

PIPE DESIGN

Reti idroniche

Versione 2.1 • Dicembre 2019



Indice

1. Introduzione	3
2. Il progetto di una rete idronica.....	4
2.1 - Panoramica	4
2.2 – Le portate dei rami.....	5
2.2.1 – Circuiti.....	5
2.3 – Metodologia di progetto	6
2.3.2 – Le equazioni disponibili	7
2.3.2 – Metodo a perdita specifica di pressione costante	9
2.3.2.1 – Prevalenza pompa e rapporto perdite concentrate/distribuite preliminari (default)	9
2.3.2.2 – Perdita distribuita preliminare	12
2.3.2.3 – Selezione preliminare tubazioni di progetto	13
3. Flow chart Pipe 2.1.....	14
4. Input dei dati	15
4.1 – Archivio progetti	15
4.2 – Descrizione della rete.....	17
4.3 – Scelte dimensionali	18
4.4 – Perdite concentrate	19
5. Risultati.....	21
5.1 – Calcolo della rete.....	21
5.2 – Bilanciamento della rete	22
5.3 – Stampa	23
6. Calcolo con Pipe 2.1	24
7. Utilità.....	27
8. Bibliografia.....	28

1. Introduzione

Gli impianti di climatizzazione necessitano del trasporto dell'energia di reti di distribuzione appropriate al fluido di lavoro e, nel caso la distribuzione sia dell'acqua, le stesse vengono definite reti idroniche.

Il Software in questione si occupa agevolare il calcolo delle reti idroniche e la peculiarità dell'applicativo sviluppato, è quella di ottenere dei report facilmente verificabili, per poter analizzare eventuali incongruenze inserite ed eventualmente eseguire anche delle verifiche di calcolo a campione.

Non che ci si possa aspettare calcoli congruenti con input errati, ma analizzare attraverso report ben dettagliati, quanto si aveva intenzione di calcolare, è una verifica non riscontrabile in molti software presenti sul mercato.

Di contro essere in possesso di uno strumento immediato, affidabile e sicuro nel calcolo, ma descrittivo nel report al punto da poter verificare le fasi di calcolo, determina una condizione di maggiore velocità di utilizzazione.

La tendenza è di utilizzare programmi che interagiscono in modo grafico per l'input dei dati, solitamente si utilizza lo stesso CAD grafico per disegnare la rete di distribuzione direttamente sui disegni esecutivi e rilevare, mediante opportune utilities, i dati geometrici necessari. In realtà l'evoluzione dei CAD è ben più complessa tendendo verso i BIM (Building Information Management) che dovrebbero rendere possibile una progettazione integrata e globale degli edifici (architettura e impianti).

Va tenuto presente, tuttavia, che spesso i vincoli dettati dall'utilizzo del software grafico non sono trascurabili e ciò porta spesso a impiegare molto più tempo rispetto ad un classico input manuale magari assistito dallo stesso software.

La filosofia con la quale si è concepito questo applicativo è quella di una velocità di inserimento dati, inserendo dati di default che velocizzano le fasi di input e, come si è già evidenziato, fornire i listati finali in un formato tale da poterne poi facilmente verificarne la congruenza.

2. Il progetto di una rete idronica

Contenuti del capitolo:

- ✓ Panoramica
- ✓ Le portate dei rami
- ✓ Circuiti
- ✓ Metodologia di progetto
- ✓ Le equazioni disponibili
- ✓ Metodo a perdita specifica di pressione costante

2.1 - Panoramica

I capitoli che seguono hanno lo scopo di illustrare in maniera sintetica la metodologia di calcolo delle reti per il trasporto dell'acqua utilizzata in questo software. Tale metodologia, quando supportata da un adeguato programma di calcolo, porta ad ottenere reti di tubazioni già bilanciate in fase di progetto, con consistenti risparmi di tempi e quindi di costi, nella successiva fase di messa in esercizio della rete.

Nell'attuale pratica si individua il percorso più sfavorito, riservandosi poi di applicare un adeguato coefficiente di sicurezza alla perdita di carico massima calcolata. Successivamente si è poi costretti ad inserire valvole di taratura a dismisura, per riservarsi di bilanciare la rete, agendo su di esse durante la fase di messa in esercizio della stessa. Tale pratica di progettazione che presenta evidenti limiti, può essere superata solo con l'uso di un programma di calcolo, che consenta di eseguire in tempi brevi una mole di calcoli non altrimenti affrontabile manualmente, per ovvi problemi di tempi (cioè di costi) e di possibilità di errore.

Solo con un supporto informatico è quindi possibile avere reti comunque complesse già bilanciate in fase di progettazione, che richiedono eventualmente solo piccole correzioni in fase di messa in servizio.

I vantaggi di un adeguato programma di calcolo non si fermano però qui. Infatti, se il software è fornito di un'interfaccia che consente una facile e veloce individuazione delle scelte progettuali adottate, un report dettagliato e una esaustiva relazione di calcolo della rete, si comprende come esso possa avere un impatto estremamente positivo sui costi e la qualità di progettazione.

È importante ribadire che la rete idronica assolve al compito ben preciso di consentire ai dispositivi collegati (apparecchi di produzione e utilizzatori) di funzionare correttamente.

La stessa rete deve garantire che le funzioni di scambio termico dei dispositivi alimentati avvengano secondo le equazioni di bilancio termico imposte a ciascun dispositivo.

2.2 – Le portate dei rami

Una rete idronica è composta da rami costituiti da tratti di tubazione che collegano due nodi.

Si possono avere:

- Rami terminali: sono i rami che alimentano i dispositivi terminali di scambio (radiatori, fan coils, batterie, ...). I rami terminali debbono garantire una portata di acqua tale da soddisfare l'equazione di trasporto:

$$Q = m_{ramo} C_p (T_M - T_R)$$

ove:

Q	è il carico termico che il terminale deve cedere (kW);
m_{ramo}	è la portata massica del ramo (kg/s);
C_p	è il calore specifico dell'acqua (4.186 kJ/(kgK));
$T_M T_R$	sono le temperature di manda e ritorno dell'acqua (°C);

Pertanto fissate le temperature di mandata e di ritorno $T_M T_R$ e dato il carico termico del terminale si calcola univocamente la portata del terminale:

$$Q = m_{ramo} = \frac{Q}{C_p (T_M - T_R)}$$

Questa portata deve essere garantita al terminale ed è questa la finalità del calcolo idronico.

