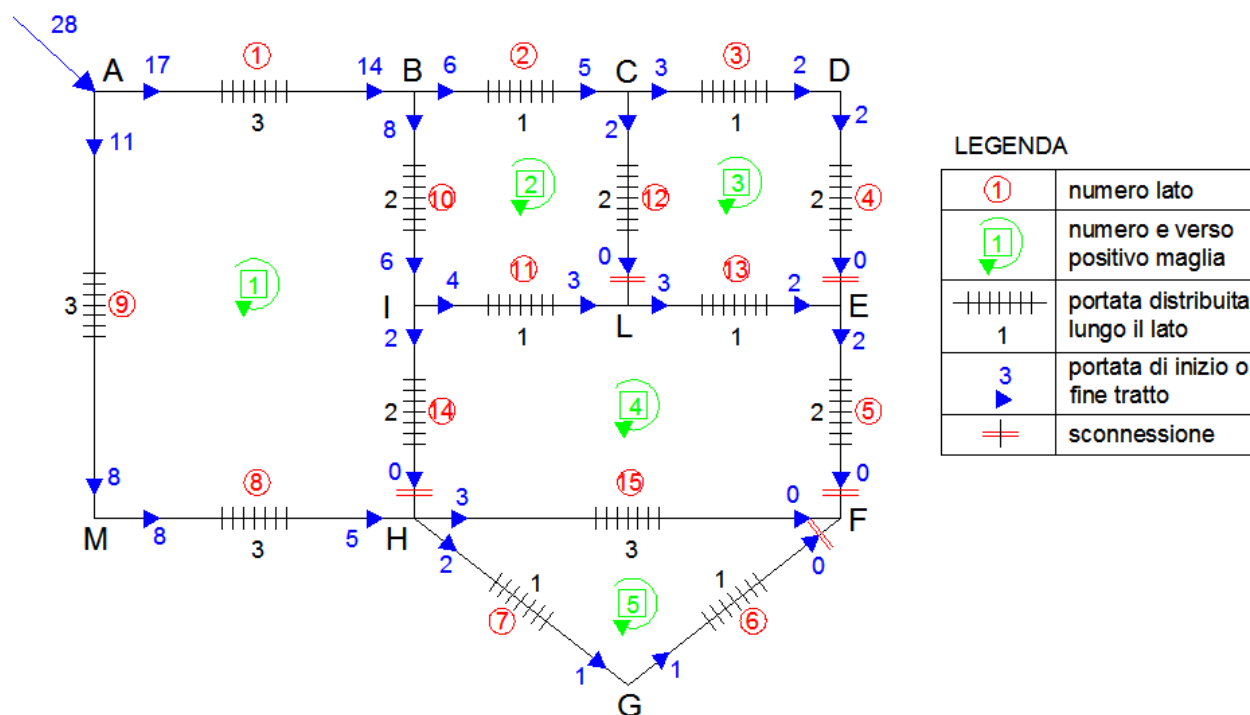
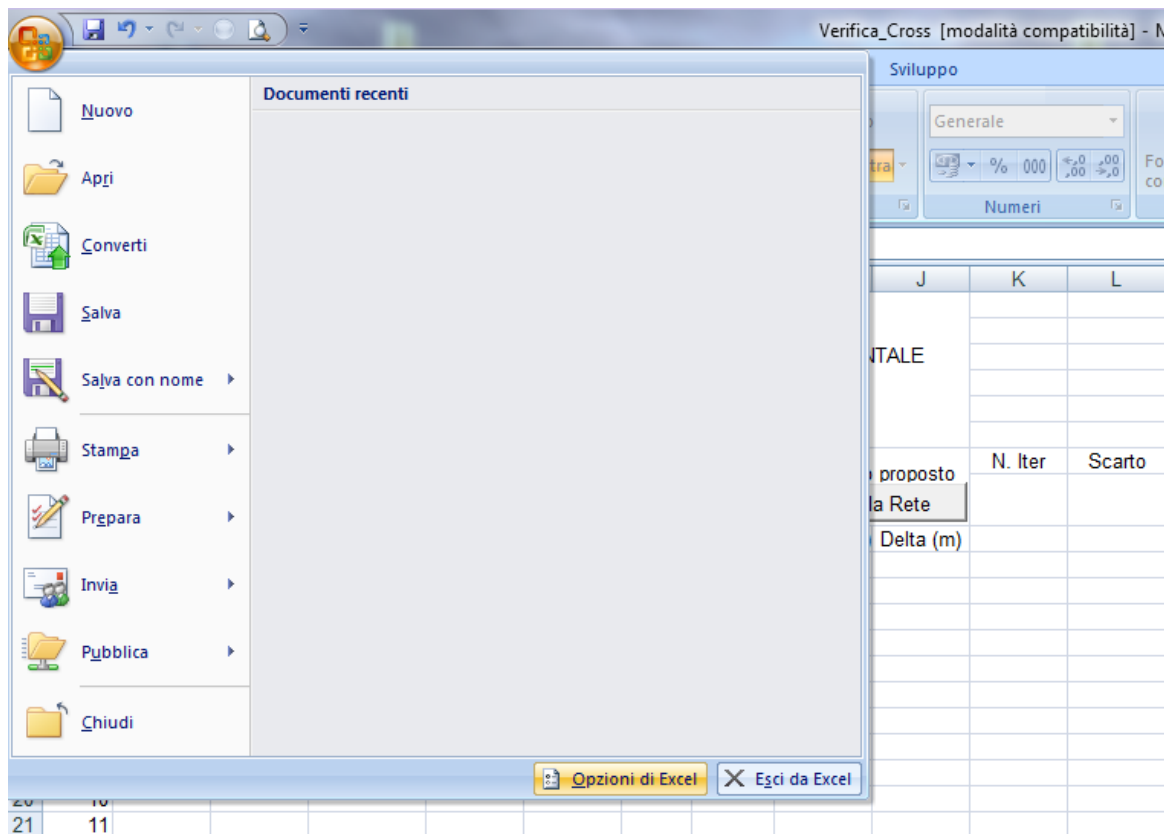


