

# Workshop

## USO EFFICIENTE DELLE RISORSE IDRICHE IN AGRICOLTURA, STRUMENTI E PROSPETTIVE

Camera di Commercio , Palermo, 22 Ottobre 2014

Prof. Domenico Pumo

**Progettazione degli impianti per la  
microirrigazione**

# La microirrigazione (o irrigazione localizzata):

- consiste nel somministrare piccoli volumi d'acqua al terreno, in punti discreti posti in prossimità dell'apparato radicale, ad intervalli di tempo piccoli (uno o più giorni)
- si distingue nettamente sia dai metodi irrigui tradizionali (per sommersione, per scorrimento, per infiltrazione) sia dal metodo per aspersione, perché non si bagna tutta la superficie del terreno ad intervalli di tempo lunghi (una o più settimane).

# La microirrigazione:

- E' un metodo irriguo ad alta efficienza (si somministra il volume idrico strettamente necessario al fabbisogno, evitando sprechi; a parità di risorse idriche si possono ampliare le superfici servite)
- Consente l'uso di risorse idriche anche non convenzionali (acque reflue urbane depurate e acque salmastre)

# Il risparmio idrico è dovuto:

- Alla localizzazione dell'acqua (risparmio anche di elementi nutritivi), che si somministra solo in prossimità delle radici;
- Alla ridotta evaporazione dalla superficie del suolo (specie con l'uso di erogatori a goccia);
- Al limitato sviluppo di erbe infestanti.

# Altri vantaggi della microirrigazione

- Migliore tolleranza delle piante alla salinità
- Risparmio di energia (impianti a bassa pressione)
- Migliore controllo delle malattie delle piante
- Riduzione dei costi di manodopera

## **Richiede però:**

- Il controllo accurato del regime idrico del suolo
- La prevenzione dei fenomeni di occlusione degli erogatori (mediante adeguata filtrazione ed eventuale trattamento chimico delle acque)

# Componenti dell'impianto per la microirrigazione

- **Dispositivi di emissione (Erogatori)**
- **Rete di tubazioni (PE)**
- **Filtri**
- **Fertilizzatori**
- **Stazione di pompaggio**
- **Accessori**

# Tipi di Erogatori

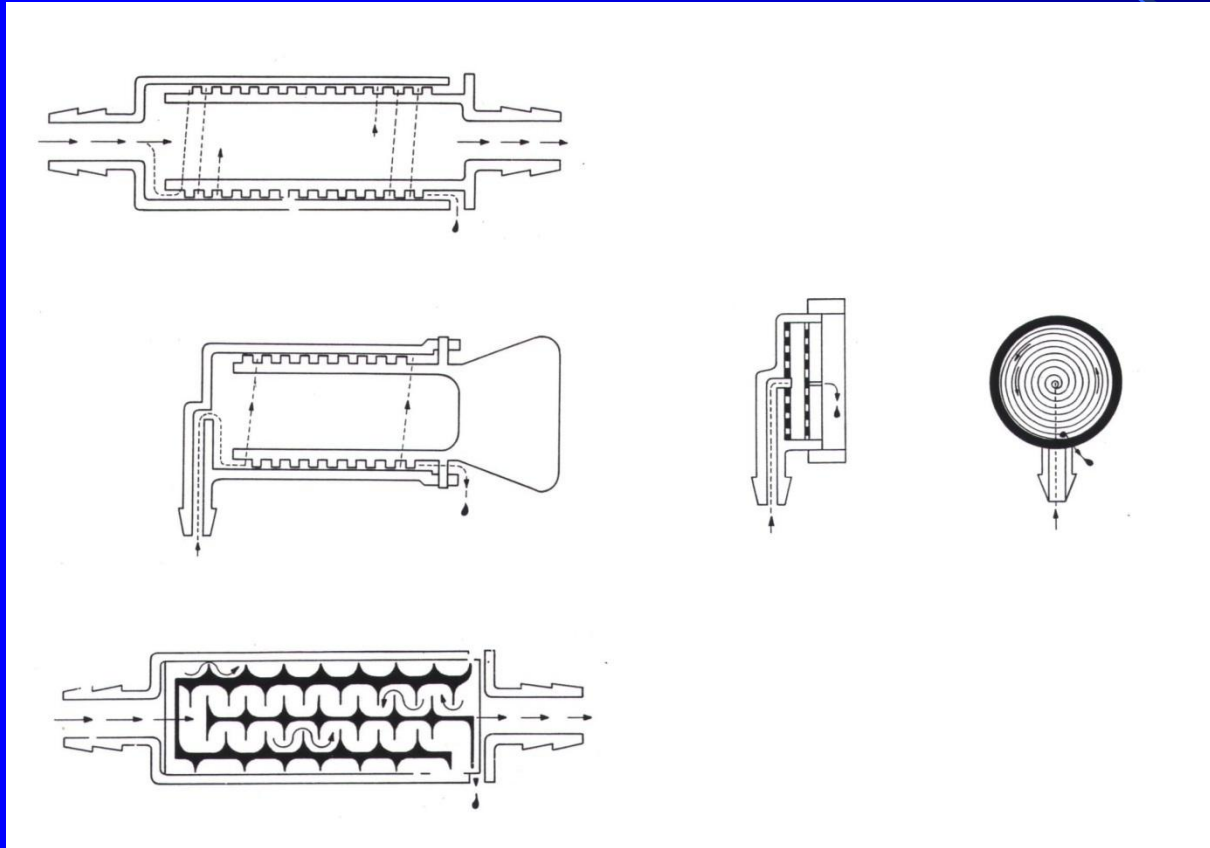
- **Gocciolatori in/on line** (frutteti, vivai, serre)
- **Ali gocciolanti integrali e manichette forate**, leggere e pesanti (subirrigazione) (frutteti, ortaggi, fiori, serre)
- **Spruzzatori statici e dinamici** (aspersione sottochioma o soprachioma (frutteti, vivai, ortaggi)
- **Nebulizzatori** (controllo della temperature, germinazione e radicazione in serra)

**Caratteristica comune:** pressione 0,5-2 bar

**Portate:** crescono con la pressione (**esclusi autocompens.**)

- **Gocciolatori: 1-15 litri/ora**
- **Ali integrali e manichette: 2-15 litri/ora/metro**
- **Spruzzatori: 20-500 litri/ora**
- **Nebulizzatori: 20-100 litri/ora**

# Com'è costituito un gocciolatore?

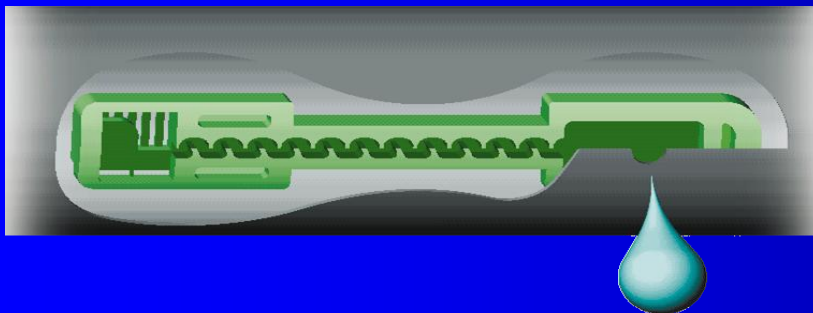


Tubicino  
della  
sezione di  
1-2 mm<sup>2</sup>,  
lungo circa  
1 m, con  
percorso  
a spirale o  
a labirinto



# Com'è costituita un'ala integrale?

- E' una condotta di PE, di diametro 12-20 mm nella quale sono incorporati gocciolatori cilindrici coassiali o gocciolatori piatti saldati sulla parete interna, ad interdistanza variabile da 15 a 100 cm



# Come sono costituiti gli struzzatori ed i nebulizzatori?



- E' un ugello di diametro 0,8-3 mm, munito di frangigetto che distribuisce la portata su un'area circolare (o su uno o più settori circolari) di raggio 1-5 m.
- Nei modelli dinamici la distribuzione idrica avviene per mezzo di girandola.

