

L'Irrigazione delle colture

Scopi dell'irrigazione

- Irrigazione umettante
- Irrigazione termica
- Irrigazione fertilizzante (fertirrigazione)
- Irrigazione antiparassitaria
- Irrigazione dilavante
- Irrigazione ammendante

Irrigazione umettante-rapporti acqua terreno:

Ripristinare la riserva idrica del suolo in modo da evitare l'insorgere di situazioni di stress idrico per le colture.

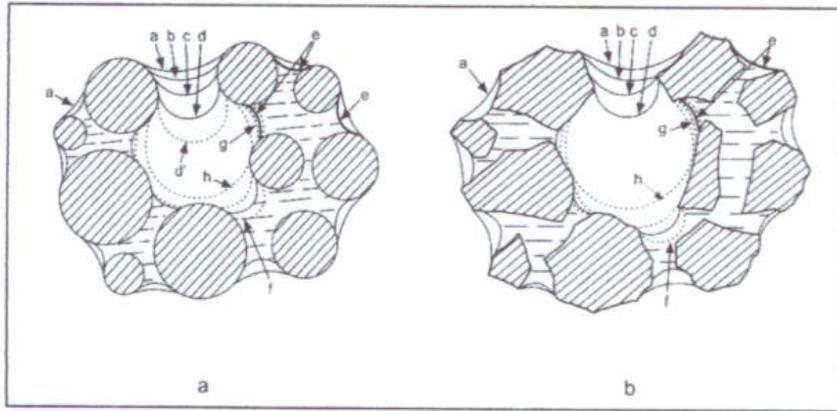


Figura 4.6. Spazio occupato dall'acqua tra particelle bagnabili di varia grandezza e con disposizione casuale. a) Particelle sferiche: a, b, c, d, posizioni successive dei menischi durante la riduzione della quantità di acqua (per d il diametro è uguale, in questa sezione, a quello del "collo" del poro; d' è la posizione successiva non compatibile); e è la posizione compatibile tra quelle successive; f è il menisco in condizione analoga a quella d; g, h posizioni dei menischi durante la reimmissione di acqua nel sistema (con h si costituisce un unico menisco per tutta la cavità centrale). b) Come in a) per particelle di forma qualsiasi.

L'acqua si immagazzina nei pori del terreno. In particolare i micropori riescono a trattenere l'acqua anche per periodi di tempo molto lunghi. La microporosità totale del terreno ci da quindi la misura della riserva idrica del suolo.

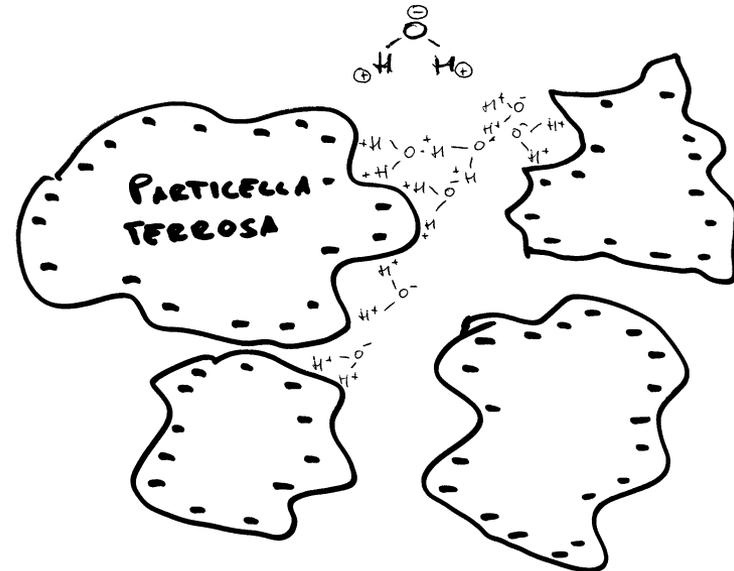
Rapporti acqua terreno:

La riserva idrica del suolo si origina dalle forze di ritenzione che la matrice solida del terreno esercita nei confronti delle molecole di acqua.

La ritenzione idrica è originata e determinata da due meccanismi dipendenti dalle caratteristiche matriciali del terreno:

- a) Imbibizione dei colloidali
- b) Capillarità

a) Imbibizione colloidali



Rapporti acqua terreno:

- b) Capillarità: prende origine dalle *forze di adesione* tra liquido e matrice solida del suolo (imbibizione dei colloidi) *e coesione* tra le singole molecole di acqua

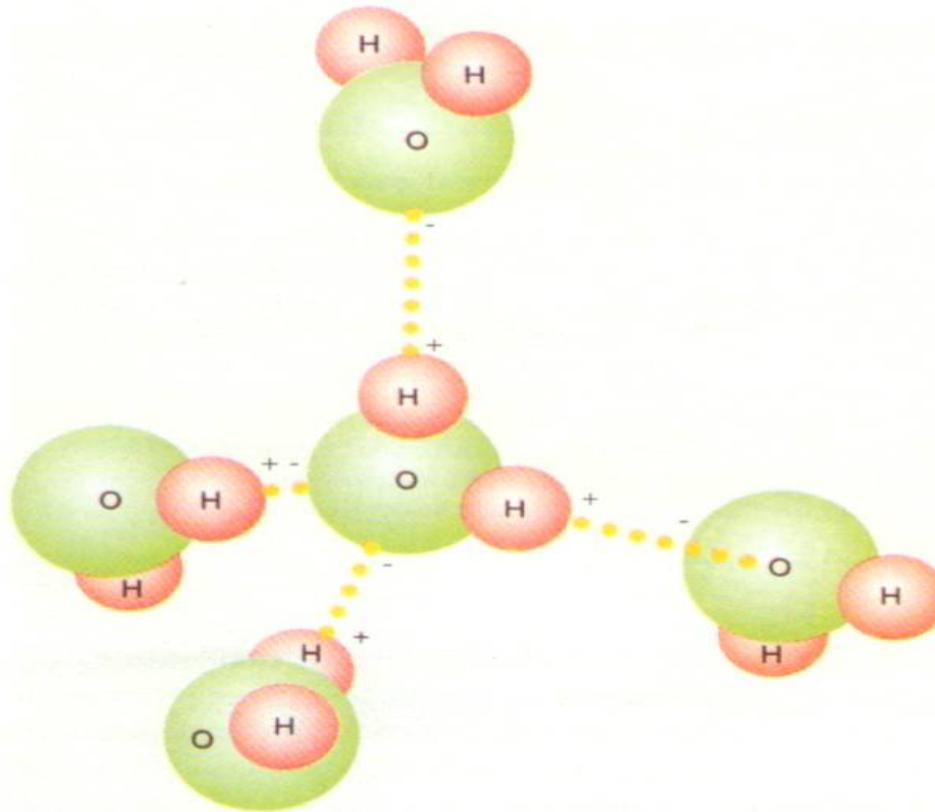


FIGURA 2.14 Ciascuna molecola può formare legami a idrogeno con quattro molecole di acqua vicine. I legami a idrogeno sono rappresentati da una linea tratteggiata.

Rapporti acqua terreno:

b) Capillarità: prende origine dalle *forze di adesione* tra liquido e matrice solida del suolo (imbibizione dei colloidali) *e coesione* tra le singole molecole di acqua

La forza di capillarità o la tensione capillare può essere calcolata mediante l'equazione di Laplace Young:

$$dP = 2g \cos a / r$$

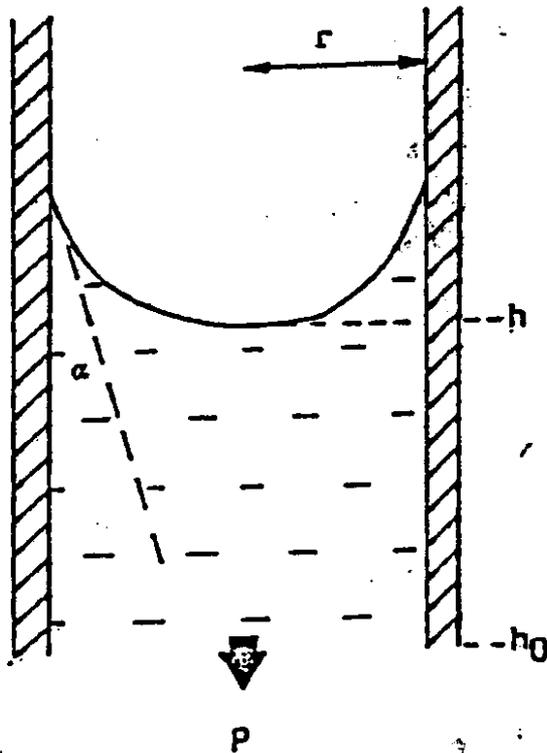
dove:

dP = tensione capillare (in Pa)

d = tensione superficiale (0,075 N/m)

a = angolo di contatto (0 tra acqua e suolo)