Fig. 1 – Schema di partenza con distribuzione congruente delle portate

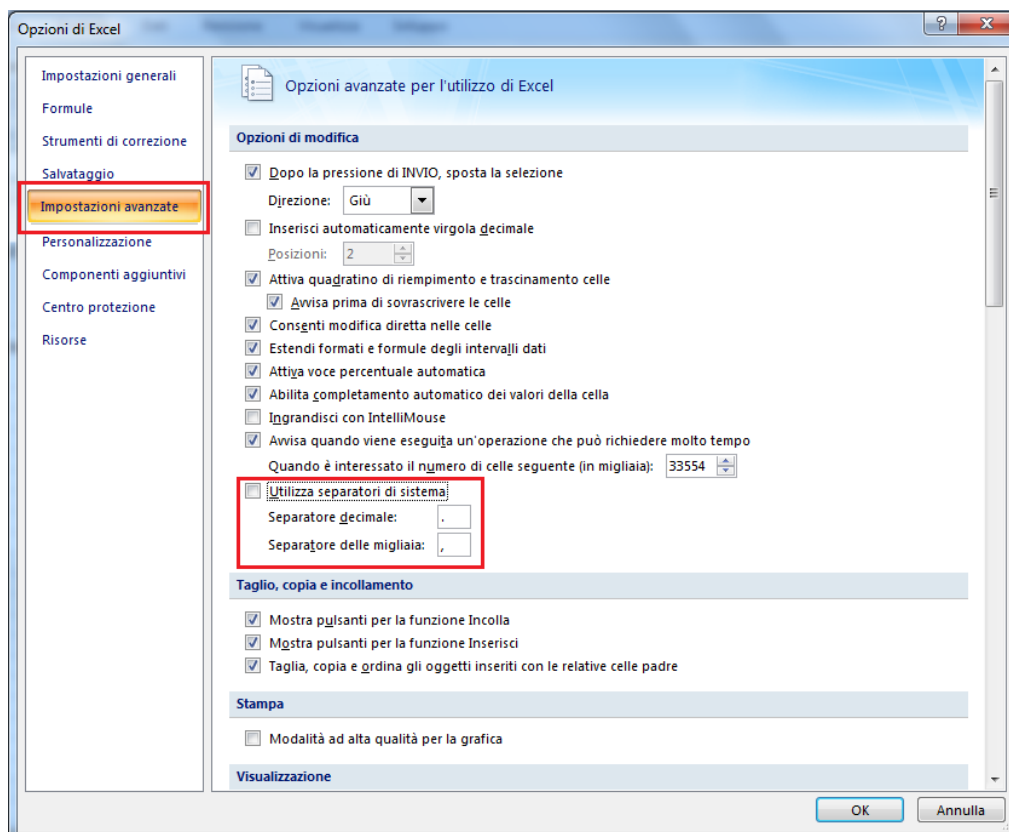
IMPORTANTE!