- Rami principali: sono i rami che alimentano i rami terminali. La loro portata è data dalla somma delle portate dei rami susseguenti. I rami principali sono caratterizzati da grandi portate (almeno in confronto con i rami terminali) e maggiori diametri.

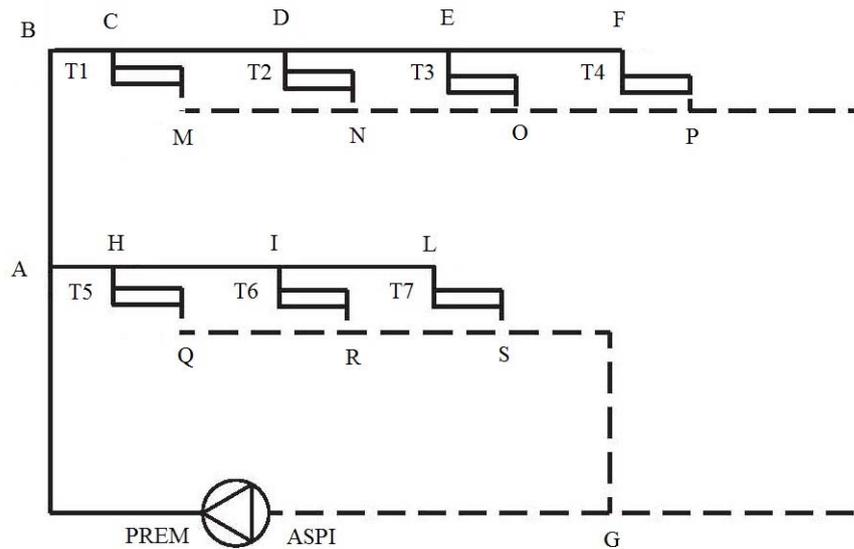
2.2.1 – Circuiti

Definiamo circuito l'insieme dei rami che collegano, in andata e ritorno, ciascun terminale alla pompa di circolazione. Una rete può avere più circuiti a seconda del numero di terminali da alimentare.

È opportuno osservare che tutti i circuiti sono in parallelo alla pompa che li alimenta. Pertanto poiché per ciascun circuito chiuso deve essere:

$$\Delta p_{pompa} = \sum_{cicuito} \Delta P_i$$

ne consegue che il Δp della pompa deve essere unico per tutti i circuiti alimentati.



Nell'esempio riportato si hanno tanti circuiti (cioè 7) quanti sono i terminali serviti e tutti sono serviti dalla stessa pompa di circolazione.

I circuiti sono, con riferimento alla figura:

1. PREM-A-B-C-T1-M-N-O-P-G-ASPI
2. PREM-A-B-C-D-T2-N-O-P-G-ASPI
3. PREM-A-B-C-D-E-T3-O-P-G-ASPI
4. PREM-A-B-C-D-E-F-T4-P-G-ASPI
5. PREM-A-H-T5-Q-R-S-G-ASPI
6. PREM-A-H-I-T6-R-S-G-ASPI
7. PREM-A-H-I-L-T7-S-G-ASPI

Come si vede, qualunque sia il percorso tutti i circuiti dipartono e ritornano alla pompa P.

2.3 – Metodologia di progetto

Fra le due metodologie possibili (a velocità costante e a perdita specifica di pressione costante) si è utilizzata la procedura a perdita specifica costante che consente, fra l'altro, di pervenire più facilmente all'equilibratura dei circuiti.

2.3.2 – Le equazioni disponibili

Il progetto delle reti idroniche qui presentato utilizza un metodo semplificato rispetto a quello classico delle reti idriche estese (vedi Hardy Cross, ed altri). L'insieme delle equazioni utilizzate sono le seguenti:

- Equazione di continuità:

$$m = \rho v S$$

ove:

- m è la portata della canalizzazione (kg/s);
- ρ è la densità dell'aria (kg/m³);
- S è la sezione della canalizzazione (m²);
- v è la velocità del fluido (m/s);

- Equazione di Darcy Weissbach relativa alle perdite distribuite:

$$\Delta P_d = \frac{F_a \rho L v^2}{2d}$$

ove:

- F_a è il fattore di attrito della tubazione;
- ρ è la densità dell'acqua (kg/m³);
- d è il diametro del condotto (m);
- v è la velocità del fluido (m/s);
- L è la lunghezza della tubazione (m);

- Il fattore di attrito F_a attraverso la relazione generica, anche se in forma implicita, di Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F_a}} = -2 \text{Log} \left[\frac{2,51}{Re \sqrt{F_a}} + \frac{\varepsilon}{3,71d} \right]$$

ove:

- F_a è il fattore di attrito della canalizzazione;
- Re è il numero di Reynolds;
- d è il diametro della condotta (m);
- ε è la scabrezza assoluta (m);

- Equazione di Darcy per le perdite concentrate:

$$\Delta P_c = c \rho \frac{v^2}{2}$$

ove:

- c è il fattore di Darcy della perdita localizzata;
- ρ è la densità dell'acqua (kg/m^3);
- v è la velocità del fluido (m/s);

Nel caso sia più familiare la metodologia della lunghezza equivalente in sostituzione del fattore di perdita concentrata, si può tener presente l'equivalenza:

$$F_a \frac{L_{eq}}{d} \rho \frac{v^2}{2} = c \rho \frac{v^2}{2}$$

Dalla quale deriva:

$$c = F_a \frac{L_{eq}}{d}$$

ove:

- L_{eq} è il valore della lunghezza equivalente della perdita localizzata (m);

Questa relazione evidenzia come il fattore di Darcy e quindi la lunghezza equivalente della perdita localizzata dipendono dal diametro della tubazione.

- La perdita di pressione totale in un condotto è data dalla relazione:

$$\Delta P_{\text{totale}} = \Delta P_{\text{distribuita}} + \Delta P_{\text{concentrata}}$$

Cioè è la somma delle perdite distribuite e le perdite localizzate. Per un circuito le perdite di pressione totali sono date da:

$$\Delta P_{\text{circuito}} = \sum_{\text{ramo } i} \Delta P_{\text{distribuita } i} + \sum_{\text{ramo } i} \Delta P_{\text{concentrata } i}$$

Pertanto occorre calcolare tutte le perdite distribuite e localizzate di ciascun ramo che appartiene al circuito.