r = raggio del capillare

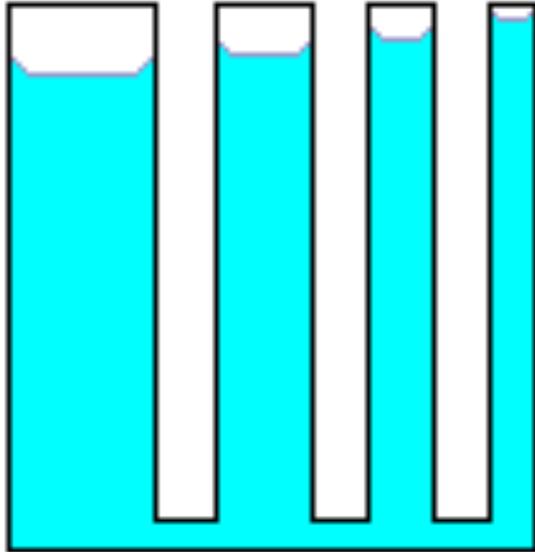


Per cui nel caso dell'interazione acqua-suolo

$$dP = 0,15/r$$

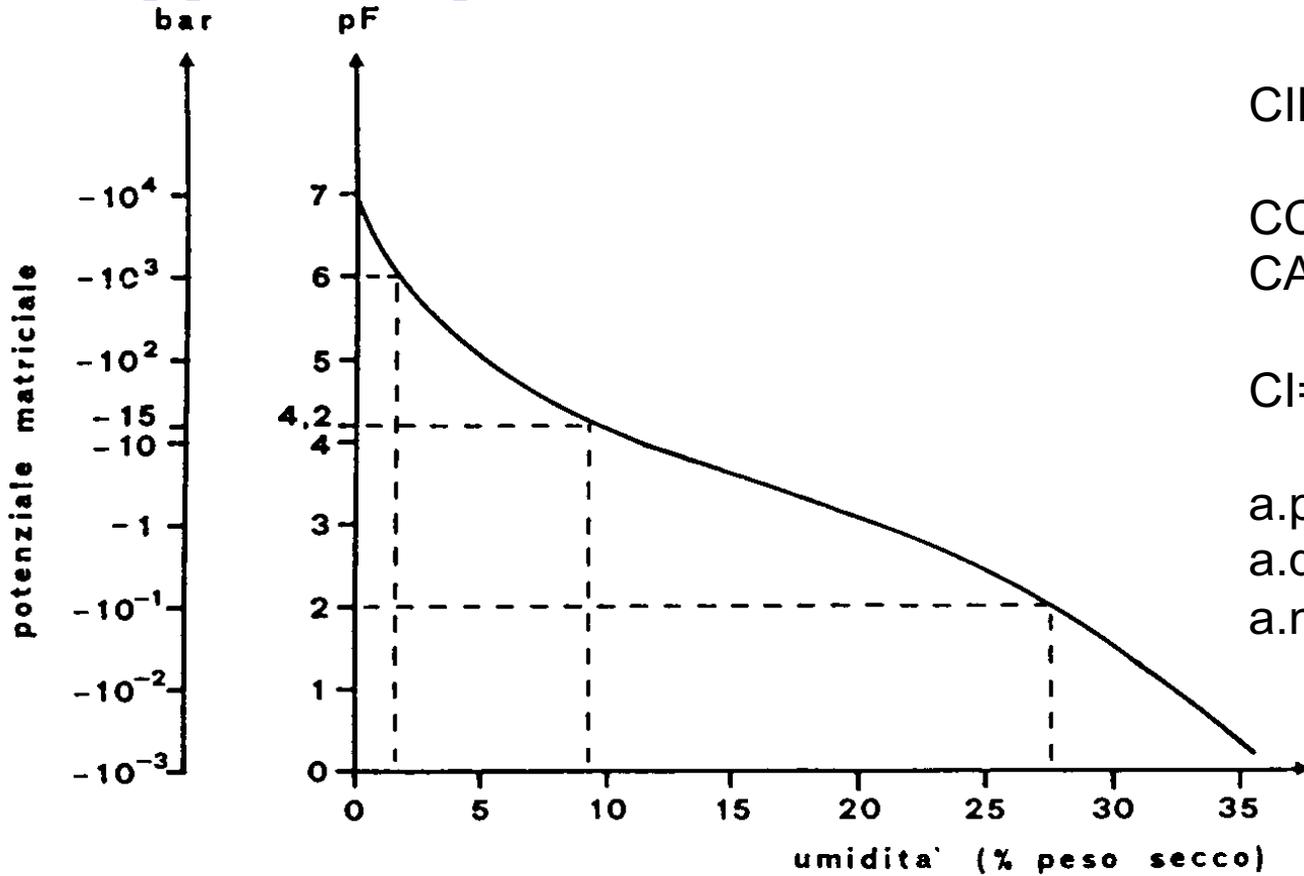
Rapporti acqua terreno:

b) Capillarità: prende origine dalle *forze di adesione* tra liquido e matrice solida del suolo (imbibizione dei colloidali) *e coesione* tra le singole molecole di acqua

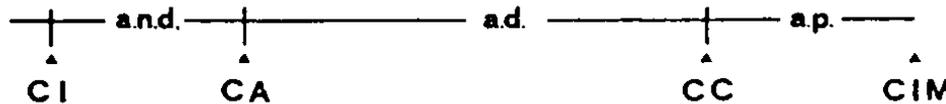


Mano mano che il contenuto idrico del terreno si riduce (a seguito per esempio delle asportazioni radicali) L'acqua si concentra via via nei pori a diametro inferiore e, quindi, **aumenta la tensione capillare, aumenta cioè la forza con cui l'acqua è trattenuta dal terreno e quindi aumenta anche il lavoro che le piante devono compiere per estrarla dal terreno.**

Rapporti acqua terreno: curva tensiometrica



CIM=capacità idrica
 massima
 CC=capacità di campo
 CA=coefficiente di
 appassimento
 CI=coefficiente
 igroscopico
 a.p.= acqua di percolazione
 a.d.= acqua disponibile
 a.n.d.=acqua non disponibile



Rapporti acqua terreno: curva tensiometrica

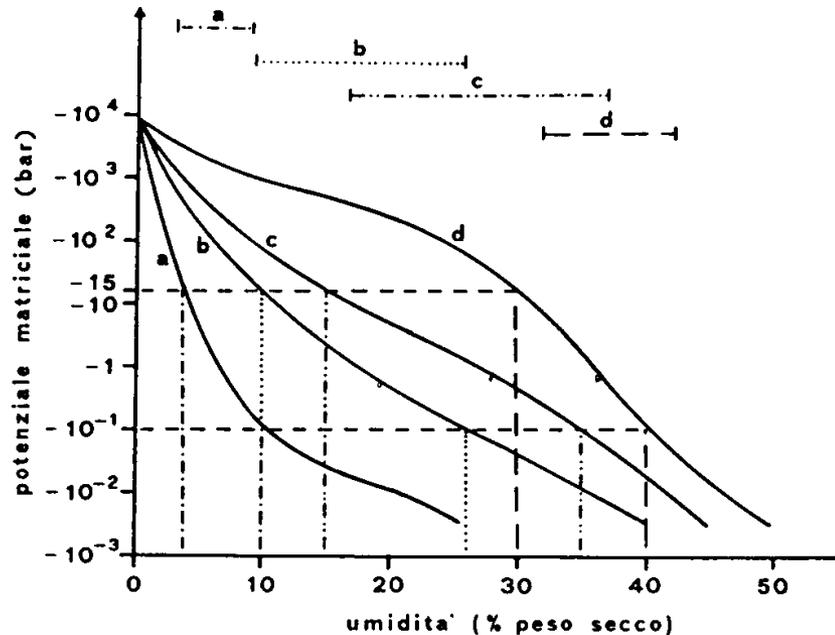


Fig. 10.3. — Curva di ritenzione idrica in terreni diversi: a) sabbioso, b) grana media; c) argilloso ben strutturato, d) argilloso mal strutturato. In alto sono indicati i relativi intervalli di acqua disponibile massima.

- La curva tensiometrica varia in funzione del tipo di terreno
- Due terreni con la stessa umidità possono mettere a disposizione della pianta diversi quantitativi di acqua
- Una semplice misura di umidità non è sufficiente per stabilire quando irrigare se non si conosce la curva tensiometrica
- Una certa quantità di acqua (ad es. 20%) può essere al di sopra della C.I.C. nei t. sabbiosi e al di sotto del C.A. in quelli argillosi m.s.

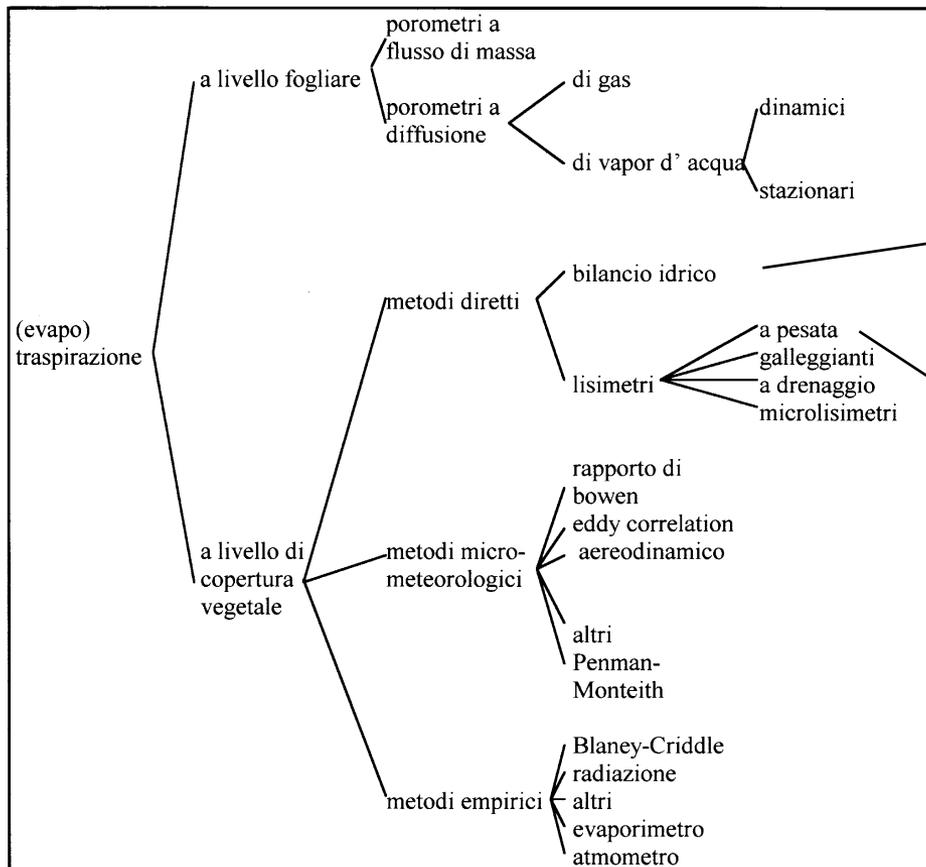
Tab. 10.1 — Valori orientativi (u. % del peso secco) di alcune caratteristiche idrologiche, per quattro tipi di terreno, e consistenza delle riserve idriche utilizzabili con terreno alla cc per 40 cm di profondità

terreno	CIM	CC	CA	a.d.	RU_m (m^3/ha)
molto sabbioso	25	10	4	6	384
medio impasto	40	26	10	16	864
argilloso, ben strutturato	45	35	15	20	960
argilloso astrutturato	50	40	30	10	480

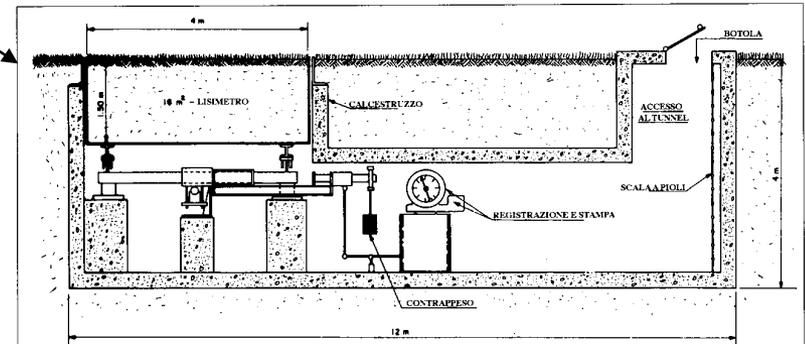
L'Irrigazione delle colture: Metodi di misura e di stima dell'evapotraspirazione

Evapotraspirazione: quantità di acqua persa per evaporazione dalla superficie del terreno e per traspirazione da parte della copertura vegetale

METODI DI MISURA O STIMA DELL' (EVAPO)TRASPIRAZIONE



$$ET = P + I - D - R + DU$$

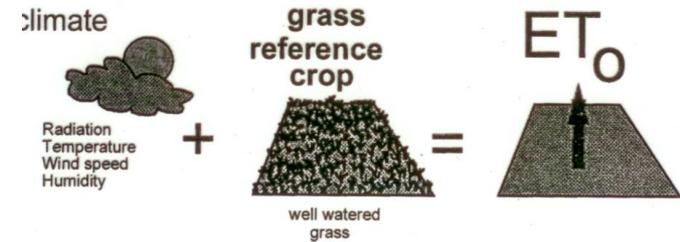


METODI EMPIRICI PER LA STIMA DELL' ET

EVAPOTRASPIRAZIONE DI RIFERIMENTO (ET₀)

Quantita' di acqua persa nell' unita' di tempo per evaporazione dal suolo e per traspirazione da parte di una **coltura di riferimento** coltivata su ampia superfice per evitare fenomeni di advezione, a taglia bassa ($h_c=8\div 15$ cm), in fase di attivo accrescimento, ricoprente completamente il terreno e **in condizioni di non limitante disponibilita' idrica**.