Per poter utilizzare il programma Excel fornito per l'esercitazione è necessario impostare il separatore decimale sul simbolo "." (punto) e non "," (virgola). Per modificare questa impostazione, seguire i seguenti passi:

- ❖ Selezionare Opzioni di Excel dall'apposito Menu (vedi figura):



- ❖ Nella scheda “Impostazioni avanzate” togliere il segno di spunta dall’opzione “Utilizza separatori di sistema”, ed impostare come separatore decimale il segno “.” (punto) e come separatore delle migliaia il segno “,” (virgola):



Verifica della rete

Il file Excel "cross.xlsm" presenta la seguente interfaccia:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"													
2	Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale													
3	Verifica di una rete di distribuzione interna con il metodo di Hardy-Cross													
4	ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (l/s)	Q _{iniz} (l/s)	M+	M-	Q _{iniz_eff} (l/s)	ΔH (m)				
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Formula di resistenza

☒ Darcy

☐ Hazen-Williams

Coef. di scabrezza

Tolleranza

(m)

Iterazioni Scarto

In questa schermata è possibile osservare ed eventualmente modificare alcune opzioni per il calcolo; i dati di default prevedono l'utilizzo della formula di Darcy con coefficiente di invecchiamento pari a 2 per il calcolo delle perdite di carico, mentre la tolleranza allo squilibrio massimo del carico su ogni maglia è fissata a un decimo di millimetro (0.0001 metri). Tali opzioni possono essere lasciate inalterate o modificate secondo necessità.

In alternativa, il foglio di calcolo consente l'impiego della formula di resistenza di Hazen-Williams, che può essere impostata cliccando sul pallino vuoto alla sinistra della scritta. Una volta attivata l'opzione, sarà necessario assegnare il coefficiente di scabrezza delle tubazioni (il cui valore di default è fissato a 100).

L'inserimento dei dati nel foglio di calcolo non richiede un ordine specifico, e può essere effettuato in maniera anche non organizzata purché vengano considerati tutti i lati della rete.

Nella prima colonna (ID Lato) dovranno essere riportate le etichette assegnate a ciascun lato. Tali etichette possono essere assegnate con valori alfanumerici qualsiasi (lettere, numeri, ecc.)

Nelle colonne **L** e **D** vanno inseriti, rispettivamente, la lunghezza del lato (in metri) ed il diametro interno della condotta (in millimetri); tali valori saranno utilizzati dal programma per calcolare la resistenza idraulica del lato, che sarà riportata automaticamente nella colonna **R** dopo aver cliccato il pulsante **Calcola** (vedi dopo).

Nella colonna **P** va inserita la portata, espressa in l/s, complessivamente distribuita lungo ciascun lato nello scenario di verifica considerato.

Nella colonna **+M** va inserito il numero della maglia per la quale il lato è percorso secondo il verso positivo assunto. Nella colonna **-M** il numero della maglia per la quale il lato è percorso in senso contrario al verso positivo assunto. Nella colonna +M devono comparire tutti valori diversi da zero.

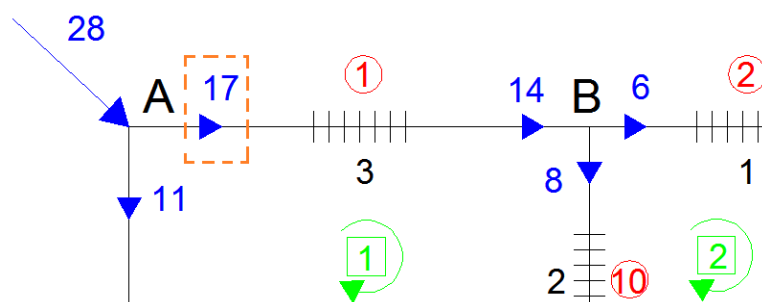
Nella colonna Q_{iniz} va inserita la portata, espressa in l/s, che si incontra per prima percorrendo nel senso positivo la maglia riportata nella colonna +M. Se il verso della portata coincide con quello positivo della maglia +M, essa sarà affetta dal segno +, altrimenti sarà affetta dal segno negativo.