2.3.2 – Metodo a perdita specifica di pressione costante

Per facilitare il calcolo si suole riferirsi alla perdita specifica di pressione definita dalla relazione:

$$\psi = \frac{\Delta P_d}{L} = F_a \rho \frac{v^2}{2d}$$

ove:

ψ è la perdita specifica di pressione (Pa/m)

Si calcola la ψ_m per il circuito inizialmente più sfavorito, cioè quello di maggior lunghezza. Si ricordi che ψ_m è riferito alle perdite distribuite e pertanto è la lunghezza il parametro da considerare per il calcolo del valore medio. A questo scopo deve essere:

$$\psi_m = \frac{\Delta P_d}{L_{\text{tot}}}$$

ove:

ψ_m è la perdita specifica media per il circuito più sfavorito (Pa/m);

ΔP_d è la perdita di pressione per attrito distribuito disponibile per il circuito (Pa);

L_{tot} è la lunghezza geometrica totale del circuito più sfavorito (m);

2.3.2.1 – Prevalenza pompa e rapporto perdite concentrate/distribuite preliminari (default)

Di default, se non si modifica l'opzione presente nella maschera dati preliminari, il calcolo prevede la scelta della prevalenza della pompa di circolazione e un preliminare rapporto delle perdite concentrate su quelle distribuite e di seguito si illustra questa metodologia di calcolo.

Pipe Design 2.1 - Dati preliminari

Progetto: Esempio

Chiudi

Percentuale di glicole etilenico (%)

Dati preliminari di calcolo

Prevalenza disponibile pompa (kPa)

Rapporto Perdite Conc./Distr.

Perdita distribuita.

Circuito di mandata

Temperatura (°C)

Massa volumica (Kg/m³)

Viscosità cinematica (cSt)

Circuito di ritorno

Temperatura (°C)

Massa volumica (Kg/m³)

Viscosità cinematica (cSt)

Nella relazione della perdita specifica media, non è noto il numeratore, cioè a priori non si può ricavare quanto vale la ΔP_d dalla relazione:

$$\Delta P_{pompa} = \Delta P_d + \Delta P_c$$

Alto dato è rappresentato dalla portata della pompa di circolazione che si può calcolare nota la potenza richiesta ai terminali e il salto termico imposto al fluido di lavoro:

$$m = \frac{Q_{generatore}}{\Delta T_{fluido}}$$

Per quanto concerne la prevalenza della pompa invece, può essere selezionata considerando la portata della rete appena citata e tenendo presente l'estensione della rete stessa. Tale dato è spesso un valore facilmente individuabile in base all'esperienza del progettista ma, in caso di errata valutazione, iterando e modificando i dati inseriti nel programma, si riuscirà ad ottenere in tutti i casi una soluzione congruente.

Scelta la prevalenza preliminare della pompa e assegnato un rapporto Perdite concentrate/distribuite:

$$R. c. d. = \frac{\Delta P_c}{\Delta P_d}$$

Sostituendo e con semplici passaggi:

$$\Delta P_{pompa} = \Delta P_d + R. c. d. * \Delta P_d$$

$$\Delta P_{pompa} = (1 + R. c. d.) * \Delta P_d$$

$$\Delta P_d = \frac{\Delta P_{pompa}}{1 + R. c. d.}$$

Si ottiene il numeratore della relazione relativa alla perdita specifica media ψ_m tenuto conto della lunghezza del circuito più sfavorito.

Una volta stabilita la ψ_m il programma, in base ai materiali scelti per le tubazioni, propone un diametro di riferimento a cui ispirarsi per la scelta progettuale. Inserendo il diametro commerciale effettivo unito alle specifiche perdite concentrate si otterrà la caduta di pressione reale con le portate dei terminali. Altra indicazione che il programma fornisce è rappresentata dalle portate ai terminali nel caso non si inserissero elementi di bilanciamento nei rami favoriti.

Si osservi che la scelta del diametro commerciale porta ad avere discrepanze con i valori calcolati. Se si sceglie un diametro maggiore di quello teorico si ha una velocità minore ed una perdita specifica minore, viceversa se si sceglie un diametro minore rispetto a quello teorico si hanno velocità e perdite specifiche maggiori.

Di solito è preferibile scegliere, per motivi di bilanciamento, diametri minori di quelli teorici in corrispondenza dei rami principali, diametri maggiori di quelli preliminari invece nei rami intermedi, e ritornare a scegliere diametri minori nei circuiti terminali. Per i circuiti principali e quelli terminali, si dovrà tener presente la velocità massima ammissibile per evitare erosioni e rumorosità nelle tubazioni mentre per i circuiti intermedi si dovrà considerare il vincolo della velocità minima per la capacità di eliminare le bolle d'aria dal circuito idronico.

2.3.2.2 – Perdita distribuita preliminare

In base all'esperienza del progettista si può decidere di scegliere la perdita specifica media per il circuito più sfavorito.

Pipe Design 2.1 - Dati preliminari

Progetto: Esempio

Percentuale di glicole etilenico	<input type="text" value="0"/> (%)	Circuito di mandata	
Dati preliminari di calcolo		Temperatura	<input type="text" value="7"/> (°C)
<input type="checkbox"/> Prevalenza disponibile pompa		Massa volumica	<input type="text" value="1000,0"/> (Kg/m ³)
<input type="checkbox"/> Rapporto Perdite Conc./Distr.		Viscosità cinematica	<input type="text" value="1,407"/> (cSt)
<input checked="" type="checkbox"/> Perdita distribuita.	<input type="text" value="100"/> (Pa/m)	Circuito di ritorno	
		Temperatura	<input type="text" value="12"/> (°C)
		Massa volumica	<input type="text" value="999,5"/> (Kg/m ³)
		Viscosità cinematica	<input type="text" value="1,240"/> (cSt)

Anche in questa seconda opzione il programma in base ai materiali scelti per le tubazioni, propone un diametro di riferimento a cui ispirarsi per la scelta progettuale. Resta anche qui poi da decidere il diametro commerciale effettivo unito alle specifiche perdite concentrate per ottenere la caduta di pressione reale con le portate dei terminali. Restano inalterate le considerazioni di scelta del diametro commerciale per le varie tipologie di tratti della rete.

2.3.2.3 – Selezione preliminare tubazioni di progetto

Per entrambe le opzioni preliminari scelte, il programma propone una selezione automatica delle tubazioni tenendo presente i vincoli del calcolo, che successivamente possono essere ovviamente modificate.