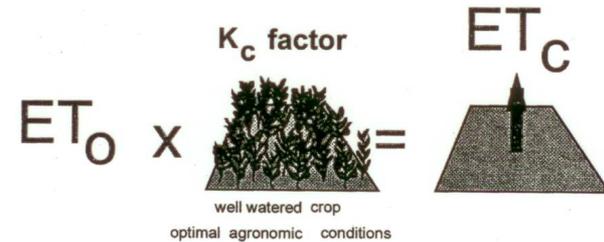
(nel caso dell' applicazione dell' eq. di **Penman-Monteith**, la coltura di riferimento si assume con un $LAI=2,88$ ed $h_c=12$ cm, per cui $r_c=6,4$ s m^{-1} , e $r_a=208/u_2$ s m^{-1}).



EVAPOTRASPIRAZIONE MASSIMA (ET_c)

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

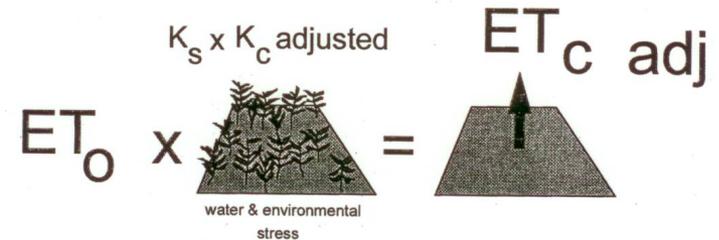
Quantita' di acqua persa per evapotraspirazione nell' unita' di tempo da parte di una **coltura ordinaria** in buono stato fitosanitario e in condizioni non limitanti di fertilita' e di rifornimento idrico.



EVAPOTRASPIRAZIONE EFFETTIVA (ET).

$$ET = ET_c \times K_d = ET_0 \times K_c \times K_d$$

Quantita' di acqua persa per evapotraspirazione nell' unita' di tempo da parte di una coltura coltivata con le **ordinarie tecniche agronomiche**.



Metodi di stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ETo):

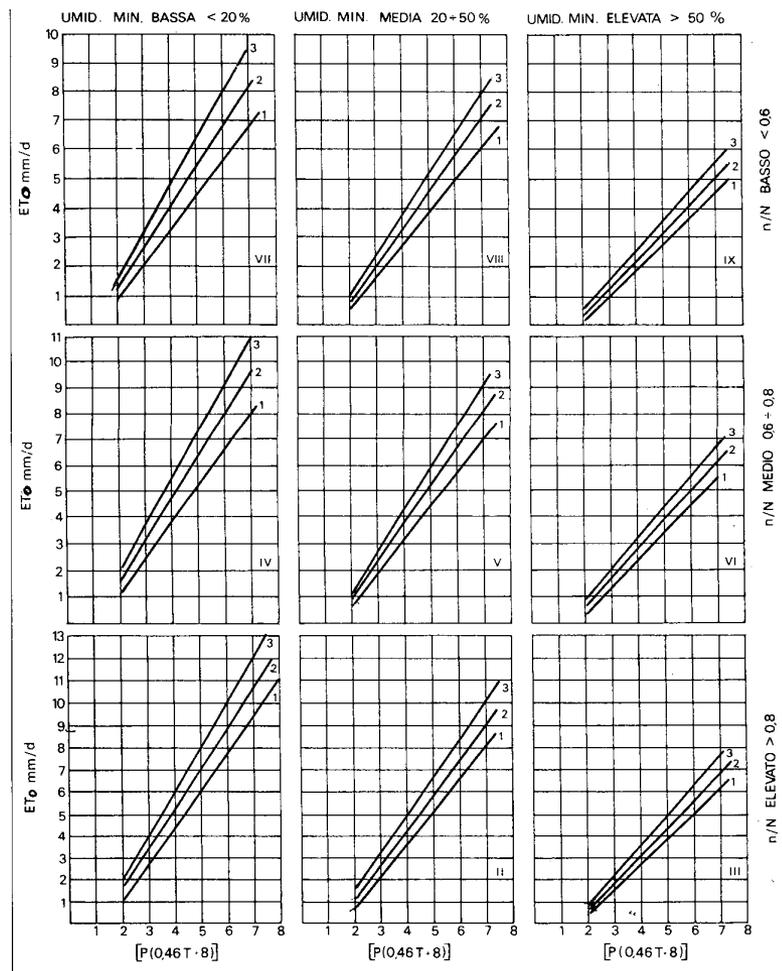
Metodi empirici: correlano, mediante algoritmi matematici, l'ETo ad uno o più fattori climatici

Metodo di Blaney Criddle:

$$ETo(\text{mm/d}) = c[p(0,46 \times T + 8)]$$

Latitudine NORD	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
60°	.15	.20	.26	.32	.38	.41	.40	.34	.28	.22	.17	.13
58	.16	.21	.26	.32	.37	.40	.39	.34	.28	.23	.18	.15
56	.17	.21	.26	.32	.36	.39	.38	.33	.28	.23	.18	.16
54	.18	.22	.26	.31	.36	.38	.37	.33	.28	.23	.19	.17
52	.19	.22	.27	.31	.35	.37	.36	.33	.28	.24	.20	.17
50	.19	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.20	.18
48	.20	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.21	.19
46	.20	.23	.27	.30	.34	.35	.34	.32	.28	.24	.21	.20
44	.21	.24	.27	.30	.33	.35	.34	.31	.28	.25	.22	.20
42	.21	.24	.27	.30	.33	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
40	.22	.24	.27	.30	.32	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
35	.23	.25	.27	.29	.31	.32	.32	.30	.28	.25	.23	.22
30	.24	.25	.27	.29	.31	.32	.31	.30	.28	.26	.24	.23
25	.24	.26	.27	.29	.30	.31	.31	.29	.28	.26	.25	.24
20	.25	.26	.27	.28	.29	.30	.30	.29	.28	.26	.25	.25
15	.26	.26	.27	.28	.29	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.25
10	.26	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.26
5	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.27	.27	.27
0	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27

Per la latitudine Sud spostare di sei mesi



Metodi di stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ET₀):

Equazione di Penman Monteith

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p (e_s - e_a)/r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s/r_a)}$$

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p (e_s - e_a)/r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s/r_a)}$$

$$\Delta + \gamma(1 + r_s/r_a)$$

R_n = radiazione netta

G = flusso di calore del suolo

$e_s - e_a$ = VPD dell'aria

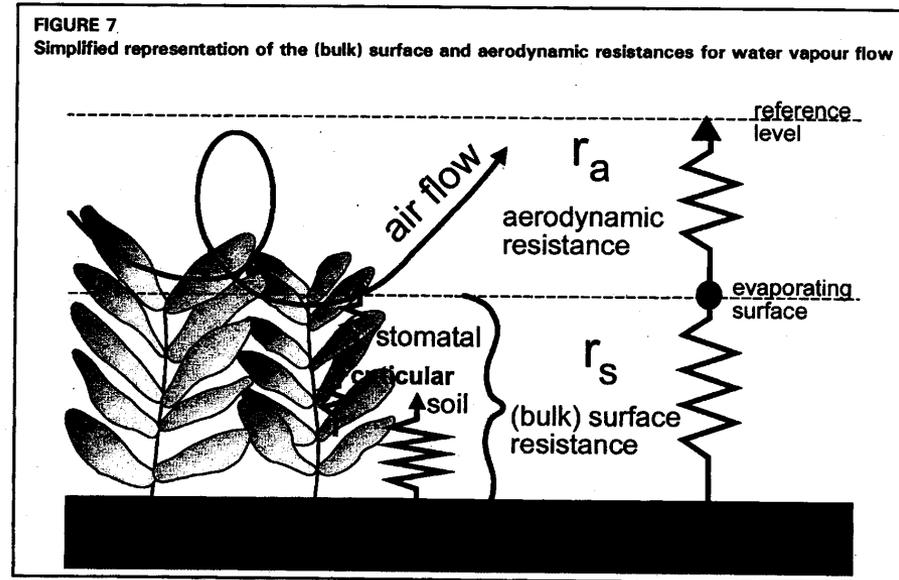
ρ_a = densità dell'aria a pressione costante

c_p = calore specifico dell'aria

Δ = pendenza della curva di saturazione VP/T

γ = costante psicrometrica

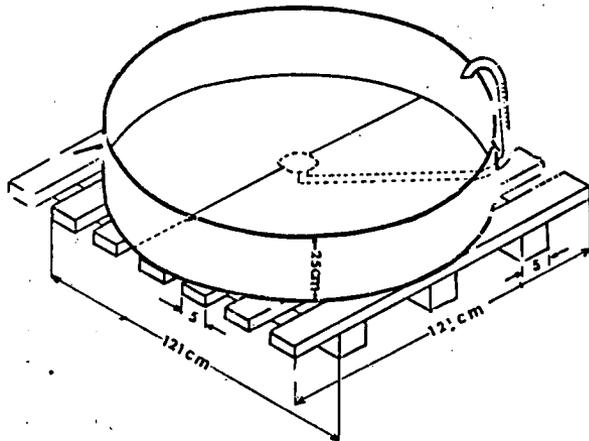
r_s e r_a = resistenza coltura e aerodinamica



Metodi di stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ET_o):

Evaporimetro di classe A

$$ET_o = E_v \times K_a$$



EVAPORIMETRO DI "CLASSE A" UBICATO SU PRATO				
Ventosità (km/d)	Distanza dell'evaporimetro dai bordi del prato (m)	Umidità media %		
		Bassa <40	Media 40-70	Alta 70>
Debole <175	1	.55	.65	.75
	10	.65	.75	.85
	100	.7	.8	.85
	1000	.75	.85	.85
Moderata 175-425	1	.5	.6	.65
	10	.6	.7	.75
	100	.65	.75	.8
	1000	.7	.8	.8
Forte 425-700	1	.45	.5	.6
	10	.55	.6	.65
	100	.6	.65	.7
	1000	.65	.7	.75
Molto forte >700	1	.4	.45	.5
	10	.45	.55	.6
	100	.5	.6	.65
	1000	.55	.6	.65