Per maggiore chiarezza, con riferimento alla figura 1, vediamo alcuni possibili casi:

❖ **Lato AB (lato 1):** il lato appartiene solo alla maglia numero 1, per la quale la portata ipotizzata si muove in senso concorde al verso di percorrenza assunto positivo (orario). Pertanto le colonne +M e -M vanno compilate come di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (l/s)	Q_{iniz} (l/s)	M+	M-	Q_{iniz_eff} (l/s)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00		1	0		

La prima portata che si incontra percorrendo la maglia 1 in senso orario è quella di inizio tratto (quella nel rettangolo tratteggiato in arancio).



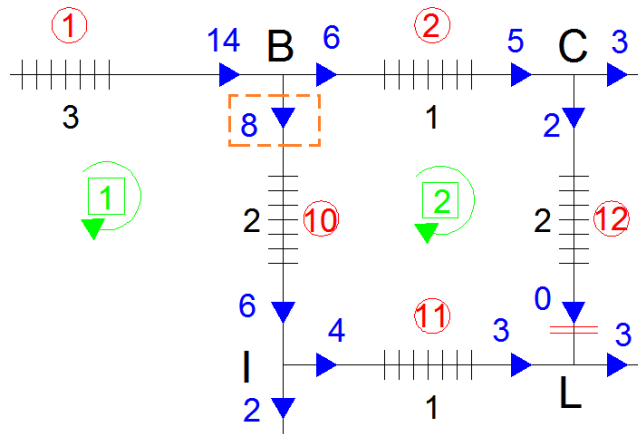
Tale portata è concorde con il verso positivo, e pertanto la colonna +/-Q va compilata nel modo seguente:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (l/s)	Q_{iniz} (l/s)	M+	M-	Q_{iniz_eff} (l/s)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		

❖ **Lato BI:** il lato appartiene alle maglie 1 e 2, ma la portata ipotizzata si muove rispettivamente in senso concorde al verso di percorrenza assunto positivo (orario) per la maglia 1, ed in senso contrario per la maglia 2. Pertanto le colonne +M e -M vanno compilate come di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (Vs)	Q _{iniz} (Vs)	M+	M-	Q _{iniz_eff} (Vs)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00		1	2		

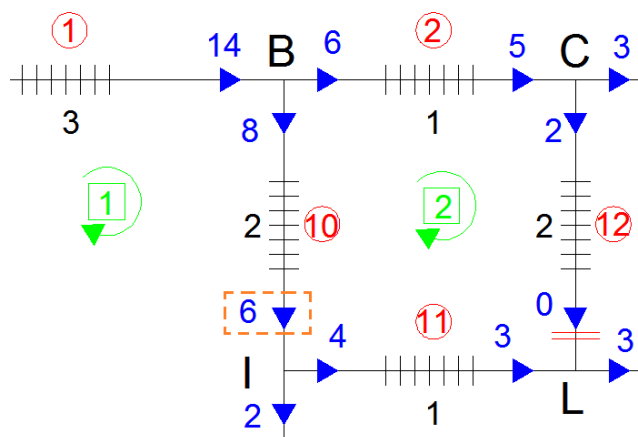
La prima portata che si incontra percorrendo la maglia 1 in senso orario è quella di inizio tratto (quella nel rettangolo tratteggiato in arancio).



Tale portata è concorde con il verso positivo, e pertanto la colonna +/-Q va compilata nel modo seguente:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (Vs)	Q _{iniz} (Vs)	M+	M-	Q _{iniz_eff} (Vs)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00	8.00	1	2		

Per chiarire il funzionamento delle colonne +M e -M, si può ragionare come di seguito: in maniera del tutto equivalente ma alternativa, consideriamo il lato BI come positivo per la maglia 2 e negativo per la maglia 1. La prima portata che si incontra percorrendo in senso positivo la maglia 2 è quella vicina al nodo I:



Essa però ha verso discorde a quello positivo della maglia, e pertanto deve essere inserita con segno negativo, come riportato di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (l/s)	Q _{iniz} (l/s)	M+	M-	Q _{iniz_eff} (l/s)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00	-6.00	2	1		