Pipe Design 2.1 - Scelte dimensionali

Progetto: Esempio

Archivio Progetti Descrizione della rete **Calcolo della rete**

Oggetto: Progetto di prova di N°8 Fancoils

Tubazione di mandata Tubazione di ritorno **Selezione preliminare tubazioni**

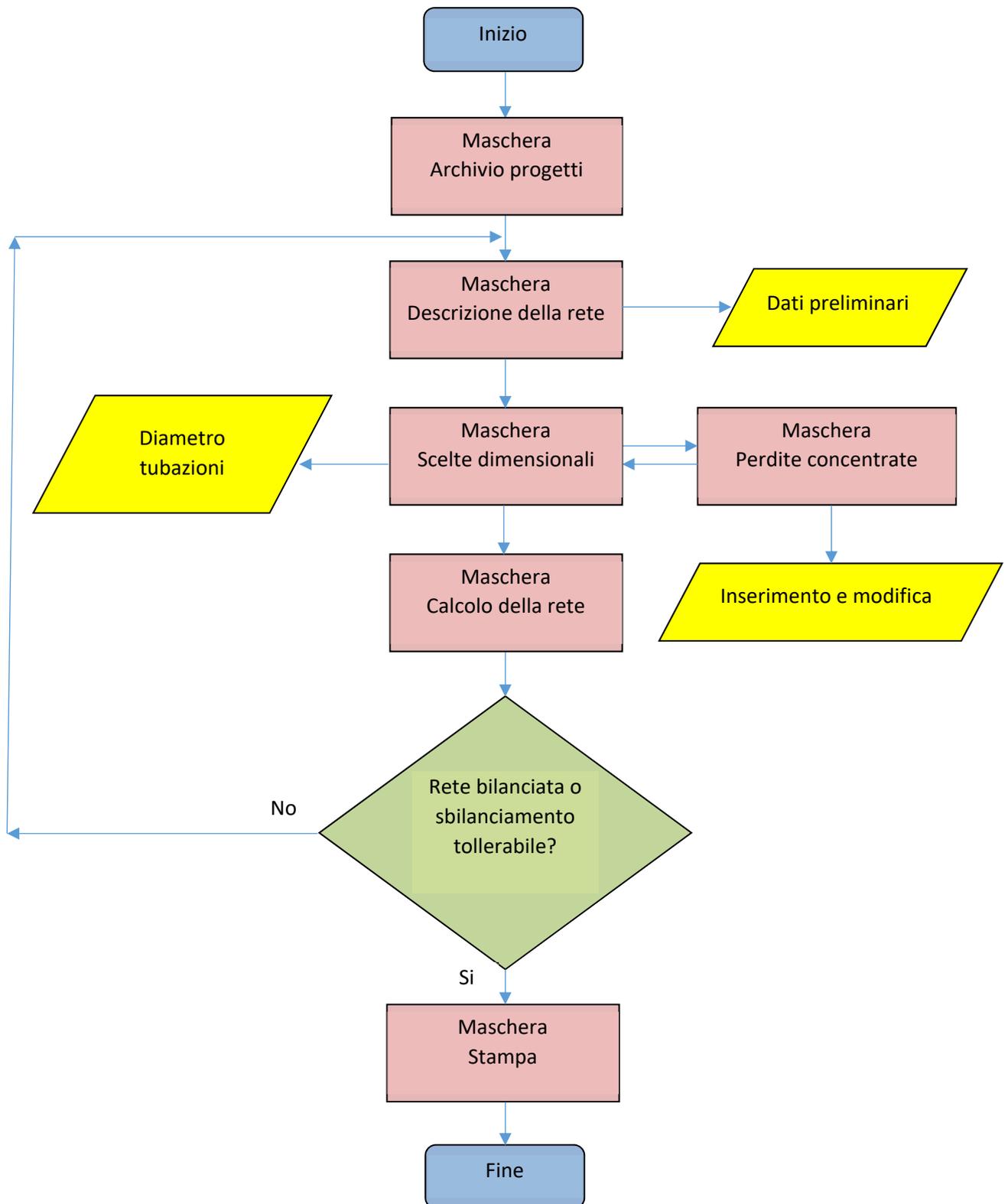
Punti del tratto		Descrizione	Lunghezza (m)	Materiale	Portata (L/h)	Perdita specificata preliminare (Pa/m)	Diametro interno teorico (mm)	Tubazione di progetto	Velocità (m/s)	Diametro interno (mm)
Da	A									
PREM	AM	Tratto Iniziale: Montante	4,0	Fe	2640	100	41,39	DN50	0,3	53,2
AM	BM	Piano 1-2	3,0	Fe	2310	100	39,40	DN40	0,5	42,0
BM	CM	Piano 2-3	3,0	Fe	1980	100	37,22	DN40	0,4	42,0
CM	DM	Piano 3-4	3,0	Fe	1650	100	34,81	DN32	0,4	36,1
DM	EM	Piano 4-5	3,0	Fe	1320	100	32,06	DN32	0,4	36,1
EM	FM	Piano 5-6	3,0	Fe	990	100	28,85	DN25	0,5	27,4
FM	GM	Piano 6-7	3,0	Fe	660	100	24,87	DN20	0,5	21,8
GM	HM	Piano 7-8	3,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8
AM	T1	Terminale: Fancoil N°1	4,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8
BM	T2	Terminale: Fancoil N°2	4,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8
CM	T3	Terminale: Fancoil N°3	4,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8
DM	T4	Terminale: Fancoil N°4	4,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8
EM	T5	Terminale: Fancoil N°5	4,0	Fe	330	100	19,32	DN20	0,2	21,8

Perdite concentrate del tratto PREM - AM (Tratto Iniziale: Montante)

Si osserva che, una volta scelto il diametro commerciale definitivo, il software effettuerà i calcoli delle perdite specifiche/localizzate reali e quindi con molta più precisione di quanto si possa fare inizialmente, quando la mancata conoscenza del diametro della tubazione non consente di usare le relazioni di calcolo complete.

Questo è il motivo per cui, al termine del calcolo, saranno presenti differenze nei risultati finali rispetto a quelli iniziali.