# Equazione caratteristica dell'efflusso dagli erogatori:

$$q = k h^x$$

**q** = portata (l/h);

**h** = pressione (bar) o carico (m);

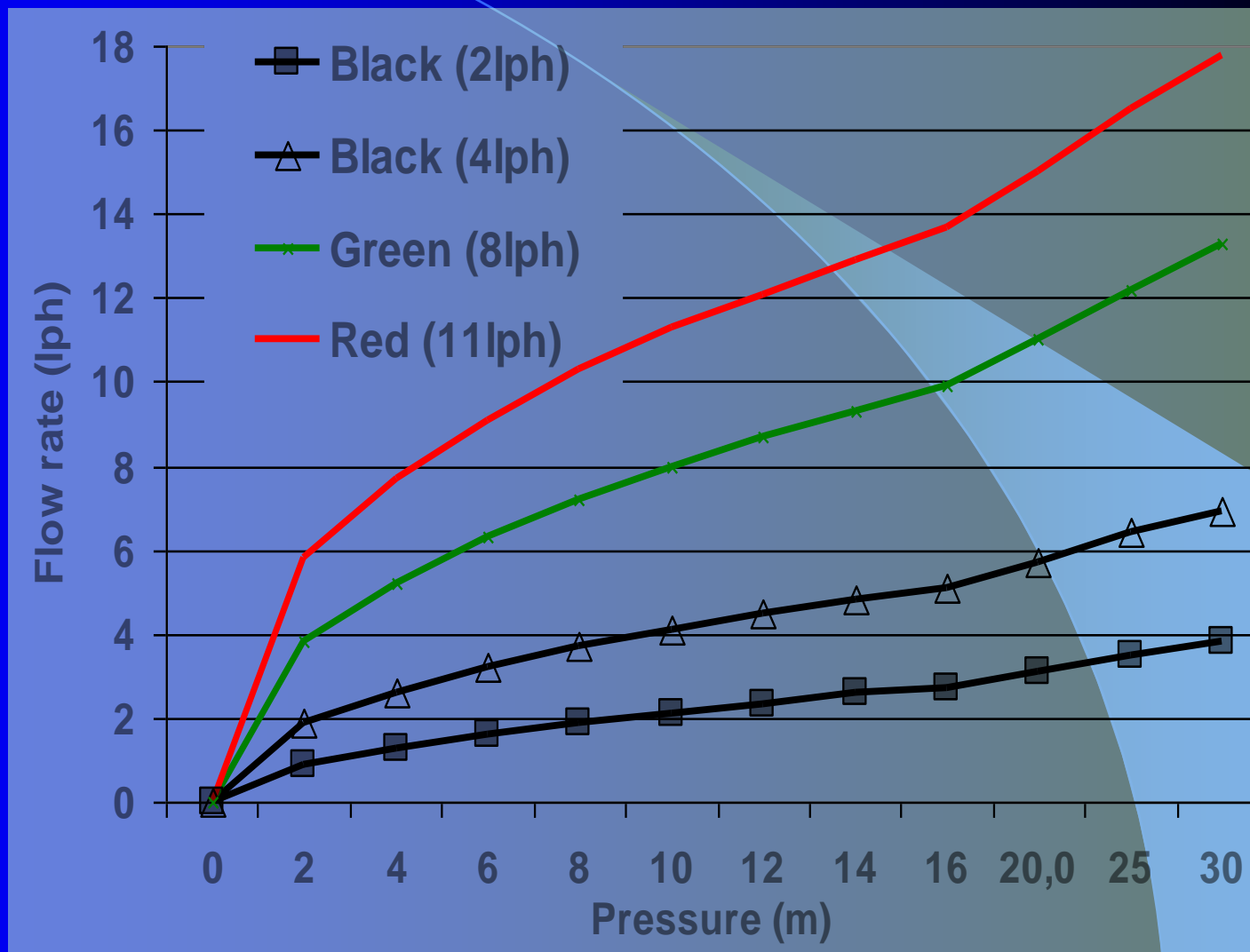
**x** = esponente ( $0 < x < 1$ )

( $x = 0 \Rightarrow$  erogatori autocompensanti)

( $x = 0,5 \Rightarrow$  spruzzatori, gocciolatori a labir.)

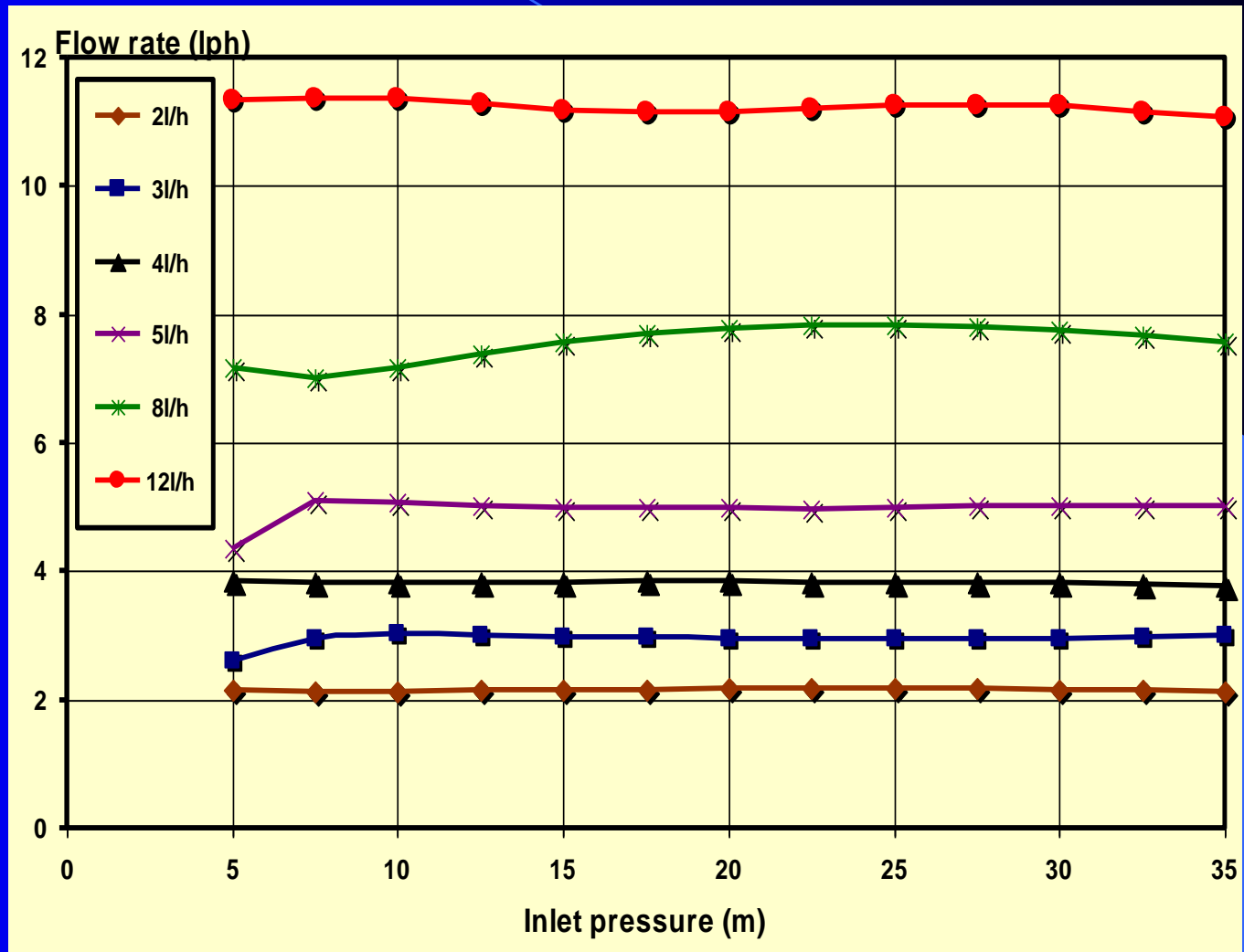
# Prestazioni di gocciolatori semplici

La portata erogata dipende dalla pressione



# Prestazioni di gocciolatori autocompensanti

La portata erogata  
non  
dipende  
dalla  
pressione



# Portata effettiva degli erogatori ed uniformità di distribuzione

## Dipendono principalmente da:

- **Caratteristiche strutturali degli erogatori (valori di  $k$  ed  $x$  della formula dell'efflusso);**
- **Accuratezza nella fabbricazione;**
- **Distribuzione delle pressioni negli apparecchi di ciascun settore irriguo;**
- **Fenomeni di occlusione.**

# Accuratezza nella fabbricazione

Si giudica mediante:

- **L'esame visivo** (regolarità dei percorsi interni, assenze di imperfezioni di stampaggio o di saldatura);
- **Prove di laboratorio per la determinazione del CVT** (coefficiente di variazione tecnologica)