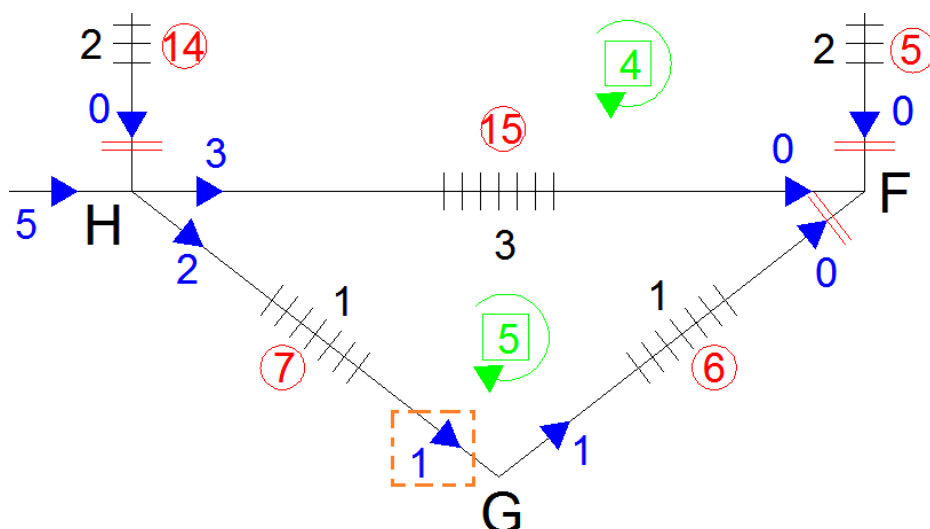
❖ **Lato HG (lato 7):** il lato appartiene solo alla maglia numero 5, per la quale la portata ipotizzata si muove in senso discorde al verso di percorrenza assunto positivo (orario). In base a quanto detto relativamente al lato AB, le colonne +M e -M andrebbero compilate come di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (l/s)	Q _{iniz} (l/s)	M+	M-	Q _{iniz_eff} (l/s)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00	-6.00	2	1		
HG	40.0	80.0		1.00		0	5		

Tuttavia, poiché il programma richiede che nella colonna +M vi siano tutti valori diversi da 0, è necessario invertire l'ordine, come illustrato di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (Vs)	Q _{iniz} (Vs)	M+	M-	Q _{iniz_e#} (Vs)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00	-6.00	2	1		
HG	40.0	80.0		1.00		5	0		

Ragionando come al caso precedente, la portata che si incontra per prima percorrendo in senso positivo la maglia 5 è quella vicina al nodo G:



Essa però ha verso discorde a quello positivo della maglia, e pertanto deve essere inserita con segno negativo, come riportato di seguito:

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (Vs)	Q_{iniz} (Vs)	M+	M-	Q_{iniz_eff} (Vs)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0		3.00	17.00	1	0		
BI	80.0	100.0		2.00	-6.00	2	1		
HG	40.0	80.0		1.00	-1.00	5	0		

Terminata la fase di input, cliccare sul pulsante “Calcola” per far girare il programma:

Verranno automaticamente riempite le colonne **R** (già menzionata precedentemente), Q_{iniz_eff} e ΔH , mentre a lato appaiono i dettagli del processo iterativo (numero di iterazioni e scarto finale, in metri).



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Verifica di una rete di distribuzione interna con il metodo di Hardy-Cross

ID Lato	L (m)	D (mm)	R	P (Vs)	Q_{iniz} (Vs)	M+	M-	Q_{iniz_eff} (Vs)	ΔH (m)
AB	100.0	200.0	1156	3.00	17.00	1	0	12.35	0.14
BC	70.0	100.0	28840	1.00	6.00	2	0	5.00	0.59
CD	70.0	100.0	28840	1.00	3.00	3	0	2.27	0.09
DE	80.0	100.0	32960	2.00	2.00	3	0	1.27	0.01
EF	80.0	80.0	105713	2.00	2.00	4	0	0.34	-0.08
GF	40.0	80.0	52856	1.00	0.00	5	0	-0.78	-0.09
HG	40.0	80.0	52856	1.00	-1.00	5	0	-1.78	-0.28
MH	100.0	200.0	1156	3.00	-5.00	1	0	-9.65	-0.14
AM	100.0	200.0	1156	3.00	-8.00	1	0	-12.65	-0.23
BI	80.0	100.0	32960	2.00	8.00	1	2	4.35	0.38
IL	70.0	100.0	28840	1.00	-3.00	2	4	-2.34	-0.23
CL	80.0	100.0	32960	2.00	0.00	3	2	0.27	-0.03
LE	70.0	100.0	28840	1.00	3.00	4	3	2.07	0.07
IH	80.0	100.0	32960	2.00	2.00	1	4	-0.99	-0.14
HF	140.0	100.0	57680	3.00	3.00	5	4	3.88	0.37

Formula di resistenza

☒ Darcy

☐ Hazen-Williams

Coeff. di scabrezza

Tolleranza (m)

Calcola **Annulla**

Iterazioni Scarto

La colonna Q_{iniz_eff} contiene il valore della portata, espressa in l/s, precedentemente inserita nella colonna Q_{iniz} aggiornato al valore effettivo, ossia quello che oltre a garantire il rispetto dell'equazione di continuità permette di rispettare anche quella di equilibrio sulla maglia.