3. Flow chart Pipe 2.1



4. Input dei dati

Contenuti del capitolo:

- ✓ Archivio progetti
- ✓ Descrizione della rete
- ✓ Scelte dimensionali
- ✓ Perdite concentrate

4.1 – Archivio progetti

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:



La maschera progetti invece presenta l'elenco delle soluzioni già presenti:

Pipe Design 2.1				
Archivio progetti				
Chiudi Nuovo Modifica Elimina Dati preliminari Stampa				Descrizione della rete
Progetto	Oggetto	Indirizzo	Città	Data
Esempio	Progetto di prova di N°8 Fancoils	Via Marconi 15	NAPOLI	07/07/2017
Condominio	Impianto condominiale prova	Via Principe Eugenio, 168	MILANO	07/07/2017
Ritorno inverso	2 Reti Tickelman in parallelo (manuale)	Via Roma 15	ROMA	07/07/2017

Progetto 1 di 3 di 3 Nessun filtro Cerca

Da questo punto del programma in poi per proseguire nel calcolo e nella navigazione è necessario individuare la dicitura in alto a destra della maschera (in grassetto) mentre, per ritornare alla schermata precedente, il riferimento è quello di sinistra.

Nella specifica maschera a destra si presenta la funzione “Descrizione della rete” e a sinistra “Chiudi”. L’archivio progetti presenta anche le funzionalità di Nuovo/Modifica/Elimina di facile intuizione insieme la Stampa è possibile solo per i progetti di cui si è completato il calcolo.

Ultima funzionalità è data dai Dati preliminari con i dati di default già impostati.

Pipe Design 2.1 - Dati preliminari

Progetto: Esempio

[Chiudi](#)

Percentuale di glicole etilenico	<input type="text" value="0"/>	(%)
Dati preliminari di calcolo		
<input checked="" type="checkbox"/> Prevalenza disponibile pompa	<input type="text" value="80"/>	(kPa)
<input type="checkbox"/> Rapporto Perdite Conc./Distr.	<input type="text" value="0,6"/>	
<input type="checkbox"/> Perdita distribuita.		
Circuito di mandata		
Temperatura	<input type="text" value="7"/>	(°C)
Massa volumica	<input type="text" value="1000,0"/>	(Kg/m ³)
Viscosità cinematica	<input type="text" value="1,407"/>	(cSt)
Circuito di ritorno		
Temperatura	<input type="text" value="12"/>	(°C)
Massa volumica	<input type="text" value="999,5"/>	(Kg/m ³)
Viscosità cinematica	<input type="text" value="1,240"/>	(cSt)

4.2 – Descrizione della rete

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:

Pipe Design 2.1 - Descrizione della rete

Progetto: Esempio

Archivio progetti Dati preliminari **Scelte dimensionali**

Oggetto: Progetto di prova di N°8 Fancoils

Tubazione di mandata Tubazione di ritorno

Punti del tratto		Eventuale descrizione	Lunghezza (m)	Materiale
Da	A			
Nel senso del flusso d'acqua				
➔ Tubazione di pertinenza della pompa				
PREM	AM	Montante	4,0	Fe

Tubazioni intermedie					
AM	BM	Piano 1-2	3,0	Fe	
BM	CM	Piano 2-3	3,0	Fe	
CM	DM	Piano 3-4	3,0	Fe	
DM	EM	Piano 4-5	3,0	Fe	
EM	FM	Piano 5-6	3,0	Fe	

Cod. Terminali		Tratti terminali	Lunghezza (m)	Materiale	Potenza (kW)	ΔT (°C)
AM	T1					
BM	T2	Fancoil N°2	4,0	Fe	1,9	5
CM	T3	Fancoil N°3	4,0	Fe	1,9	5
DM	T4	Fancoil N°4	4,0	Fe	1,9	5
EM	T5	Fancoil N°5	4,0	Fe	1,9	5

La dicitura Scelte dimensionali serve a proseguire nel calcolo o effettuare modifiche mentre, l'Archivio progetti serve a ritornare alla schermata precedente. Questa maschera è costituita da due schede: tubazioni di mandata e tubazioni di ritorno. Entrambe sono suddivise in tre sezioni che riguardano la tubazione immediatamente a valle e monte della pompa (PREM-ASPI), le tubazioni intermedie e quelle di pertinenza dei terminali.

Sul lato sinistro della maschera sono presenti dei codici alfanumerici necessari a descrivere lo schema della rete in riferimento ai vari nodi della stessa. Per evitare incongruenze, i codici sono da inserire a partire dalla pompa (PREM-ASPI) fino al terminale con la lista dei valori a sinistra dei nodi, a partire dalla pompa, già inseriti.

Si consiglia di appuntare sullo schema di progetto della rete i codici che verranno inseriti nel programma per avere una coerenza delle etichette quando saranno stampate. Per esempio M per la mandata, R per il ritorno, T per i Terminali. Anche la descrizione delle tubazioni si consiglia siano tali da esplicitare la funzione svolta.

Per facilitare l'inserimento dati il salvataggio è automatico. Questa scelta comporta una maggiore velocità nell'inserimento dei dati ma, di contro, nel caso si vogliano cancellare tubazioni intermedie o terminali, nel caso di record incompleti il programma impone prima il completo inserimento dei dati.

Ultimi dati necessari solo ai terminali sono la Potenza e il ΔT dell'elemento. Per consentire anche l'inserimento di reti tipo Tickelmann (a ritorno inverso) la lunghezza della tubazione del tratto di mandata del terminale può essere diversa da quella di ritorno.