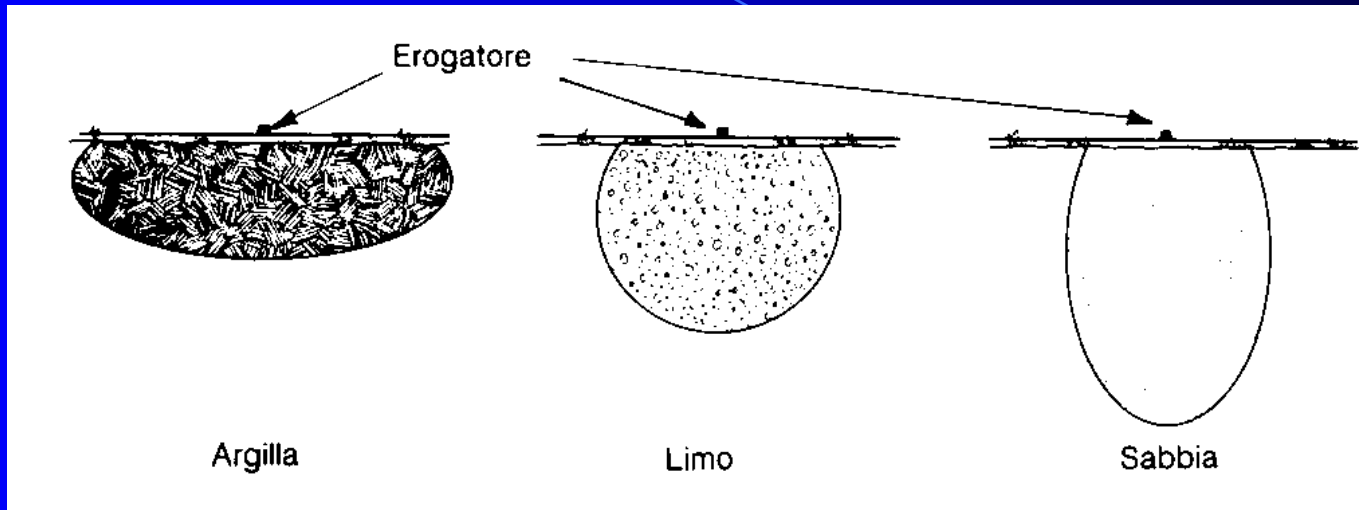
$$CVT = \sigma/q_m$$

dove:  $\sigma$  è lo scarto quadratico medio delle portate misurate e  $q_m$  la media delle portate stesse

**Solomon (1979)**

CVT	< 0,03	0,04-0,07	0,08-0,10	0,11-0,15	>0,15
	eccellenti	buoni	mediocri	scarsi	pessimi

# Umettamento del suolo con erogazione puntuale (gocciolatore) in superficie



**Il volume di suolo bagnato dipende:**

- **Dalla tessitura** (argilloso, sabbioso, medio impasto)
- **Dalla portata dell'erogatore "q"**

**Il diametro del bulbo umido  $D_b$  (m), secondo Jaime Arviza Valverde, è dato approssimativamente da:**

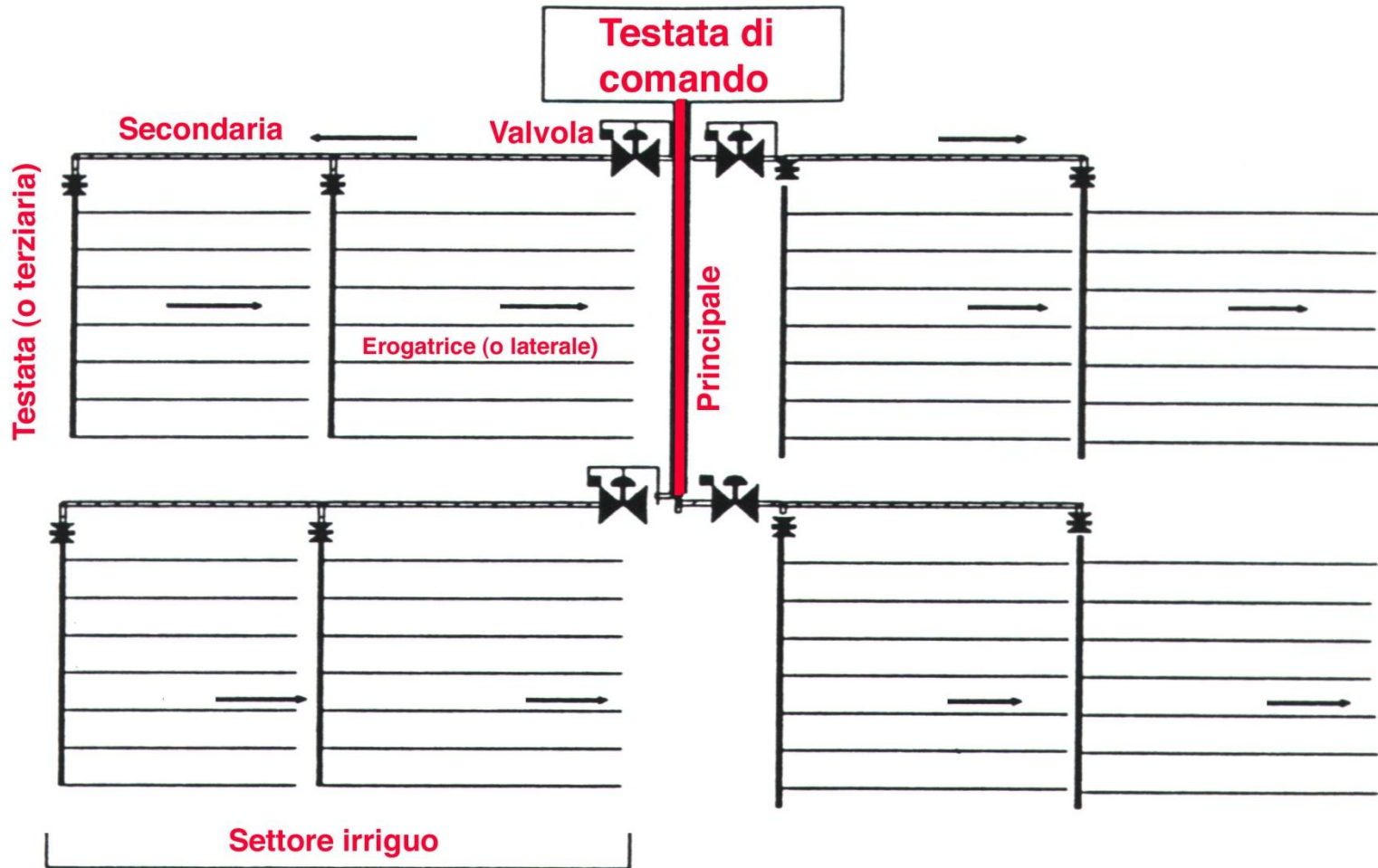
**Per terreni argillosi:**  $D_b = 1,20 + 0,10 q$  con  $q$  (l/h)