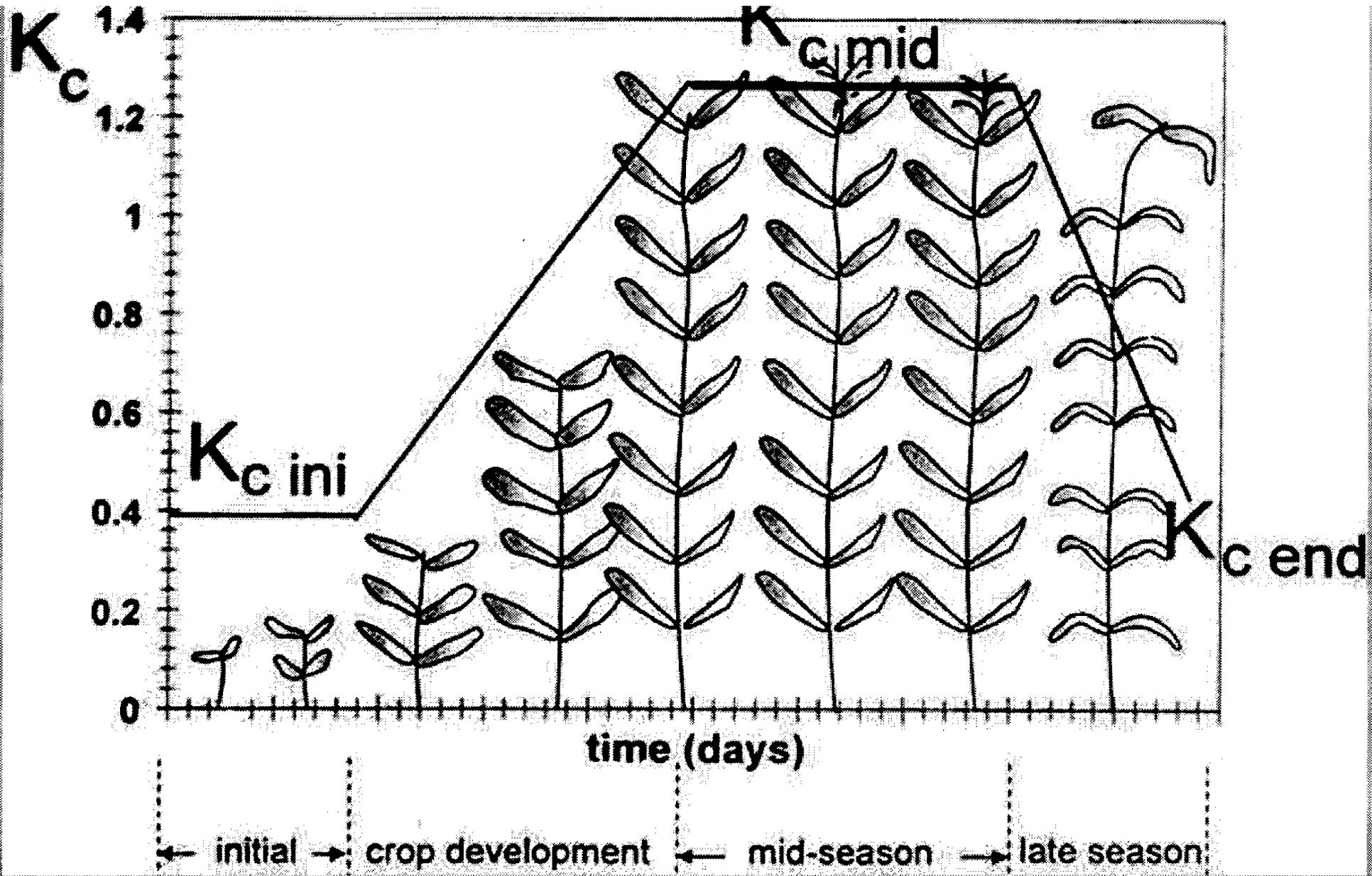
EVAPORIMETRO DI "CLASSE A" UBICATO SU AREA NON INERBITA E SECCA				
Ventosità (km/d)	Distanza dell'evaporimetro dai bordi dell'area non inerbita e secca (m)	Umidità media %		
		Bassa <40	Media 40-70	Alta 70>
Debole <175	1	.7	.8	.85
	10	.6	.7	.8
	100	.55	.65	.75
	1000	.5	.6	.7
Moderata 175-425	1	.65	.75	.8
	10	.55	.65	.7
	100	.5	.6	.65
	1000	.45	.55	.6
Forte 425-700	1	.6	.65	.7
	10	.5	.55	.65
	100	.45	.5	.6
	1000	.4	.45	.55
Molto forte >700	1	.5	.6	.65
	10	.45	.5	.55
	100	.4	.45	.5
	1000	.35	.4	.45

Atmometro



Metodi di stima dell'evapotraspirazione massima della coltura:

$ET_c = ET_o \times K_c$ (K_c = coefficiente colturale)



Metodi di stima dell'evapotraspirazione massima della coltura:

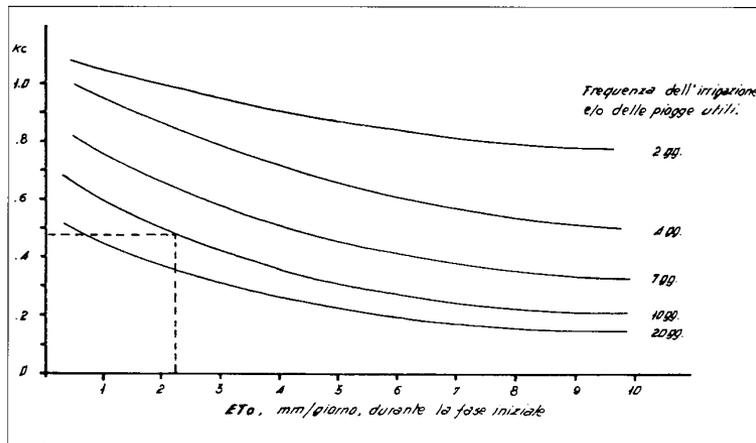
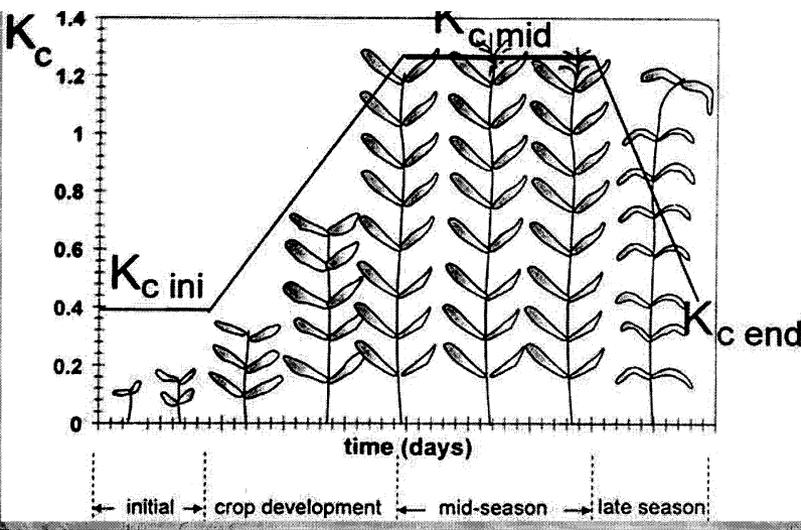
$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (K_c = \text{coefficiente colturale})$$


Fig. 29: Il valore medio di K_c per la fase iniziale dello sviluppo della coltura è correlato al livello di ET_o , alla frequenza dell'adacquamento e/o di pioggia utile. Fonte: J. Doorenbos e W.D. Pruitt.

COLTURE	Umidità %	U. min. > 70%		U. min. < 20%		
	Vento $m\ s^{-1}$	0-5	5-8	0-5	5-8	
<i>Fasi vegetative</i>						
Per tutte le colture	Iniziale	1	Usare la fig. 5.8 per interpolazione			
	Crescita	2				
Carciofo	Intermedia	3	.95	.95	1.0	1.05
	Finale	4	.9	.9	.95	1.0
Carota		3	1.0	1.05	1.1	1.15
		4	.7	.75	.8	.85
Cetriolo		3	.9	.9	.95	1.0
		4	.7	.7	.75	.8
Cipolla (secca)		3	1.05	1.1	1.15	1.2
		4	.25	.25	.2	.2
Cipolla (verde)		3	.95	.95	1.05	1.1
		4	.75	.75	.8	.85
Crucifere (cavolo, cavolfiore, ecc.)		3	.95	1.0	1.05	1.1
		4	.8	.85	.9	.95
Fava (fresca)		3	.95	.95	1.0	1.05
		4	.85	.85	.9	.9
Lattuga		3	.95	.95	1.0	1.05
		4	.9	.9	.9	1.0
Melanzana		3	.95	1.0	1.05	1.1
		4	.8	.85	.85	.9
Melone		3	.95	.95	1.0	1.05
		4	.65	.65	.75	.75
Patata		3	1.05	1.1	1.15	1.2
		4	.7	.7	.75	.75
Peperone		3	.95	1.0	1.05	1.1
		4	.8	.85	.85	.9
Pomodoro		3	1.05	1.1	1.2	1.25
		4	.6	.6	.65	.65
Ravanello		3	.8	.8	.85	.9
		4	.75	.75	.8	.85
Sedano		3	1.0	1.05	1.1	1.15
		4	.9	.95	1.0	1.05
Spinacio		3	.95	.95	1.0	1.05
		4	.9	.9	.95	1.0
Zucchino		3	.9	.9	.95	1.0
		4	.7	.7	.75	.8

Tab. 13: Coefficienti colturali (K_c) per alcune delle principali colture ortive, per differenti stadi di sviluppo e per condizioni climatiche prevalenti. Fonte: J. Doorenbos e W.D. Pruitt.