4.3 – Scelte dimensionali

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:

Pipe Design 2.1 - Scelte dimensionali

Progetto: Esempio

Archivio Progetti **Descrizione della rete** Calcolo della rete

Oggetto: Progetto di prova di N°8 Fancoils

Tubazione di mandata Tubazione di ritorno Selezione preliminare tubazioni

Punti del tratto		Descrizione	Lunghezza (m)	Materiale	Portata (L/h)	Perdita specifica preliminare (Pa/m)	Diametro interno teorico (mm)	Tubazione di progetto	Velocità (m/s)	Diametro interno (mm)
Da	A									
PREM	AM	Tratto Iniziale: Montante	4,0	Fe	2640	862	26,52	DN50	0,3	53,2
AM	BM	Piano 1-2	3,0	Fe	2310	862	25,24	DN40	0,5	42,0
BM	CM	Piano 2-3	3,0	Fe	1980	862	23,84	DN40	0,4	42,0
CM	DM	Piano 3-4	3,0	Fe	1650	862	22,28	DN32	0,4	36,1
DM	EM	Piano 4-5	3,0	Fe	1320	862	20,51	DN32	0,4	36,1
EM	FM	Piano 5-6	3,0	Fe	990	862	18,45	DN25	0,5	27,4
FM	GM	Piano 6-7	3,0	Fe	660	862	15,88	DN20	0,5	21,8
GM	HM	Piano 7-8	3,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8
AM	T1	Terminale: Fancoil N°1	4,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8
BM	T2	Terminale: Fancoil N°2	4,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8
CM	T3	Terminale: Fancoil N°3	4,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8
DM	T4	Terminale: Fancoil N°4	4,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8
EM	T5	Terminale: Fancoil N°5	4,0	Fe	330	862	12,32	DN20	0,2	21,8

Perdite concentrate del tratto T8 - HR (Terminale: Fancoil N°8)

La dicitura Calcolo della rete serve a completare nel calcolo o verificare i risultati mentre, la Descrizione della rete serve a ritornare alla schermata precedente. Anche questa maschera presenta le due schede di mandata/ritorno nonché una funzionalità specifica che consiste, al fine di velocizzare l’inserimento dei dati, nel selezionare i diametri di progetto preliminari.

Nella modifica delle tubazioni in base alle scelte progettuali, messaggi di attenzione, anche se non bloccanti per il calcolo, compariranno nel caso la velocità massima o minima all’interno della tubazione sia esterna all’intervallo consigliato per il tipo di tratto e la tipologia di materiale utilizzato.

Da questa maschera è possibile inserire le perdite concentrate o calcolare la rete. Per individuare più facilmente in che punto inserire le perdite accidentali, il pulsante della maschera si modifica nel testo in maniera dinamica in relazione al posizionamento del cursore sui diversi tratti di tubazione.

La dicitura Calcolo della rete serve a completare nel calcolo o verificare i risultati mentre, la Descrizione della rete serve a ritornare alla schermata precedente.

4.4 – Perdite concentrate

Pipe Design 2.1

Perdite concentrate: Tratto terminale rete di mandata

Chiudi

Tratto: HM-T8 Fancoil N°8

L= 4,0 m Materiale=Fe Tubazione=DN20 (Di= 21,8 mm) Q=330 L/h

Perdite concentrate: Diramazione semplice a squadra - Ventilconvettore - N°2 Curva normale a 90° - Collettore complanare - Confluenza semplice a squadra - Valvola a squadra - Detentore a squadra

Diramazioni Confluenze Curve Taratura, Filtro e Cambi di sezione Valvole e perdite generiche Intercettazione Terminali

Diramazione semplice con T a squadra

Diramazione doppia con T a squadra

Diramazione doppia con curve d'invito

Diramazione semplice con angolo inclinato (45°-60°)



Fattore C= 1,0

Il titolo della maschera è relativo al tratto della tubazione a cui le perdite concentrate fanno riferimento, è suddivisa per schede e, al fine di tenere sotto controllo le varie perdite inserite, è presente un riepilogo facilmente individuabile perché di colore diverso.

Nel caso la maschera si riferisca ad un tratto terminale, automaticamente il programma inserisce una perdita dovuta ad un ventilconvettore. Al momento della stampa sarà cura del progettista verificare se la perdita di default o il tipo di terminale è quello previsto da progetto, rispetto che non inserire una perdita concentrata specifica.

5. Risultati

Contenuti del capitolo:

- ✓ Calcolo della rete
- ✓ Bilanciamento della rete
- ✓ Incremento delle perdite del circuito più favorito
- ✓ Recupero di pressione statica
- ✓ Stampa

5.1 – Calcolo della rete

Progetto: Esempio - Risultati finali													
Oggetto: Progetto di prova di N°8 Fancoils Portata con bilanciamento: 2640 (L/h) Portata senza bilanciamento: 3418 (L/h) Prevalenza della pompa: 9,5 (kPa) 0,97 (mH₂O) Temperatura media: 9,5 (°C) Massa volumica (densità): 999,7 (kg/m³) Viscosità cinematica: 1,32 (cSt) Totale contenuto d'acqua: 68 (L) 													
Circuito	Lunghezza Totale (m)	N° tratti del circuito	Portata con bilanciamento (L/h)	Δ P circuito (kPa)	Δ P bilanciamento (kPa)	Surplus prevalenza	Portata senza bilanciamento (L/h)						
Fancoil N°2	22,0	6	330	3,9	5,6	143,07%	527						
Fancoil N°3	28,0	8	330	4,6	4,9	107,66%	485						
Fancoil N°1	16,0	4	330	4,6	4,9	105,74%	482						
Fancoil N°4	34,0	10	330	5,1	4,4	87,38%	459						
Fancoil N°5	40,0	12	330	6,1	3,4	56,05%	417						
Da	A	Descrizioni di dettaglio		Lunghezza (m)	Tubazione di progetto	Diametro interno (mm)	Velocità (m/s)	Perdita specifica (Pa/m)	Perdita distribuita (kPa)	Perdita concentrata (kPa)	Δ P Tratto (kPa)	Terminali alimentati	Mandata o Ritorno
PREM	AM	Montante		2640	DN50	53,2	0,3	30	0,1	0,1	0,2	8	M
AM	BM	Piano 1-2		2310	DN40	42	0,5	74	0,2	0,2	0,4	7	M
BM	T2	Fancoil N°2		330	DN20	21,8	0,2	56	0,2	1,9	2,1		M
T2	BR	Fancoil N°2		330	DN20	21,8	0,2	56	0,2	1,9	2,1		R
BR	AR	Piano 1-2		2310	DN40	42	0,5	74	0,2	0,3	0,5	7	R
AR	ASPI	Montante		2640	DN50	53,2	0,3	30	0,1	0,1	0,2	8	R

La Maschera finale presenta tutti i circuiti nella parte superiore ordinati secondo la caduta di pressione mentre la sezione inferiore riporta in dettaglio tutti i tratti di cui si compone il circuito.

Si può ritornare alla maschera Scelte dimensionali, saltare all'inizio dell'archivio progetti o passare alla fase di stampa.

5.2 – Bilanciamento della rete

La fase di bilanciamento che a questo punto si può adottare è caratterizzata dalla possibilità di incrementare le perdite del circuito più favorito.