**Per terreni franchi:**  $D_b = 0,70 + 0,11 q$

**Per terreni sabbiosi:**  $D_b = 0,30 + 0,12 q$



# Schema d'impianto



# Disposizione ali erogatrici/1

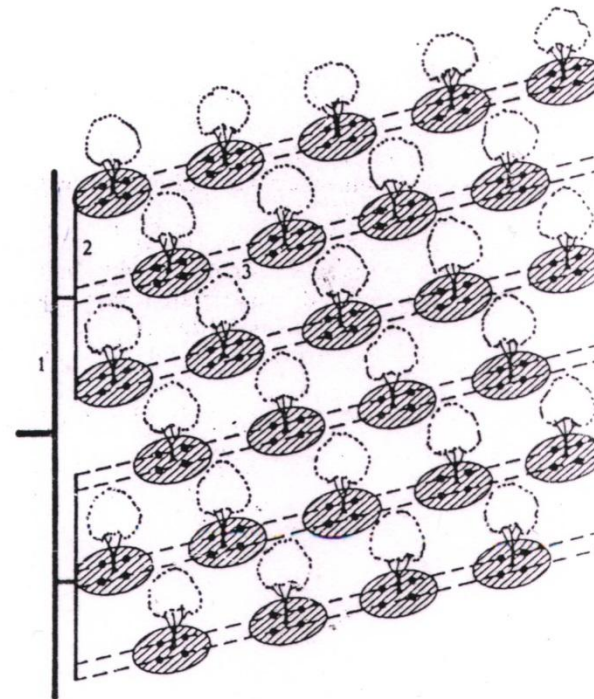
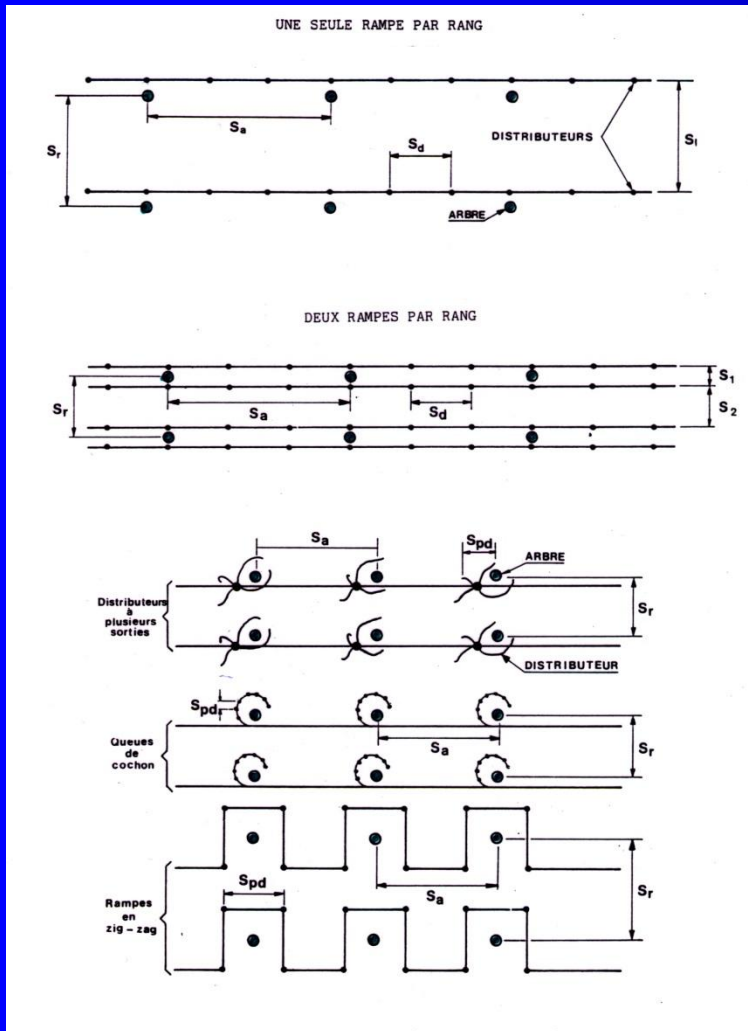


Fig. 11.7. — Esempio schematico di impianto di irrigazione a goccia in un arboreto. 1: condotta principale; 2: condotta secondaria; 3: ala di sperdente. Per ogni pianta sono stati collocati quattro gocciolatori. A tratteggio è indicata l'area bagnata.

# Progetto dell'impianto irriguo: schema delle operazioni preliminari/1

## DATI:

Coltura, sesto d'impianto ( $axb$ ), tessitura del terreno, diametro della chioma ( $D$ ), qualità e quantità della risorsa idrica

## SI DETERMINANO:

- $ET_0$  ed  $ET_C = ET_0 \times K_C$  (mm/g) nel periodo di max consumo;
- La dose irrigua giornaliera (mm/g),  $Di = ET_C \times K_1 \times K_2 \times K_3$ , dove:
  - $K_1 < 1$  è un fattore correttivo che dipende dalla “localizzazione” dell'irrigazione (si può determinare come rapporto tra l'area ombreggiata e l'area “ $axb$ ” di competenza di ciascuna pianta, incrementato di circa il 30%)
  - $K_2 > 1$  è un fattore che incrementa la dose irrigua per necessità di lisciviazione
  - $K_3 > 1$  e  $K_4 > 1$ , tengono conto, rispett., di fissati valori di efficienza dell'adacquamento (~ 90%) e dell'uniformità di erogazione (~ 95%)

# Progetto dell'impianto irriguo: schema delle operazioni preliminari/2

## SI DETERMINA:

- Il numero  $N$  di erogatori per pianta, tenuto conto della proiezione orizzontale “ $A_b$ ” del volume di terreno bagnato da ciascun erogatore, in funzione della tessitura del terreno e della portata erogata.

$A_b$ =area del cerchio di diametro  $D_b$ , stimato empiricamente, in assenza di misure di umidità, come segue:

$D_b = 1,20 + 0,10 q$  per terreni argillosi;

$D_b = 0,70 + 0,11 q$  per terreni di medio impasto;

$D_b = 0,30 + 0,12 q$  per terreni sabbiosi; ( $D_b$ , in m;  $q$ , in l/ora)

$$N \geq \frac{a \cdot b \cdot P}{A_s}, \quad \text{dove } P \text{ è la porzione di suolo da bagnare.}$$

Si assume:  $P \geq 0,50$  per colture erbacee;  $P \geq 0,33$  per colture arboree

# Progetto dell'impianto irriguo: schema delle operazioni preliminari/3

## SI DETERMINANO:

- Il volume giornaliero da somministrare a ciascuna pianta:

$$V = a \times b \times D_i, \text{ (litri/giorno);}$$

- La durata giornaliera “t” della somministrazione:

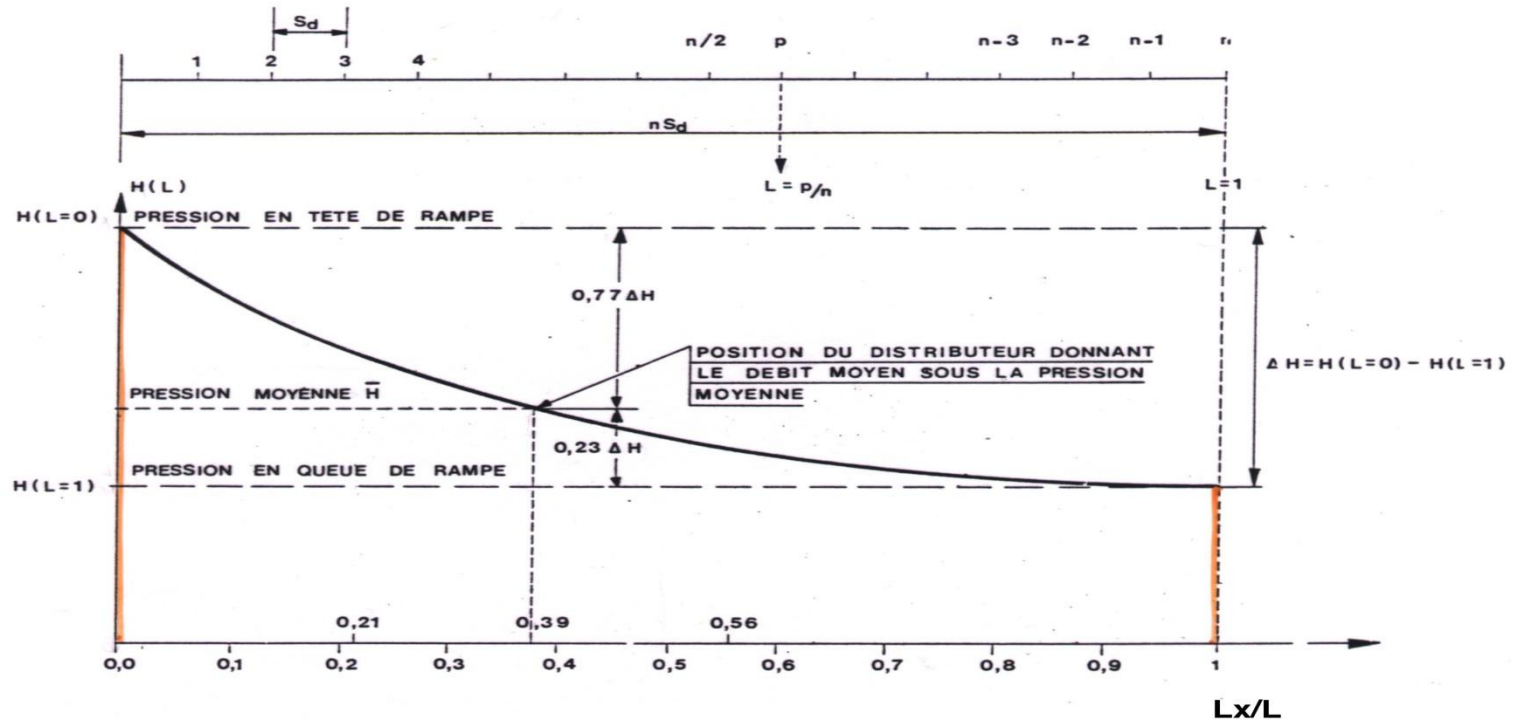
$$V = N \times q \times t, \text{ da cui: } t = V / (q \times N), \text{ (ore/giorno)}$$