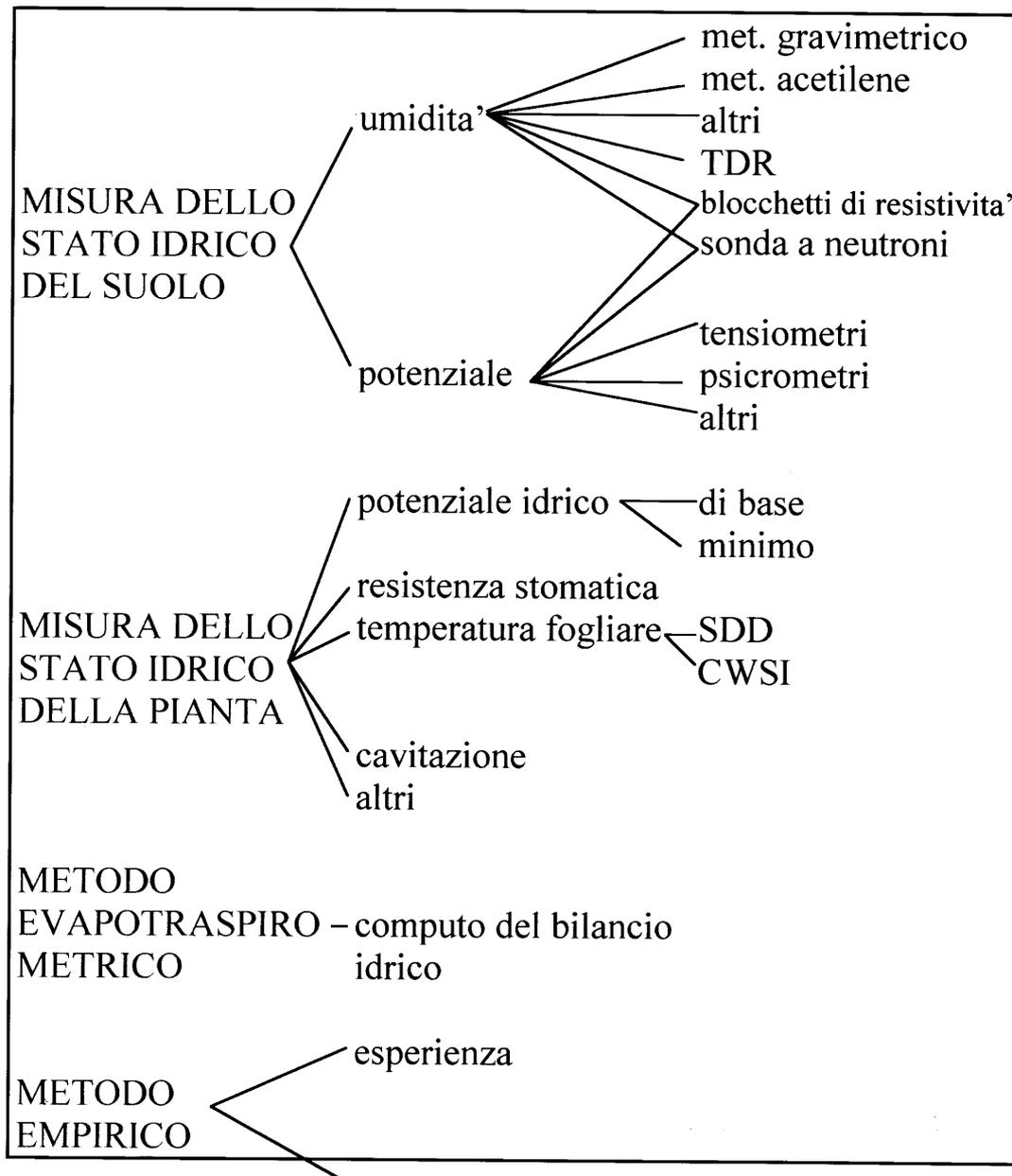
Determinazione del momento dell'intervento irriguo

Si dovrebbe intervenire con l'irrigazione ogni qualvolta lo stato idrico del volume di suolo interessato dagli apparati radicali scende al di sotto di un limite critico per la pianta, cioè quando si esaurisce l'acqua facilmente disponibile o utilizzabile dalla coltura.

Ritardare l'adacquata significa sottoporre la coltura ad uno stress idrico e perdere
Quindi una parte del beneficio conseguibile con l'irrigazione

Anticipare l'adacquata quando il terreno è ancora sufficientemente provvisto di
Acqua comporta perlomeno un aggravio ingiustificato dei costi di produzione.

Determinazione del momento dell'intervento irriguo



Determinazione del momento dell'intervento irriguo mediante la misura dello stato idrico del suolo:

si interviene con l'irrigazione quando l'umidità o il potenziale idrico del terreno si approssima al limite inferiore della riserva idrica facilmente utilizzabile.

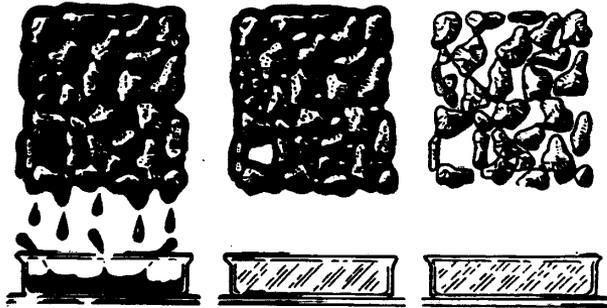


Fig. 7.1 - L'acqua nel terreno. Da sinistra: terreno saturo; terreno alla «capacità di campo»; terreno al punto di appassimento.

Limite di intervento irriguo per alcune colture (percentuale di acqua disponibile che il terreno può perdere prima di intervenire con l'irrigazione. (da CESTAAT)

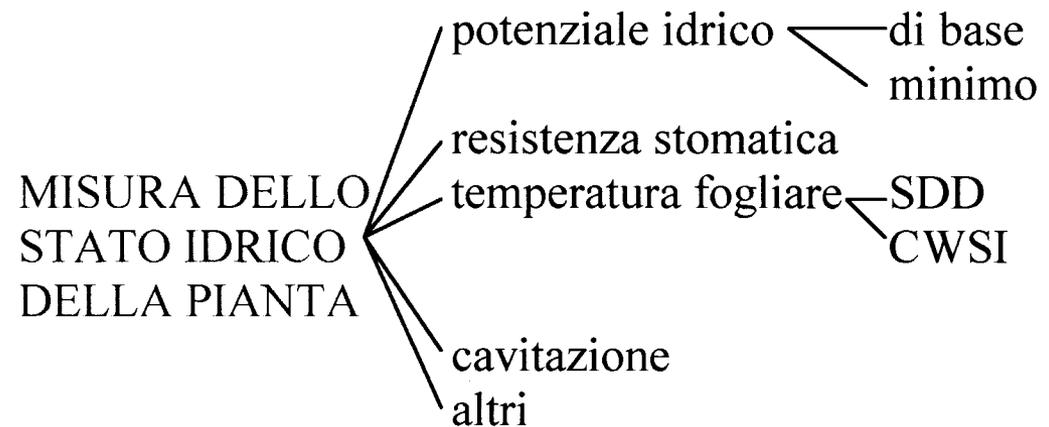
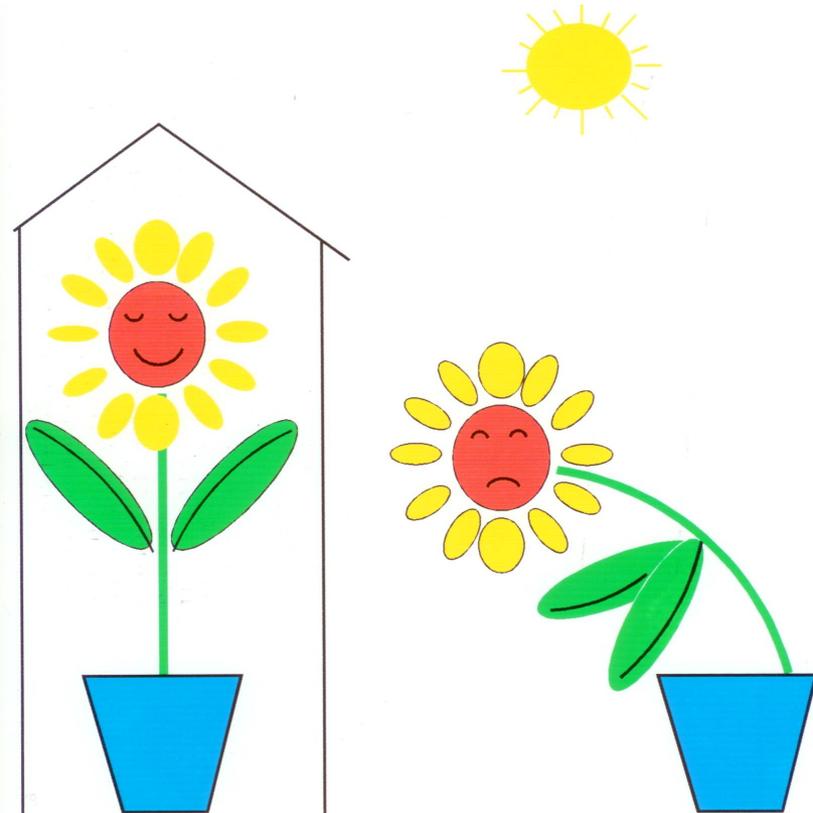
COLTURE	limite per l'intervento irriguo (% di a.d.)
Pomodoro	40
Peperone	25
Melanzana	30
Cavolo	45
Spinacio	20
Fagiolo	45
Carota	35
Sedano	20
Cetriolo	50
Lattuga	30
Melone e Anguria	50
Cipolla	25
Pisello	40
Patata	30
Carciofo	40
Fragola	15
Barbabietola da zucchero	60
Mais	55
Sorgo	60
Girasole	50
Tabacco	60
Soia	55
Vite	45
Olivo	65
Agrumi	40
Pesco	40

Tab. 10.1 — Valori orientativi (u. % del peso secco) di alcune caratteristiche idrologiche, per quattro tipi di terreno, e consistenza delle riserve idriche utilizzabili con terreno alla cc per 40 cm di profondità

terreno	CIM	CC	CA	a.d.	RU ₄₀ (m ³ /ha)
molto sabbioso	25	10	4	6	384
medio impasto	40	26	10	16	864
argilloso, ben strutturato	45	35	15	20	960
argilloso astrutturato	50	40	30	10	480

Determinazione del momento dell'intervento irriguo mediante la misura dello stato idrico della pianta:

si interviene con l'irrigazione quando la coltura manifesta sintomi di stress idrico.



Determinazione del momento dell'intervento irriguo mediante il computo del bilancio idrico del suolo (metodo evapotraspirometrico):

si interviene con l'irrigazione quando l'evapotraspirazione della coltura, al netto degli apporti idrici naturali, ha esaurito la riserva idrica facilmente utilizzabile del suolo.

$$\Sigma ET - An_u = RFU$$

- **Stima della riserva idrica facilmente utilizzabile (RFU)**

- percentuale di acqua disponibile che il terreno puo' perdere prima che la coltura manifesti sintomi di stress (% a.d.);
- profondita' di sviluppo delle radici della coltura (h);
- natura del terreno (costanti idrologiche, C.I.C.;P.A.);

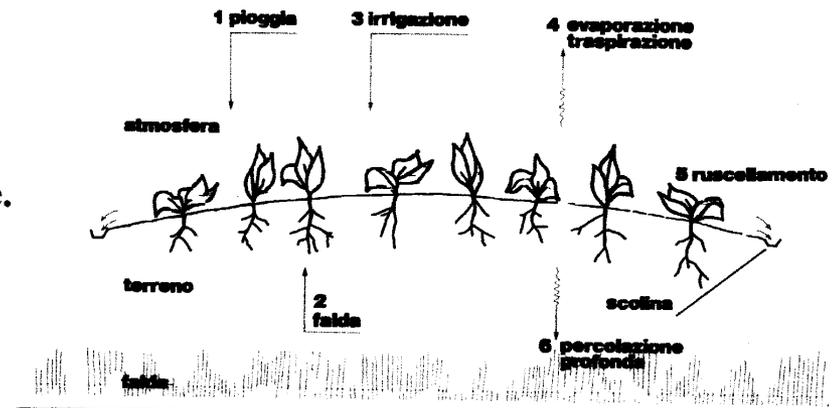
$$RFU = 10000 h \varnothing \text{ a.d. (C.I.C.-P.A.)}$$

- **Stima dell' evapotraspirazione (ET).**

- calcolo dell' ETo;
- calcolo dell' ETc ($ETc = ETo \times Kc$);
- eventualmente calcolo dell' ET ($ET = ETc \times Kd$).