Circuito								Portata con bilanciamento:		Portata senza bilanciamento:		Prevalenza della pompa:		Temperatura media:		Massa volumica (densità):		Viscosità cinematica:		Totale contenuto d'acqua:			
Circuito	Lunghezza Totale (m)	N° tratti del circuito	Portata con bilanciamento (L/h)	Δ P circuito (kPa)	Δ P bilanciamento (kPa)	Surplus prevalenza	Portata senza bilanciamento (L/h)	2289	(L/h)	2346	(L/h)	85,7	(kPa)	8,74	(mH ₂ O)	9,5	(°C)	999,7	(kg/m ³)	1,32	(cSt)	59	(L)
Stanza 6	58,0	8	327	77,8	8,0	10,25%	344																
Stanza 5	58,0	8	327	77,8	8,0	10,23%	344																
Stanza 7	58,0	8	327	77,8	8,0	10,23%	344																
Stanza 3	104,0	10	327	84,2	1,5	1,82%	330																
Stanza 2	104,0	10	327	84,2	1,5	1,82%	330																

Da	A	Descrizioni di dettaglio		Lunghezza (m)	Tubazione di progetto	Diametro interno (mm)	Velocità (m/s)	Perdita specifica (Pa/m)	Perdita distribuita (kPa)	Perdita concentrata (kPa)	Δ P Tratto (kPa)	Terminali alimentati	Mandato o Ritorno	
PREM	A	Tratto Iniziale		2289	20,0	DN25	27,4	1,1	614	12,3	0,8	13,1	7	M
A	H	Corridoio 1-1		981	5,0	DN20	21,8	0,7	403	2,0	0,0	2,0	3	M
H	I	Corridoio 1-2		654	5,0	DN15	16,4	0,9	784	3,9	0,0	3,9	2	M
I	T6	Stanza 6		327	2,0	CU 22-20	20	0,3	81	0,2	3,3	3,5		M
T6	R	Stanza 6		327	1,0	CU 22-20	20	0,3	81	0,1		0,1		R
R	S	Tratto intermedio		654	5,0	DN15	16,4	0,9	784	3,9	0,0	3,9	2	R
S	G	Tratto intermedio		981	5,0	DN20	21,8	0,7	403	2,0	0,0	2,0	3	R

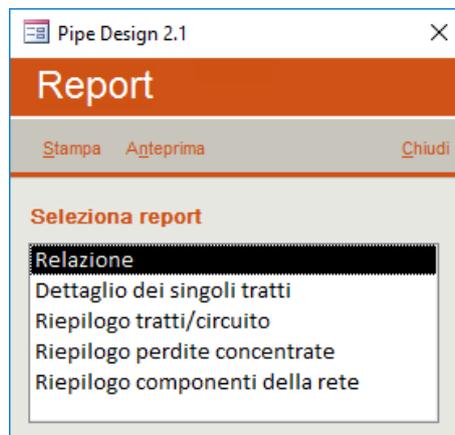
Bilanciamento con incremento perdite: H - I (Corridoio 1-2)

Dalla maschera finale di calcolo è possibile individuare il circuito più favorito e iniziare a introdurre delle perdite accidentali con lo scopo di bilanciare il circuito.

Senza considerare il primo tratto di tubazione che influirebbe sulla perdita complessiva dei circuiti ma non su quella relativa, il pulsante in basso si rende attivo per la funzionalità specifica.

Se l'analisi del tratto considerato porta a valutare la possibilità di incremento perdite, il tasto posizionerà direttamente l'operatore sul tratto di tubazione dove tale operazione può essere utile al bilanciamento. Una volta ridotta la dimensione della tubazione rispettando i vincoli di velocità, inserito perdite accidentali specifiche o valvole di regolazione dedicate, si può procedere al ricalcolo della rete per analizzare i risultati ottenuti.

5.3 – Stampa



Nella maschera è possibile scegliere le diverse tipologie di stampa, opzionando poi la stampa o un'anteprima. Nel caso di stampa il report sarà inviato al dispositivo predefinito, altrimenti sarà possibile verificare a video quanto calcolato. In questo secondo caso con il tasto destro del mouse si sceglierà se stampare su file o cambiare il dispositivo predefinito.

6. Calcolo con Pipe 2.1

Per le reti idroniche non esiste una soluzione univoca di calcolo e il Pipe 2.1 si pone nella condizione di versatilità partendo proprio da questo presupposto.

Si può scegliere di dimensionare la pompa secondo il circuito più sfavorito e poi aggiungere elementi di perdita nei rami più favoriti oppure in maniera puntuale “alleggerire” le perdite di carico dei circuiti più sfavoriti. Una volta conosciute le diverse portate dei circuiti si può poi decidere anche se ammettere una resa maggiore nei circuiti più favoriti. Queste sono le scelte che effettuerà il progettista perché nessun programma di calcolo, cioè che effettua calcoli, può sostituirsi ad un progettista.

Questo software si occupa di fare il lavoro ripetitivo e pesante, viste le formule iterative e di presentare un riepilogo finale ben dettagliato in modo da lasciare il progettista nelle condizioni di decidere cosa e come fare in base alle indicazioni ricevute dal Committente. Ecco che Pipe 2.1. sarà di aiuto a coloro che vogliono spendere meno soldi in tubazioni a discapito di velocità del fluido maggiori e quindi una pompa più energivora, piuttosto che investire in tubazioni più generose e ottenere un risparmio in ordine di consumi. Altra situazione tipica è rappresentata da circuiti esistenti che presentano già un’architettura definita, per i quali il progettista è chiamato ad eseguire verifiche e/o bilanciamento.

Il Programma, come dato di partenza, necessita di una perdita specifica preliminare ottenuta di default indirettamente come indicato al punto 2.2.2.1. o imponendola, attraverso l’esperienza direttamente come indicato al punto 2.2.2.2 .

In entrambi i casi significa individuare un diametro interno teorico delle tubazioni dal quale poi valutare la tubazione di progetto. La scelta dimensionale verrà effettuata nella maschera dedicata e, così come indicato in precedenza, è possibile effettuare in inserimento massivo delle tubazioni di progetto e successivamente procedere con una selezione più accurata. A destra della lista di valori delle possibili tubazioni viene riportato il diametro interno per effettuare il confronto con il diametro interno teorico. Da questa maschera si accede alla definizione delle perdite concentrate dal pulsante indicato in basso.