(Nel caso il turno irriguo venga fissato in due o tre giorni, si raddoppia o si triplica la durata della somministrazione)

# Distribuzioni pressioni lungo l'ala erogatrice

Keller e Karmeli (1974)

- per una vasta gamma di esponenti  $x$  della legge di erogazione e di disposizioni degli stessi :



# Calcolo delle perdite di carico continue

(Tubi di PE; Equazione usata  
HAZEN-WILLIAMS: C=150)

**Cadente  $J_i$  e caduta  $Y_i$  nel  
generico tratto  $l_i$  compreso tra  
due gocciolatori**

(Altra equazione: DARCY-  
WEISBACH)

$$J_i = 1,13 * 10^9 \frac{Q_i^{1,852}}{D^{4,871}}$$

$$Y_i = J_i * l_i$$

$$J_i \rightarrow m / km$$

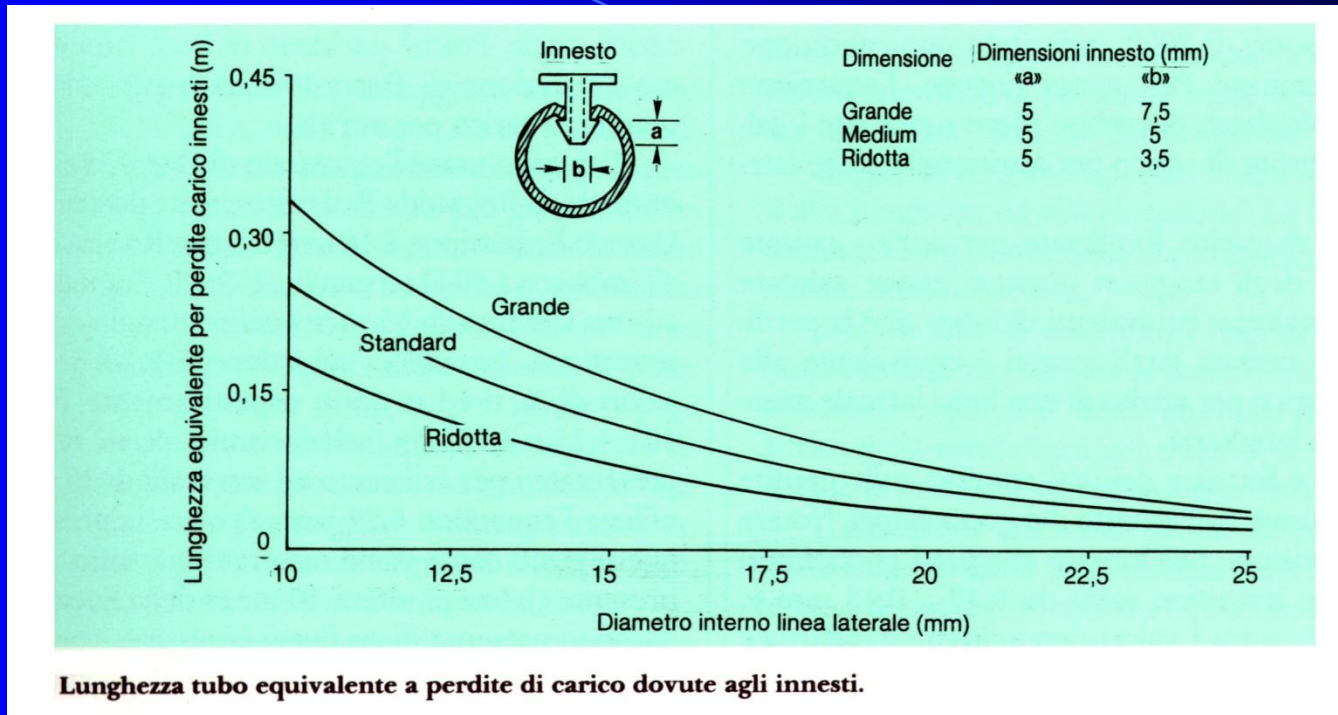
$$Q_i \rightarrow l / sec$$

$$D \rightarrow mm$$

$$Y_i \rightarrow m$$

$$l_i \rightarrow km$$

# Calcolo delle perdite di carico localizzate



Calcolo analitico (Provenzano, Pumo, Di Dio - 2003):

$$a * \frac{V^2}{2g}; \rightarrow a = 0,056 \left[ \left( \frac{D_i}{D_g} \right)^{17,83} - 1 \right]$$

$D_i$  → diametro interno condotta

$D_g$  → diametro interno gocciolatore (se coassiale)

o diametro equivalente



# Schema d'impostazione del calcolo delle perdite di carico in un'ala erogatrice integrale

- Nota la **geometria dell'ala erogatrice** (pendenza “i”, diametro, interdistanza tra i gocciolatori “l”) e la **geometria dei gocciolatori** (protrusione dell'innesto e lunghezza), nonché la **legge di erogazione** (valori di k ed x), e **fissato il range  $h_{\min}$ - $h_{\max}$** , si effettua il calcolo in successione, tratto a tratto, come segue:
- $h_1 = h_{\min}$ ;  $q_1$ ;  $Q_1$ ;  $y_1$ ;  $\lambda_1$ ;  $h_2 = h_1 + y_1 + \lambda_1 + (-)i * l$ ;
- $q_2$ ;  $Q_2 = q_1 + q_2$ ; .....
- Il calcolo si arresta quando  $h_i = h_{\max}$

## **Dimensionamento delle condotte secondarie**

- **Ciascuna secondaria alimenta le ali erogatrici di un settore irriguo.**
- **Il diametro si stabilisce in modo tale che le quote piezometriche che si determinano in ogni nodo (ossia nelle connessioni ala erogatrice-secondaria) siano quelle richieste da ciascuna ala, ossia quelle atte a determinare variazioni delle portate degli erogatori contenute entro limiti prefissati ( Es. 5-10% delle portate medie del settore)**
- **Il calcolo si effettua per tentativi, avvalendosi di tabelle di calcolo automatico. Il procedimento è laborioso.**

## **Dimensionamento delle condotte principali**

- **Le condotte principali alimentano a loro volta ciascuna secondaria nel punto di connessione prestabilito, nel quale generalmente si colloca un filtro di settore e una valvola a funzionamento manuale o automatico (elettrovalvole o idrovalvole)**
- **Il loro dimensionamento idraulico si effettua in modo tale da fornire a ciascun settore irriguo la quota piezometrica richiesta e da minimizzare i costi che l'azienda deve sostenere per i pompaggi.**

# Fenomeni di occlusione degli erogatori

- **Il trattamento fisico delle acque mediante l'adozione di adeguati filtri è essenziale (ma non esclude il rischio di occlusione degli erogatori).**
- **CAUSE dell'occlusione:**
- Particelle inorganiche;
- Particelle organiche quali colonie batteriche o formazioni algali;
- Precipitati di natura minerale dovuti alla qualità dell'acqua od a reazioni chimiche legate all'uso di fertilizzanti idrosolubili.

# Come si previene il fenomeno e si mantiene la piena efficienza dell'impianto ?

- **Lavaggi eseguiti: prima con iniezione di prodotto ossidante (**ipoclorito di sodio o acqua ossigenata**) che dissolve la sostanza organica, e, dopo il risciacquo, con iniezione di **acidi (nitrico, fosforico o solforico)** che sciolgono i depositi o sedimenti chimici (è importante rispettare la sequenza)**
- **Spurgo periodico di fine linea e prima e dopo ogni lavaggio**

# ➤ Coefficienti di Uniformità/1

- Uniformità di erogazione UE (Keller, Karmeli, 1972)

$$UE = 100 \left[ 1 - 1,27 \frac{CVT}{\sqrt{n}} \right] \left[ \frac{q_{\min}}{q_{med}} \right]$$

$n$  = numero di erogatori per pianta

$q_{\min}$  e  $q_{med}$  = portata minima e media degli erogatori del settore irriguo considerato