- **Stima degli apporti idrici naturali al netto delle perdite.**

- piogge utili
- apporti da falda.



Determinazione del momento dell'intervento irriguo mediante il computo del bilancio idrico del suolo (metodo evapotraspirometrico):

si interviene con l'irrigazione quando l'evapotraspirazione della coltura, al netto degli apporti idrici naturali, ha esaurito la riserva idrica facilmente utilizzabile del suolo.

DETERMINAZIONE DEL MOMENTO DI INTERVENTO IRRIGUO MEDIANTE IL METODO EVAPOTRASPIROMETRICO									
l'esempio si riferisce ad una coltura di mais in fase di accrescimento, coltivato su terreno di medio impasto ed irrigato per aspersione (Ep=0,8).									
data	EV	Kc	ETc gior	Pioggia	P. Utile	Som. ETc	RFU	Vs	note
	mm/d		mm/d	mm/d	mm/d	mm	mm	m3/ha	
27-giu	7.7	0.8	6.16			6.16	40.095	77	RFU=55% a.d.
28-giu	4.7	0.8	3.76			9.92		124	prof. radici=0,45 m
29-giu	7.9	0.8	6.32			16.24		203	
30-giu	7.4	0.8	5.92			22.16		277	
01-lug	6.6	0.8	5.28	20	9.5	17.94		224,3	
02-lug	6.6	0.8	5.28			23.22		290,3	
03-lug	6.8	0.8	5.44			28.66		358,3	
04-lug	5.8	0.8	4.64			33.3		416,3	
05-lug	5.8	0.8	4.64			37.94		474,3	
06-lug	5.9	0.8	4.72			42.66		533,3	irrigazione
07-lug	6	0.8	4.8	6	-	4.8		60	
08-lug	6.1	1.05	6.405			11.205	62,37	140.1	max sviluppo
09-lug	5.8	1.05	6.09			17.295		216.2	prof. radici=0,7 m
10-lug	6	1.05	6.3			23.595		294.9	
11-lug	5.6	1.05	5.88			29.475		368.4	
12-lug	5.4	1.05	5.67	22	11.4	23.745		296.8	
13-lug	6	1.05	6.3			30.045		375.6	
14-lug	6.1	1.05	6.405			36.45		455.6	
15-lug	6.2	1.05	6.51			42.96		537	
16-lug	5.4	1.05	5.67			48.63		607.9	
17-lug	6.5	1.05	6.825			55.455		693.2	
18-lug	6	1.1	6.6			62.055		775.7	irrigazione
19-lug	5.8	1.1	6.38			6.38		79.75	
20-lug	7	1.1	7.7			14.08		176	
21-lug	6.5	1.1	7.15			21.23		265.4	
22-lug	6	1.1	6.6			27.83		347.9	
23-lug	6.6	1.1	7.26			35.09		438.6	
24-lug	6.6	1.1	7.26			42.35		529.4	
25-lug	6.8	1.1	7.48			49.83		622.9	
26-lug	7.1	1.1	7.81			57.64		720.5	
27-lug									
28-lug									
29-lug									
30-lug									

ELEMENTI DI INCERTEZZA NEL COMPUTO DEL BILANCIO IDRICO

- Stima dell' evapotraspirazione
- Stima della profondita' radicale
- Eventuali apporti idrici da falda

VANTAGGI DEL METODO EVAPOTRASPIROMETRICO

- Non richiede strumenti di misura costosi.
- Permette di prevedere l' irrigazione con qualche giorno di anticipo (agevolando la gestione a livello aziendale).
- Determina sia il momento che il volume specifico dell' adacquata.
- Sono disponibili in commercio numerosi software di programmazione irrigua basati su questo metodo, sia a livello aziendale che di comprensorio.

L'Irrigazione delle colture: metodi irrigui

- **Sommersione**

su tutta la superficie

- **Scorrimento**

inalveato (a solchi)

} **Met. Gravimetrici**

- **Aspersione**

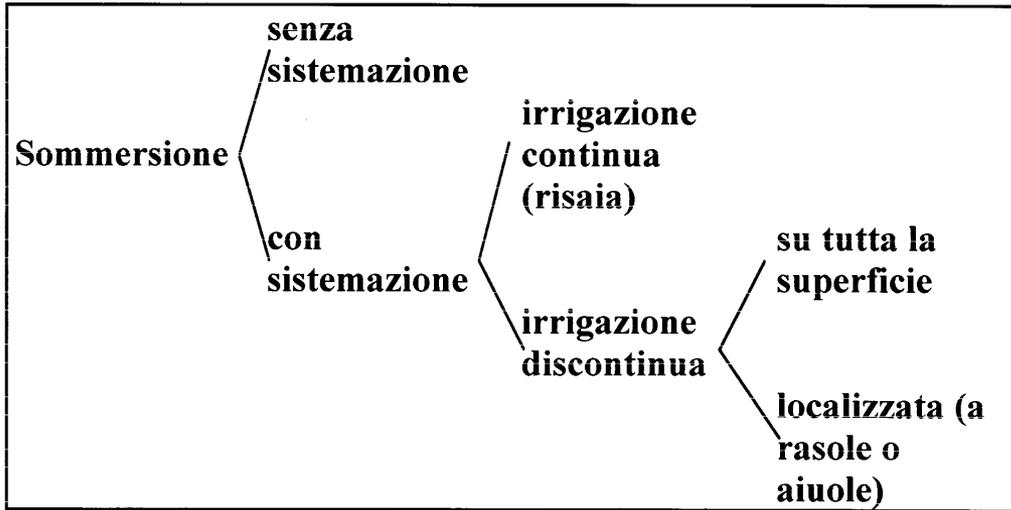
- **A microportata di erogazione**

- **Sub irrigazione**



IRRIGAZIONE PER SOMMERSIONE

Il terreno viene ricoperto da uno strato di acqua piu' o meno spesso ed in modo piu' o meno duraturo; l' acqua penetra continuamente nel suolo con moto verticale.



- **Richiede lavori di sistemazione (livellamento e scomparti)**

limitano l' ampiezza dello scomparto (da 2 ha a 2000 m²):

- eccessiva permeabilita'
- pendenza eccessiva (max 2%)
- ventosita' (formazione di onde)
- insufficiente corpo d' acqua.

- **Richiede corpi d' acqua elevati (circa 100 l/s)**

- **Richiede volumi stagionali elevati (da 15000 a 50000 m³ha⁻¹)**

- **Efficienza del metodo bassa ($E_p < 10\%$)**

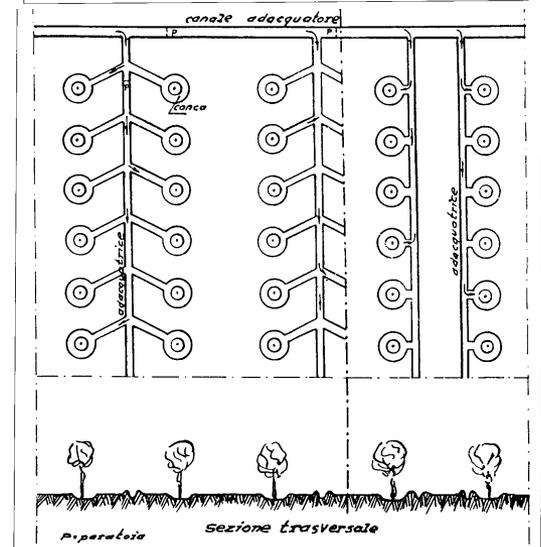
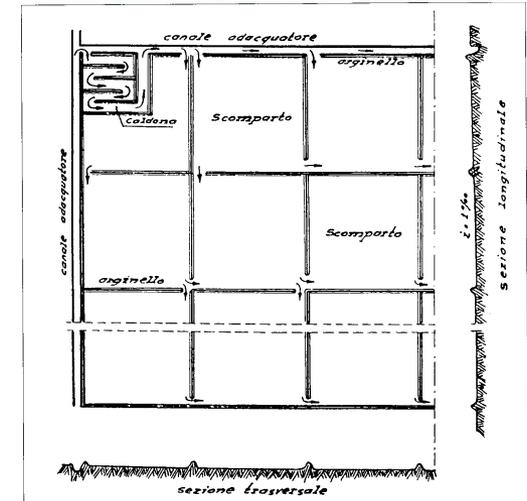


Fig. 35: Schema di irrigazione per sommersione a conche.

IRRIGAZIONE PER SCORRIMENTO

Una lama d' acqua (di 3÷5 cm di altezza) scorre sulla superficie di una parcella dotata di una adeguata pendenza al fine di ottenere in ogni punto l' infiltrazione di una altezza di acqua corrispondente al previsto volume specifico di adacquamento. L' acqua segue pertanto sia un moto orizzontale parallelo alla superficie che verticale di penetrazione nel suolo.