Progetto: Esempio

Archivio Progetti [Descrizione della rete](#)[Calcolo della rete](#)

Oggetto: Progetto di prova di N°8 Fancoils

Tubazione di mandata

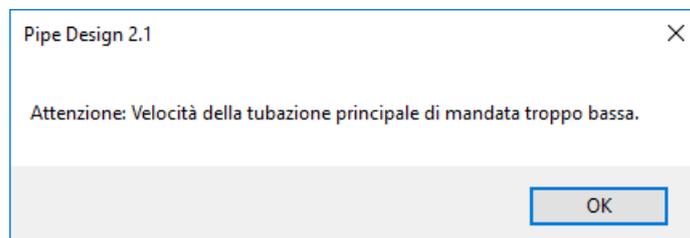
Tubazione di ritorno

Selezione preliminare tubazioni

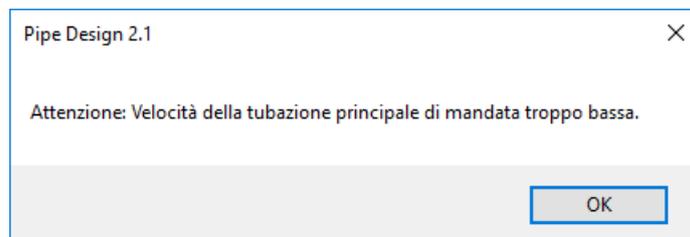
Punti del tratto		Descrizione	Lunghezza (m)	Materiale	Portata (L/h)	Perdita specifica preliminare (Pa/m)	Diametro interno teorico (mm)	Tubazione di progetto	Velocità (m/s)	Diametro interno (mm)
Da	A									
PREM	AM	Tratto Iniziale: Montante	4,0	Fe	2640	862	26,52	DN50	0,3	53,2
AM	BM	Piano 1-2	3,0	Fe	2310			Dimensione		Diametro interno (mm)
BM	CM	Piano 2-3	3,0	Fe	1980			DN50		53,2
CM	DM	Piano 3-4	3,0	Fe	1650			DIN 60,3-54,5	60,3	54,5
DM	EM	Piano 4-5	3,0	Fe	1320			DIN 70-64,2	70	64,2
EM	FM	Piano 5-6	3,0	Fe	990			DN65	2 1/2 "	68,8
FM	GM	Piano 6-7	3,0	Fe	660			DIN 76,1-70,3	76,1	70,3
GM	HM	Piano 7-8	3,0	Fe	330			DN80	3 "	80,7
AM	T1	Terminale: Fancoil N°1	4,0	Fe	330			DIN 88,9-82,5	88,9	82,5
BM	T2	Terminale: Fancoil N°2	4,0	Fe	330			DIN 101,6-94,4	101,6	94,4
CM	T3	Terminale: Fancoil N°3	4,0	Fe	330			DIN 108-100,8	108	100,8
DM	T4	Terminale: Fancoil N°4	4,0	Fe	330			DN100	4 "	105
EM	T5	Terminale: Fancoil N°5	4,0	Fe	330			DIN 114,3-107,1	114,3	107,1
								DIN 133-125	133	125
								DN125	5 "	129,5
								DIN 139,7-131,7	139,7	131,7
								DIN 159-150	159	150

Perdite concentrate del tratto PREM - AM (Tratto Iniziale: Montante)

Una volta scelta la tubazione il programma rileva possibili velocità elevate (indice di eccessiva erosione e/o rumorosità):



o troppo basse (tipiche di reti nelle quali è da porre particolare attenzione alla disareazione):



Per entrambi gli alert non si bloccherà il calcolo sia perché in alcune soluzioni la caratteristica di velocità elevata per tratti ridotti è messa in conto per motivi di

bilanciamento, sia perché valori al limite inferiori, soprattutto in tubazioni terminali, sono alle volte necessari viste le taglia minima di alcune tubazioni.

Una volta effettuata la scelta delle tubazioni e calcolata la rete, entrano in gioco le scelte progettuali per le quali, come abbiamo già evidenziato, sarà necessario tornare alla maschera scelte dimensionali ed eventualmente modificare dimensioni dei tratti o modificarne le perdite concentrate in base a quanto è l'obiettivo del calcolo.

L'esperienza dimostra che con Pipe 2.1. una volta effettuato un calcolo completo, il cruscotto finale ordinato per circuiti e con il dettaglio dei tratti, permette immediatamente di capire se e come modificare eventualmente i componenti della rete per ottenere quanto prefissato.

Si ricorda in questa sede che il DPR/59 impone oggi il bilanciamento obbligatorio delle reti perché lo squilibrio infatti comporta maggiori sprechi energetici.

A tal proposito è auspicabile dimensionare una rete nella quale i terminali più favoriti siano comunque alimentati dalla portata nominale di funzionamento, nonostante la soluzione senza bilanciamento, con un sovradimensionamento della pompa di circolazione, sia contemplata dal programma.

7. Utilità

Dalla Maschera iniziale è possibile accedere ad una calcolatrice utile per la conversione delle unità di misura e una utility per conoscere le perdite di carico di delle valvole attraverso i dati forniti dai alcuni costruttori che da catalogo sono riportati in coefficiente di portata.

Pipe Design 2.1

Funzioni di utilità idronica

[Chiudi](#)

Conversione unità di misura

	Input		Risultato	
Temperatura	26	°C	78,8	°F
Differenza di temperatura	5	°C	9	°F
Lunghezza	1	ft	30,4799990	cm
Volume	1	mc	1000	L
Portata Volumica	1	L/s	3,6	mc/h
Pressione	1	mmH2O	9,80661358	Pa

Coefficiente di portata (o di flusso) Kv

	Input		Risultato	
$\Delta P =$	0,5	Bar	Kv = 25	m^3/h
$\Delta P =$	0,5	Bar	Q = 17,68	m^3/h
Q =	17,68	m^3/h	Kv = 25,00	m^3/h
			$\Delta P =$ 0,50	Bar

8. Bibliografia

- C. Pizzetti Condizionamento dell'aria e refrigerazione - Tamburini Editore
- Milano Manuale della Climatizzazione Tecniche Nuove
- ASHRAE Fundamentals Handbook (SI)
- Quaderni e Guide Caleffi
- Mini Guida AICARR
- Libri , dispense e testi integrativi del Prof Giuliano Cammarata.