- Uniformità di erogazione in campo UC (Christiansen)

$$UC = 1 - \frac{\sum^N |q_i - q_{med}|}{Nq_{med}}$$

# Coefficienti di Uniformità/2

- Uniformità riferito al quartile inferiore delle portate DU
- (evidenzia le aree scarsamente irrigate nelle quali si possono determinare condizioni di stress per le colture)

$$DU = \frac{4 \sum_{i=1}^{N/4} (q_{\min})_i}{Nq_{med}}$$

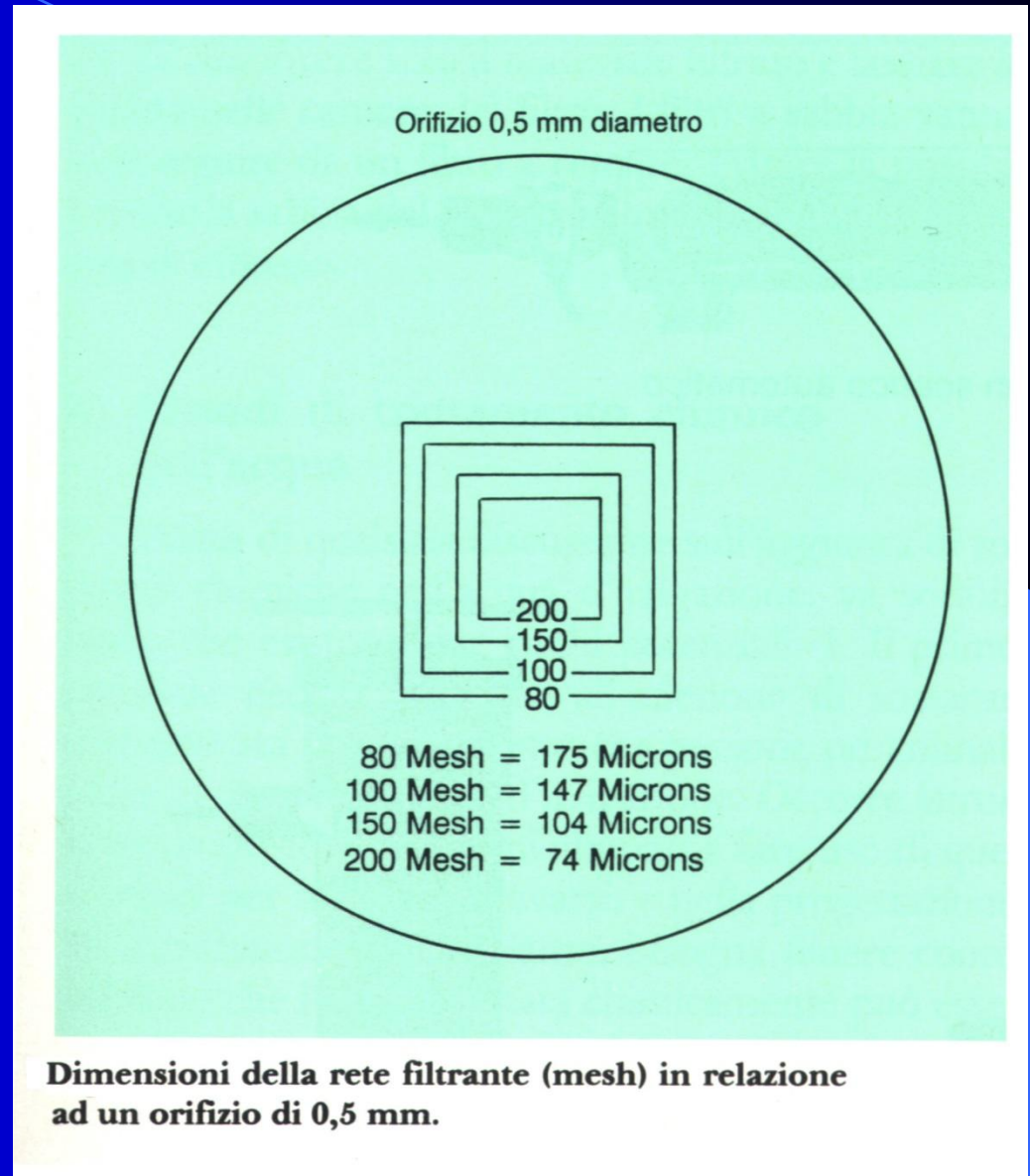
# FILTRAZIONE E TIPI DI FILTRI

- **Vasche di sedimentazione:** riduzione del materiale in sospensione, se il prelievo avviene da torrenti con notevole trasporto solido;
- **Separatori a vortice o idrocycloni:** eliminazione della sabbia e particelle pesanti (acque di pozzi);
- **Filtri a graniglia o a sabbia:** rimozione di solidi leggeri in sospensione, quali alghe, mucillagini, filamenti e altri materiali organici (acque prelevate da serbatoi o corsi d'acqua, acque reflue depurate);
- **Filtri a rete o schermo** (a pulizia manuale o a spurgo con apertura di valvola): a valle dei filtri a sabbia e in testa ai vari settori irrigui
- **Filtri a dischi lamellari** (a pulizia manuale o automatica): in alternativa ai filtri a rete.



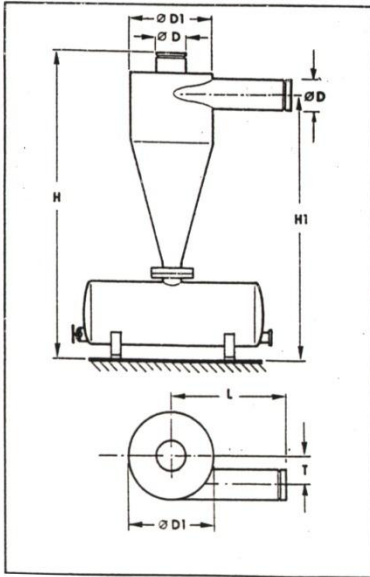
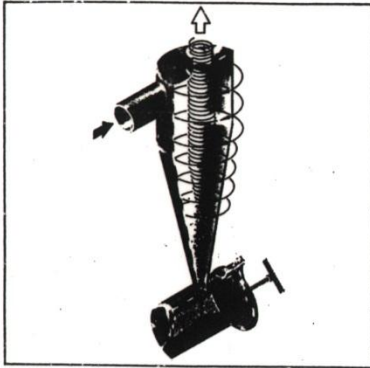
# Livello di filtrazione

- Le dimensioni delle maglie delle reti filtrante, **espressa in mesh**, è consigliato sia compresa tra 1/7 e 1/10 del minimo diametro di passaggio all'interno dell'erogatore utilizzato.

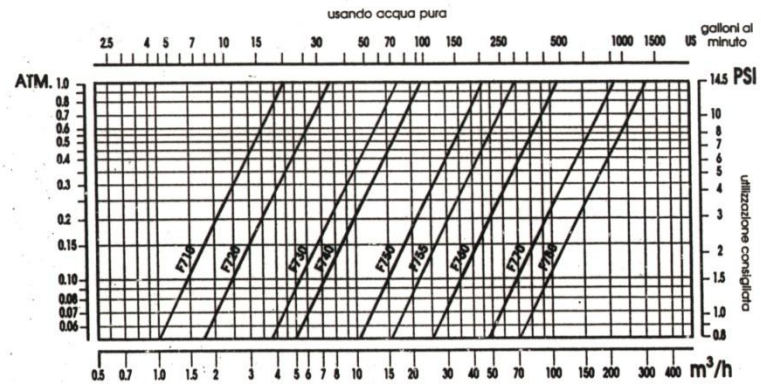


# Filtri idrocycloni

## separatori idrociclone



### perdite di carico



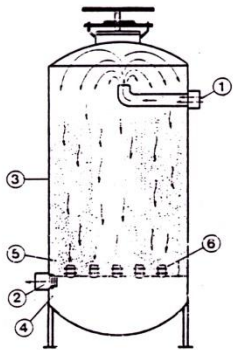
### separatoro idrociclone – serie 700

#### dati tecnici

Modello	Portata raccomandata		ØD (pollici)	ØD1 (pollici)	H (mm.)	H1 (mm.)	T (mm.)	L (mm.)	Peso (Kg.)	Volume circa. (m³)
	(m³/ora)	1 = galloni al minuto								
F710	2-3	9-13	¾	3	415	335	32	120	9	0.020
F720	3.5-5.5	16-24	1	4	510	330	40	150	10	0.020
F730	7.5-12	33-53	1.5	6	675	545	63	240	16	0.060
F740	10-17	44-75	2	8	765	620	80	300	20	0.082
F750	21-35	92-154	3	8	910	740	65	300	26	0.082
F755	30-48	132-211	4x3	12	1440	1250	105	500	72	0.570
F760	50-80	220-352	4	16	1810	1590	143	600	105	1.100
F770	100-150	440-660	6	20	2000	1710	166	600	230	1.350
F780	140-230	616-1000	6	24	2260	1980	216	600	285	1.750

# Filtri a sabbia

## filtro a graniglia



- 1 - Presa d'acqua
- 2 - Uscita acqua
- 3 - Corpo filtro
- 4 - Raccolta acqua filtrata
- 5 - Elemento filtrante
- 6 - Diffusore