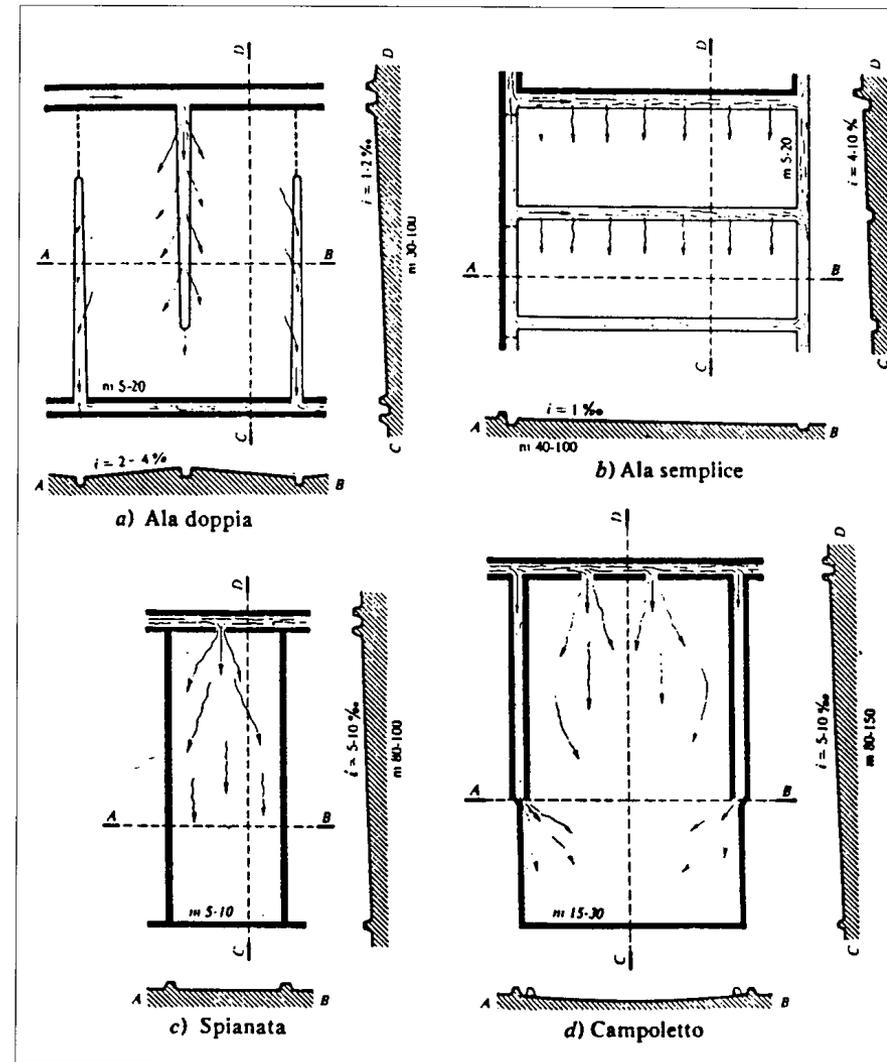
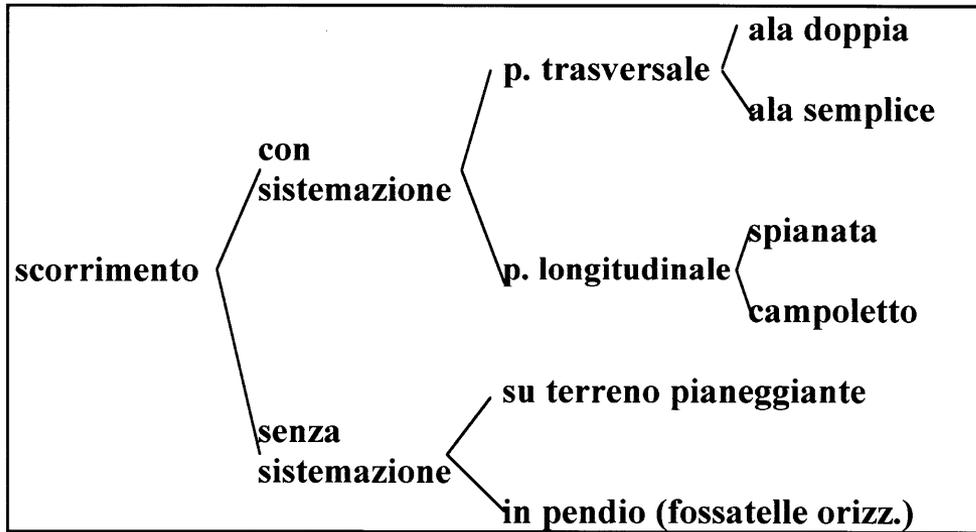


Fig. 36: Alcune sistemazioni adottate per l'I.Sc.

INFILTRAZIONE LATERALE DA SOLCHI

L'acqua viene immessa in solchi di appropriate dimensioni e fittezza e arriva alle radici delle piante sia con movimento verticale di penetrazione nel terreno che con moto laterale attraverso le pareti dei solchi.

Quando è utilizzabile

1. Con pendenze del terreno lievi e uniformi ($<4\div5\%$)
2. Su terreni tendenzialmente argillosi
3. Con acque dolci
4. Con corpi d' acqua relativamente elevati
5. Con lunghezze dei solchi non inferiori ai 100 m

Accorgimenti

1. Uso di modesti corpi d' acqua per solco
2. Automatizzare l' immissione dell' acqua nei solchi (sifoncin tubi sfenestrati ecc.)
3. Solchi lunghi il più possibile
4. Assicurare lo smaltimento delle acque di colatura terminale

Vantaggi

1. Costo iniziale modesto per l' acquisto dell' impianto
2. Costo energetico basso (non è richiesta acqua in pressione)
3. Lascia il terreno libero da intralci

Svantaggi

1. Efficienza relativamente bassa ($40\div60\%$)
2. Non si presta per colture che richiedono ridotti volumi d' adacquamento e turni brevi
3. Non consente di controllare il volume d' adacquamento
4. Per rendere il metodo efficiente sono necessari alti volumi d' adacquamento ($800\div1200\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) e portate elevate ($50\div200\text{ l/s}$)

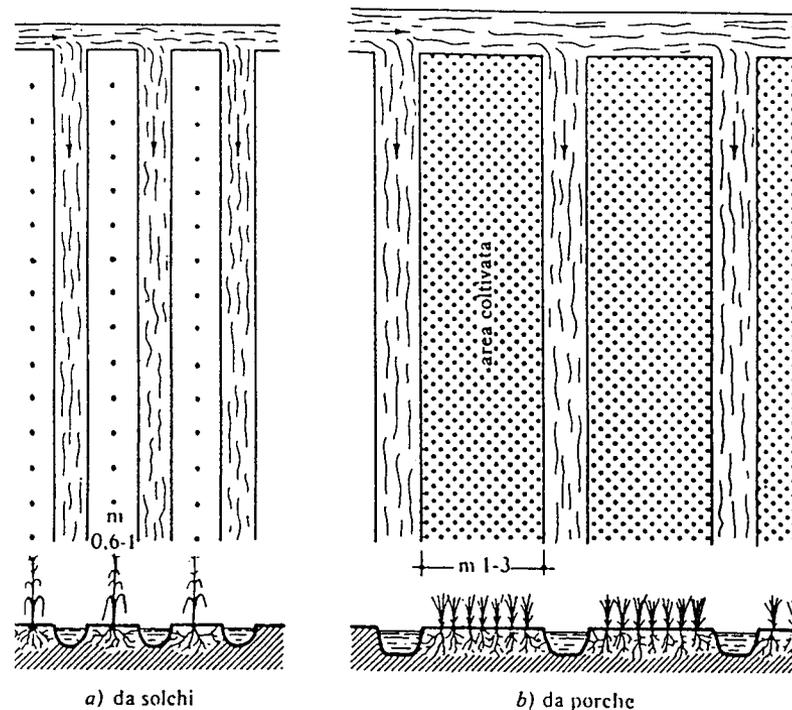


Fig. 37: Sistemazione del suolo per l'irrigazione e scorrimento in alveato in solchi.

INFILTRAZIONE LATERALE DA SOLCHI

L'acqua viene immessa in solchi di appropriate dimensioni e fittezza e arriva alle radici delle piante sia con movimento verticale di penetrazione nel terreno che con moto laterale attraverso le pareti dei solchi.

Quando è utilizzabile

1. Con pendenze del terreno lievi e uniformi ($<4\div5\text{‰}$)
2. Su terreni tendenzialmente argillosi
3. Con acque dolci
4. Con corpi d' acqua relativamente elevati
5. Con lunghezze dei solchi non inferiori ai 100 m

Accorgimenti

1. Uso di modesti corpi d' acqua per solco
2. Automatizzare l' immissione dell' acqua nei solchi (sifoncin tubi sfenestrati ecc.)
3. Solchi lunghi il più possibile
4. Assicurare lo smaltimento delle acque di colatura terminale

Vantaggi

1. Costo iniziale modesto per l' acquisto dell' impianto
2. Costo energetico basso (non è richiesta acqua in pressione)
3. Lascia il terreno libero da intralci

Svantaggi

1. Efficienza relativamente bassa ($40\div60\%$)
2. Non si presta per colture che richiedono ridotti volumi d' adacquamento e turni brevi
3. Non consente di controllare il volume d' adacquamento
4. Per rendere il metodo efficiente sono necessari alti volumi d' adacquamento ($800\div1200\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) e portate elevate ($50\div200\text{ l/s}$)

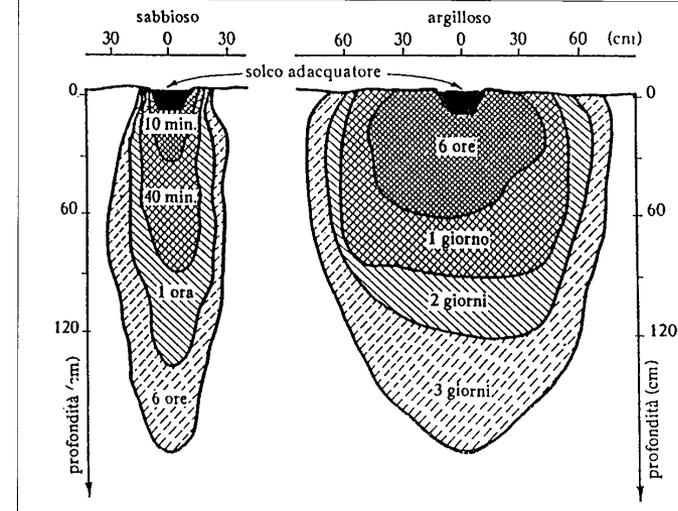


Fig. 39: Diverso umettamento del terreno, col variare della tessitura, p infiltrazione da solchi (esemplificazione).

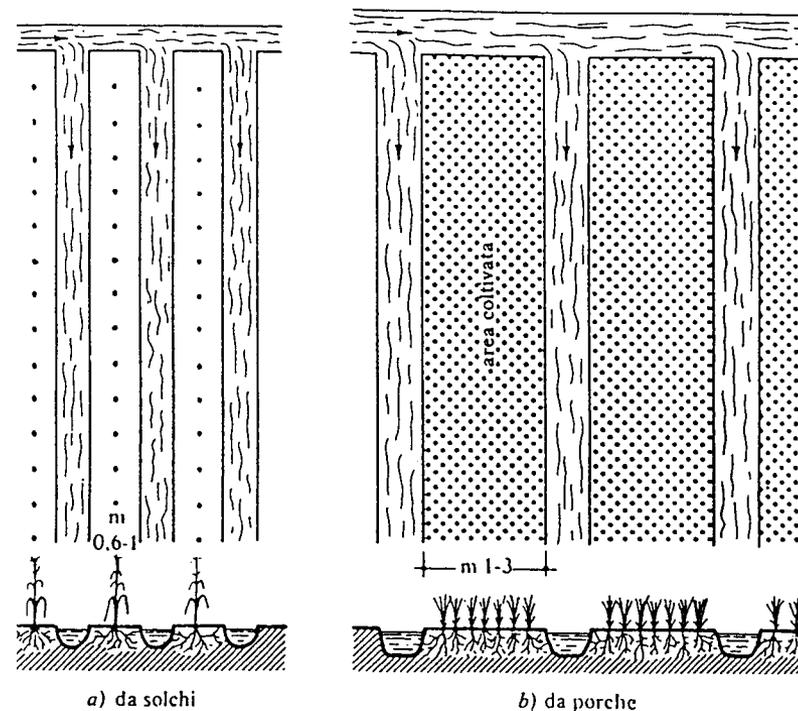


Fig. 37: Sistemazione del suolo per l'irrigazione e scorrimento in solchi.