La **distribuzione congruente ed equilibrata** (vedi figura 2, sotto) si ottiene, dunque, aggiornando tali valori nello schema di figura 1 (che a questo punto non avrà più le sconnessioni), nel quale le portate di fine o inizio lato non esplicitamente inserite nel programma di calcolo si ottengono da quelle della colonna Q_{iniz_eff} sommando o sottraendo la portata distribuita lungo il lato stesso.

E' opportuno notare che alcuni valori della colonna Q_{iniz_eff} potrebbero presentare segno opposto a quelli della colonna Q_{iniz} : ciò implica che tale portata va considerata in senso inverso a quello ipotizzato (es. lato HI, vedi figura 2)

La colonna ΔH contiene invece i valori delle differenze di quota piezometrica dei nodi di estremità dei lati. Il segno pone in evidenza il nodo a quota piezometrica maggiore: se esso è positivo, l'estremità del lato che incontro per prima percorrendo la maglia indicata in +M ha quota piezometrica maggiore dell'altra. Viceversa, se il segno è negativo, l'estremità del lato che ha quota piezometrica maggiore è quella che incontro per seconda percorrendo in senso positivo la maglia indicata in +M.

I valori contenuti in tale colonna consentono dunque di effettuare la verifica: a partire dalla quota piezometrica del nodo di innesto della condotta di avvicinamento in rete (es. nodo A), già calcolata precedentemente (vedi: Operazioni preliminari), posso ottenere le quote piezometriche nei diversi nodi della rete sommando o sottraendo opportunamente le perdite di carico indicate nella colonna ΔH .

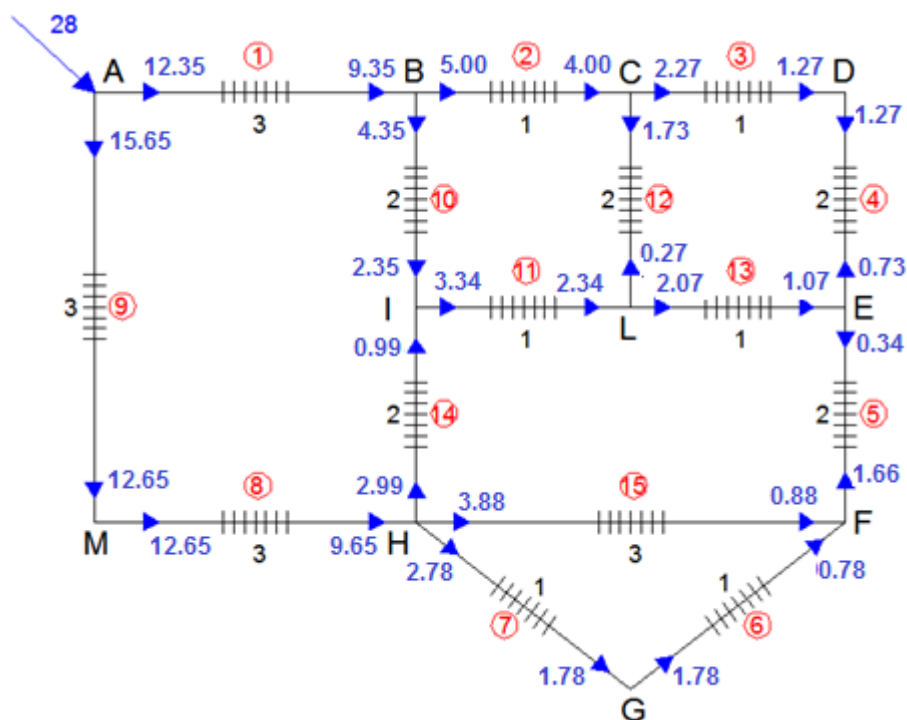


Fig. 2 – Schema finale con distribuzione congruente ed equilibrata delle portate