### MATERIALI

**corpo:** acciaio sabbiato rivestito con polvere di poliestere all'esterno, vernice epossidica all'interno

**elemento filtrante:** graniglia frantumata di materiali inerti (quarzite, materiali vulcanici, etc.); grandezza compresa fra mm. 1/2 con alta uniformità (pari a ca. 120 mesh)

**ATTACCHI:** filettati F BSP  
flangiati ISO/DIN/BS 4504

**PRESSIONE NOMINALE:** 10 Bar  
16 Bar (modello apposito)

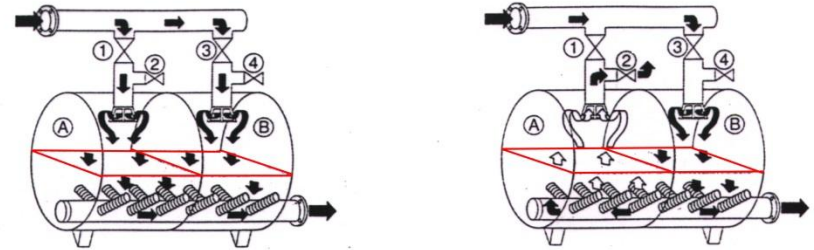
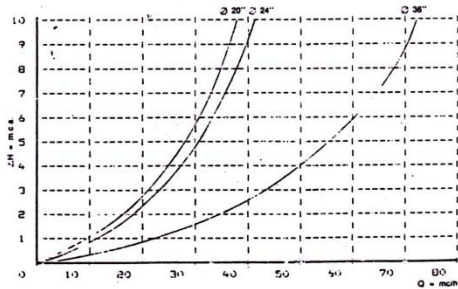
**INSTALLAZIONE:** singolo, in batteria,

### DIMENSIONI E SPECIFICHE TECNICHE

SERIE	ATTACCHI	ALTEZZA	PESO	DIFFUSORI	GRANIGLIA	AREA FILTR.	PORTATA
Ø	Ø	m.	CORPO	N°	Kg.	m <sup>2</sup>	MAX (m <sup>3</sup> /h)
blu 20"	2"	1,20	65	16	150	0,19	15-18
blu 20"	3"	1,20	65	16	150	0,19	18-20
blu NT 24"	2"	1,10	70	16	150	0,28	15-18
blu NT 24"	3"	1,10	70	16	150	0,28	18-20
blu NT 24"	DN 50	1,10	70	16	150	0,28	15-18
blu NT 36"	DN 80	1,40	150	35	400	0,63	38-40
rossa 20"	2"	1,30	65	14	150	0,19	13-15
rossa 36"	DN 80	1,20	136	12	100	0,60	38-40

\* filtro PN 16

### PERDITE DI CARICO



Schema di lavoro di un filtro a sabbia a doppia camera tipo ASA.

Livello delle  
sostanze  
contaminanti

Concentrazione

Portata  
progettuale max  
(m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)

Leggero  
Medio  
Elevato

0- 10 ppm  
10-100 ppm  
100-400 ppm

60-70  
50-60  
40-50

### Definizioni e dimensioni delle sabbie filtranti

Numero sabbia filtrante	Dimens. efficaci (mm)	Coeff. di uniformità	Tipo di sabbia filtrante	Qualità di filtraggio (mesh)
	(1)	(2)		
N. 8	1,50	1,47	Granito triturato	100-140
N. 11	0,78	1,54	Granito triturato	140-200
N. 16	0,66	1,51	Silice triturato	140-200
N. 20	0,46	1,42	Silice triturato	200-250

(1) Dimensione efficace:  $\phi$  del setaccio che consente il passaggio del 10% del materiale

(2) Coeff. di uniformità:  $\phi$  del passante 60% /  $\phi$  del passante 10%

# Filtri a rete

filtri a rete

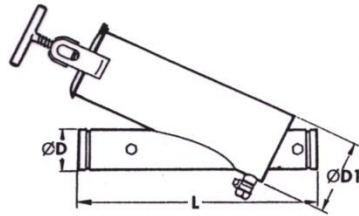
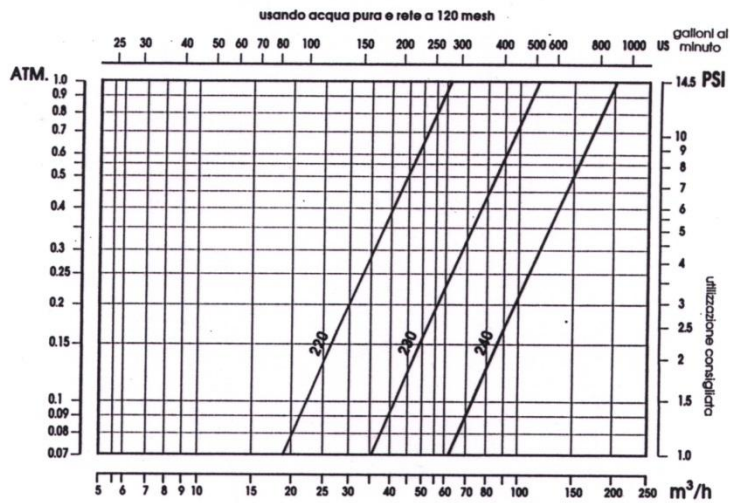


tabella delle perdite di carico e delle portate



## Filtro a rete

PERDITE DI CARICO

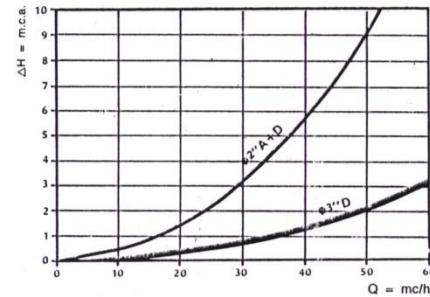
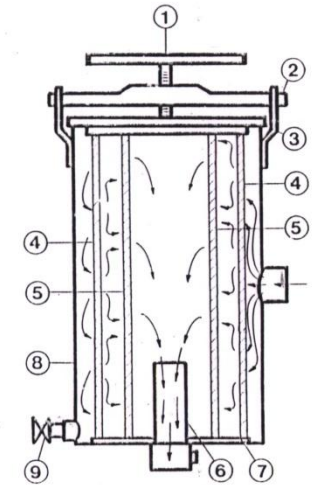


TABELLA SPECIFICHE

Modello	Diametro corpo	Peso	Attacchi	Altezza (cm)	Max. Portata consigliata (M <sup>3</sup> /h)	
					Acqua pulita	Acqua sporca
F 560 A	6"	11	2"	47	15	10
F 560 D	6"	17,5	2"	72	20	17
F 560 D/3	6"	17,5	3"	72	30	17

PRESSIONE NOMINALE: 10 Bar

MESH: 80-120-140-200

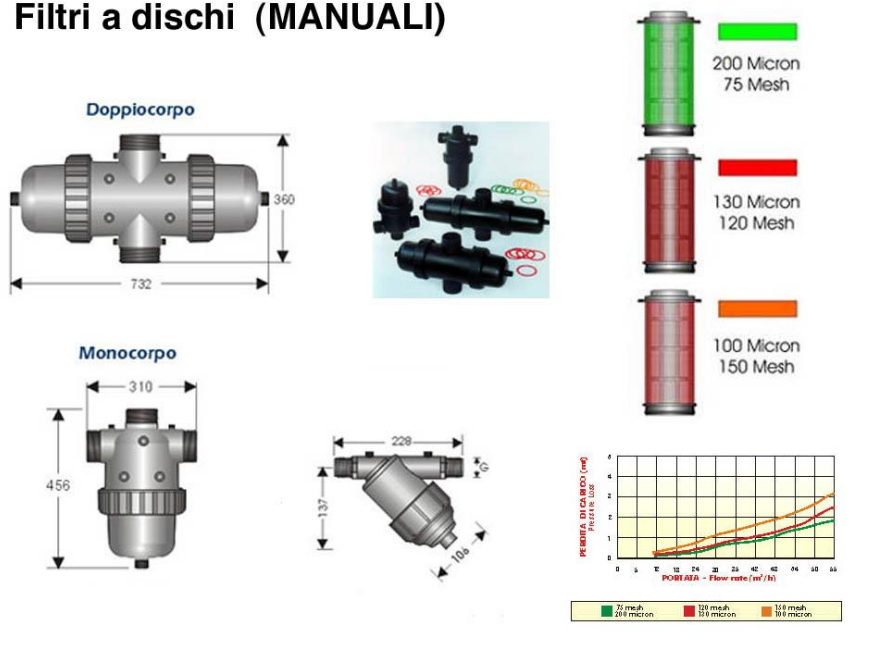


STRUTTURA DEL FILTRO A RETE

- 1 - Chiusura del filtro
- 2 - Coperchio
- 3 - Guarnizione di tenuta superiore
- 4 - Cartuccia filtrante esterna
- 5 - Cartuccia filtrante interna
- 6 - Niplo
- 7 - Guarnizione di tenuta inferiore
- 8 - Corpo del filtro in acciaio
- 9 - Valvola di drenaggio