IRRIGAZIONE PER ASPERSIONE

L' acqua arriva sul suolo attraverso apposite apparecchiature che permettono di simulare la pioggia naturale

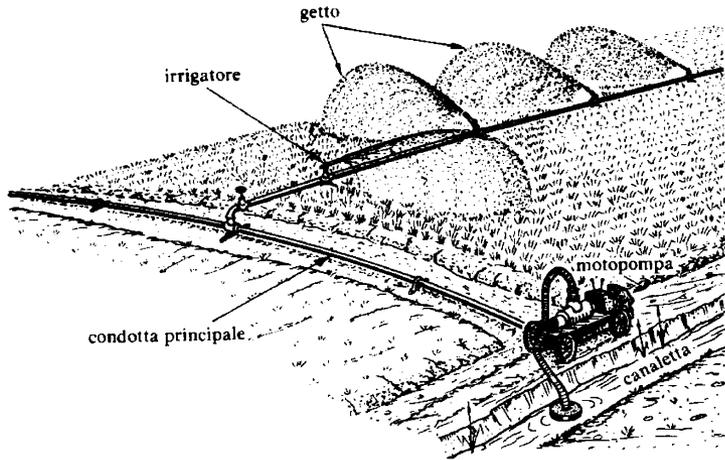


Fig. 11.14. — Esempio di impianto mobile di irrigazione a pioggia. La tubazione che porta gli irrigatori viene spostata da un appezzamento all'altro dopo ogni adacquata, mentre la condotta principale viene rimossa dopo aver irrigato un gruppo di appezzamenti, oppure soltanto a fine stagione.



Tipo di impianto

- ✿ Fisso
- ✿ Semifisso
- ✿ Mobile
- ✿ Grandi macchine irrigue

Pressione d' esercizio

- ✿ Bassa pressione < 3 bar
- ✿ Media pressione 3÷5 bar
- ✿ Alta pressione 5÷7 bar

Intensità di pioggia

- ✿ Pioggia lenta 1÷5 mm h⁻¹
- ✿ Pioggia media 5÷7 mm h⁻¹
- ✿ Pioggia intensa > 10 mm h⁻¹

Gittata

- ✿ Lunga gittata 40÷70 m
- ✿ Media gittata 20÷70 m
- ✿ Corta gittata <20 m

Dislocazione degli irrigatori

- ✿ Sottochioma
- ✿ Soprachioma

IRRIGAZIONE PER ASPERSIONE:

Vantaggi

- ✿ Permette irrigazioni di soccorso
- ✿ Non richiede sistemazione ed è utilizzabile in terreni declivi o accidentati
- ✿ Permette un buon dosaggio e risparmio di acqua (v ridotti; Er 80÷90%)
- ✿ Versatilità dell' impianto (fertirrigazione; I. termica, antiparassitaria, etc.)
- ✿ Basso costo di esercizio (poca manodopera)

Svantaggi

- ✿ Costo iniziale relativamente alto
- ✿ Per gli impianti ad alta pressione costi energetici elevati
- ✿ Difficoltà di distribuzione (vento; cattiva dislocazione degli irrigatori; non corretta frantumazione del getto)
- ✿ Pericolo di erosione in terreni in pendio
- ✿ Intralcio per la meccanizzazione di operazioni colturali (impianti mobili e semifissi)
- ✿ Problemi nell' uso di acque salmastre
- ✿ Può favorire attacchi parassitari.

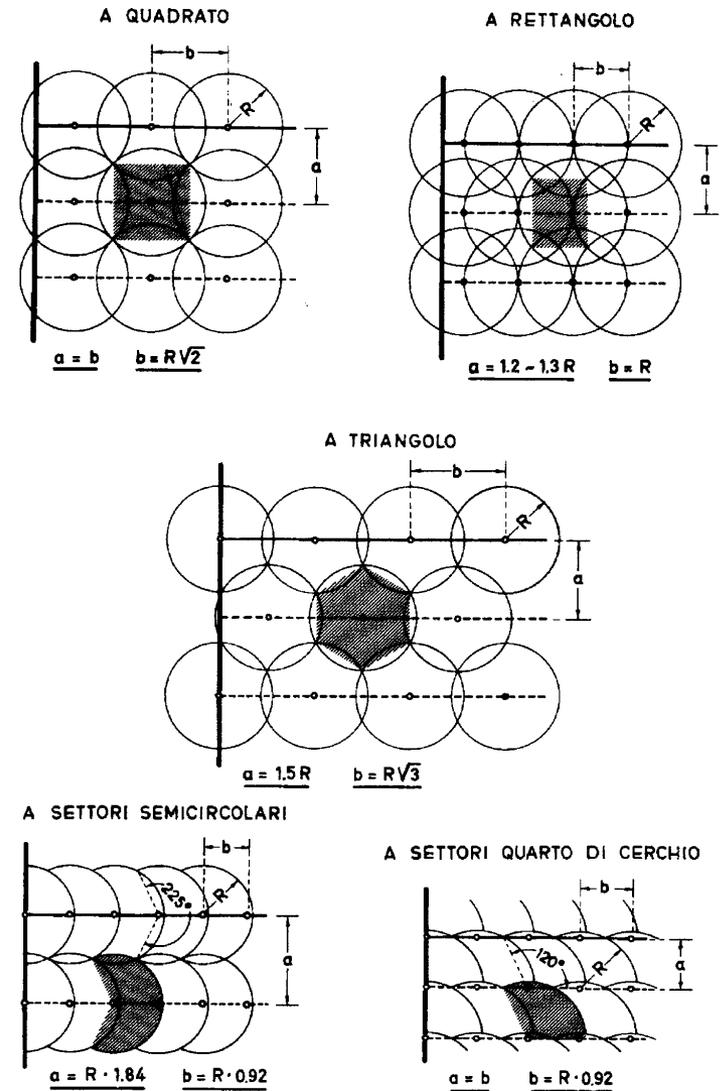


Fig. 165 - Schemi della modalità di avanzamento o di disposizione degli irrigatori.

Le grandi macchine irrigue

Irrigatori giganti mobili

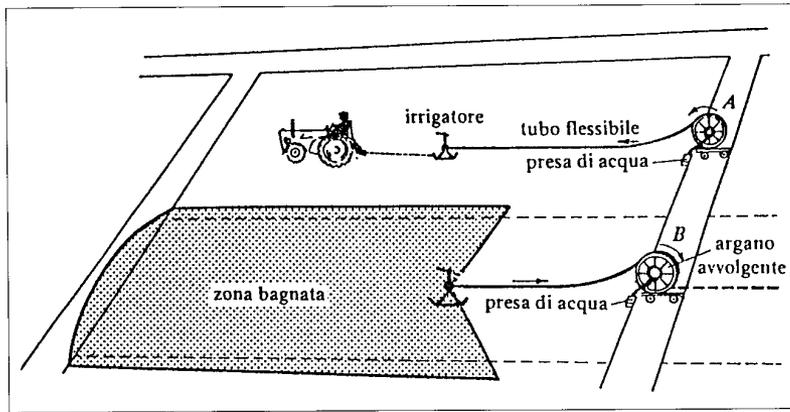


Fig. 42: Esempio di funzionamento di un irrigatore gigante mobile. In A il trattore svolge il tubo flessibile che poi sarà riavvolto dall'argano durante la bagnatura; successivamente, il trattore sposta la macchina in B dove ripete l'operazione sia a sinistra che a destra della capzagna.

Ali traslanti e Pivot

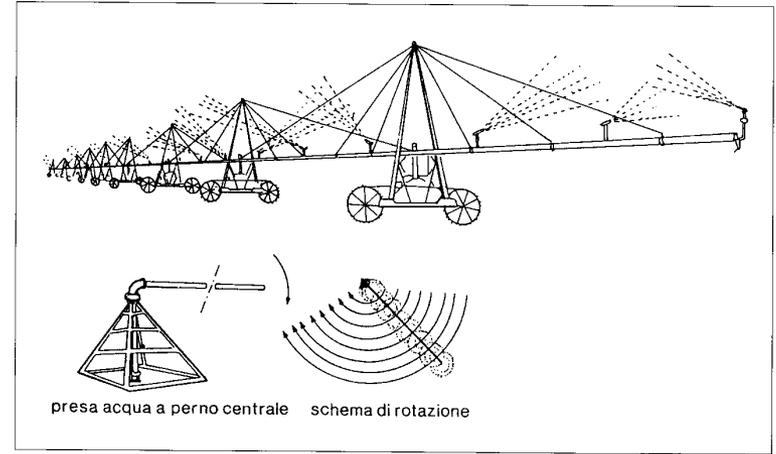


Fig. 44: Sistema irriguo a perno centrale fisso.



MICROPORTATA DI EROGAZIONE

L'acqua arriva sul terreno tramite ugelli distributori (gocciolatori) inseriti in tubazioni di plastica ubicate sulla fila della della coltura e in prossimità della pianta.

Vantaggi

1. Volumi ridotti e elevata efficienza nell' uso dell' acqua per
 - Ridotte perdite di trasporto
 - Ridotte perdite per evaporazione
 - Ridotte perdite per drenaggio
 - Si bagna solo il volume di terreno interessato dalle radici
 - Ottima risposta produttiva
2. Consumo energetico contenuto e ridotti costi di esercizio
3. Ridotti costi di manodopera per l' elevata automazione
4. Costi di investimento più bassi rispetto agli altri impianti fissi per aspersione
5. Contiene lo sviluppo delle malerbe
6. Si presta per l' utilizzo di acque salmastre
7. Richiede corpi d' acqua modesti
8. Permette di dosare perfettamente il volume specifico d' adacquamento
9. Permette l' uso razionale della fertirrigazione specie nei terreni sabbiosi
10. Permette di somministrare l' acqua nelle colture pacciamate
11. Ridotto impatto ambientale ed uso sostenibile della risorsa idrica



Svantaggi

1. Occlusione dei gocciolatori (richiede controllo, filtraggio e pulizia)
2. Costi di impianto e montaggio relativamente elevati
3. E' utilizzabile solo per colture sarchiate e arboree
4. Richiede un elevato livello tecnico degli operatori per un buon utilizzo dell' impianto.