# Filtri a dischi lamellari

## Filtri a dischi (MANUALI)



## FILTRI AUTOMATICI A DISCHI

(Batterie di filtri con centralina di controllo, pressostato differenziale ed elettrovalvole)



MODELLO	ATTACCHI in linea entrata/uscita Ø	Tipologia	PORTATA massima (m³/h)	Euro (Anno 2004)	
2"	Singolo	2"	Filettato M.	20	1950,00
2"	Singolo*	2"	Filettato M.	7	1950,00
2"	2 unità	DN 80 (3")	Flangiato PN10/16	40	3730,00
	3 unità	DN 100 (4")	Flangiato PN10/16	60	5650,00
	4 unità	DN 100 (4")	Flangiato PN10/16	80	8550,00
	5 unità	DN 100 (4")	Flangiato PN10/16	100	10500,00
3"	3 unità	DN 150 (6")	Flangiato PN10/16	90	10300,00
	4 unità	DN 150 (6")	Flangiato PN10/16	120	11800,00
	5 unità	DN 150 (6")	Flangiato PN10/16	150	13900,00

\* bassa portata

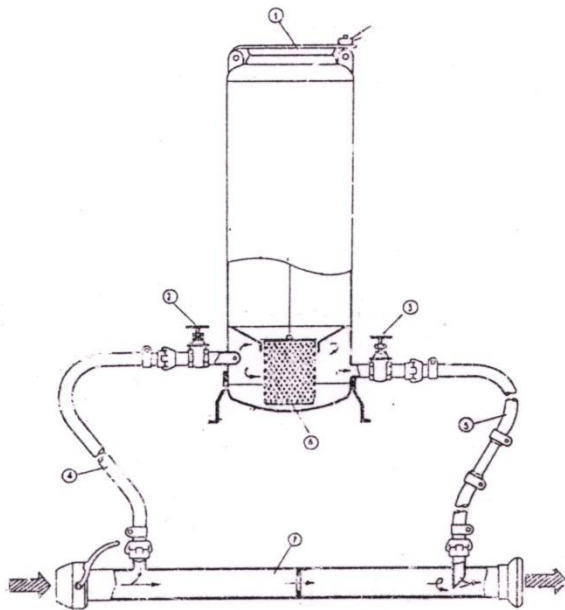


Modello	Attacchi collettore Ø	Portata consigliata m³/h	Euro (Anno 2004)
3 unità	DN 200 (8")	300	21600,00
4 unità	DN 250 (10")	400	27300,00
5 unità	DN 250 (10")	500	34100,00
6 unità	DN 300 (12")	600	40800,00
8 unità	DN 300 (12")	800	56500,00
9 unità	DN 300 (12")	900	62700,00
10 unità	DN 300 (12")	1000	69400,00
12 unità	DN 300 (12")	1200	81500,00

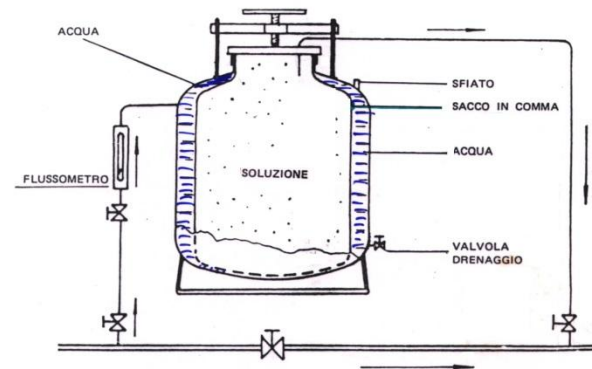
# Manutenzione dei filtri a sabbia

- **Lavaggi frequenti per evitare l'aggregazione ed il compattamento della sabbia (specie se l'acqua contiene ferro o manganese)**
- **Lavaggio e clorazione a fine stagione (per impedire la formazione di microrganismi)**
- **Svuotamento e asciugatura del serbatoio a fine stagione**
- **Controlli dei livelli di sabbia**

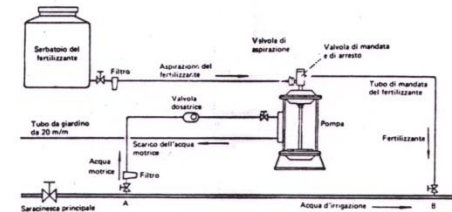
# Fertirrigatori/1



Fertirrigatore a pressione differenziale



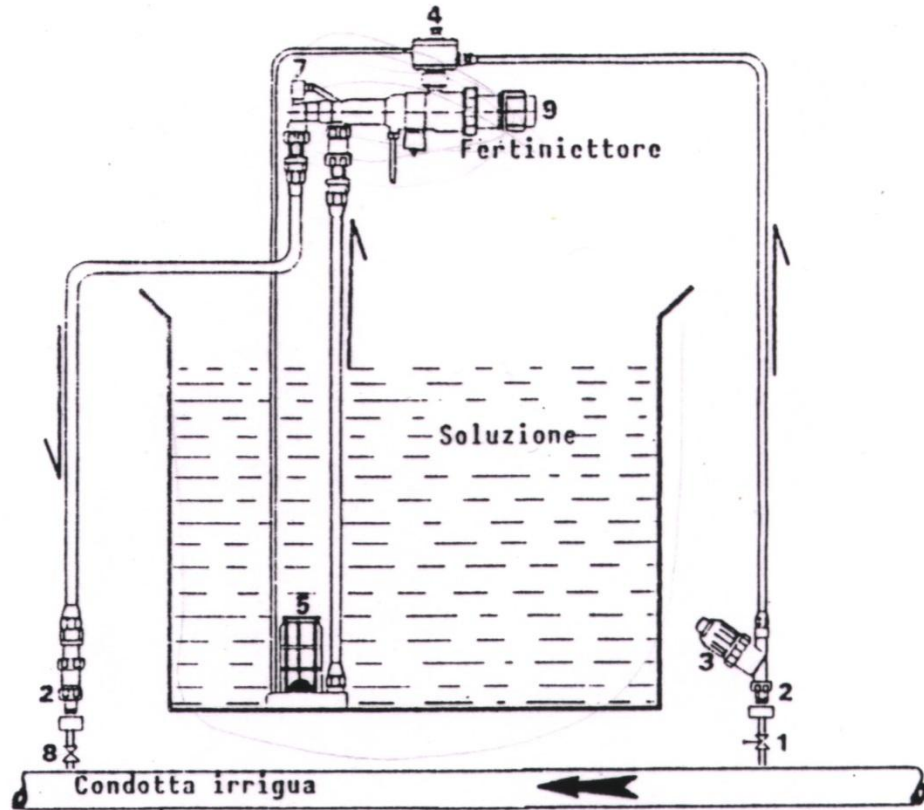
Fertirrigatore a sacco



Fertirrigatore a pompa iniettrice

# Fertirrigatori/2

- 1- Valvola acqua motrice
- 2- Raccordo
- 3- Filtro
- 4- Interruttore
- 5- Gruppo d'aspirazione
- 7- Valvola sfiato aria
- 8- Valvola iniezione
- 9- Acqua di scarico



Fertirrigatore a pompa iniettrice



# PROPOSIZIONI CONCLUSIVE <sup>1/2</sup>

## La microirrigazione:

- **consente di ottenere notevoli risparmi idrici, con gli stessi risultati produttivi (o migliori) degli altri metodi irrigui;**
- **è indicato anche per il riuso delle acque reflue e per l'uso di acque di non elevata qualità quali le acque salmastre;**
- **consente l'automazione del funzionamento degli impianti.**

# PROPOSIZIONI CONCLUSIVE <sup>2/2</sup>

## Richiede però:

- la scelta di erogatori di buona qualità;
- un'accurata filtrazione delle acque;
- una densità di punti di erogazione adeguata al sesto d'impianto;
- un corretto dimensionamento della rete;
- la scelta di un calendario irriguo adeguato al tipo di terreno ed alle esigenze della coltura;
- un controllo accurato dell'umidità del suolo.