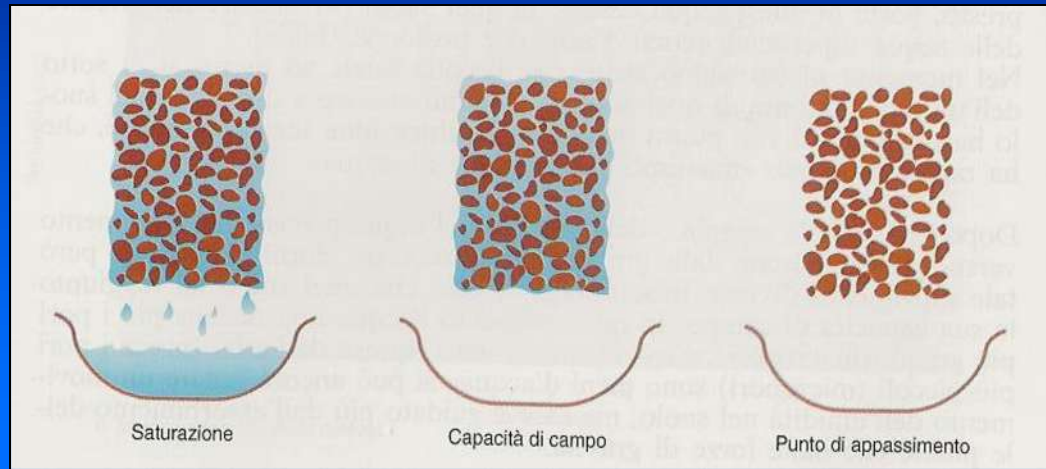


L'ACQUA NEL SUOLO



SUOLO RECIPIENTE DI ACQUA

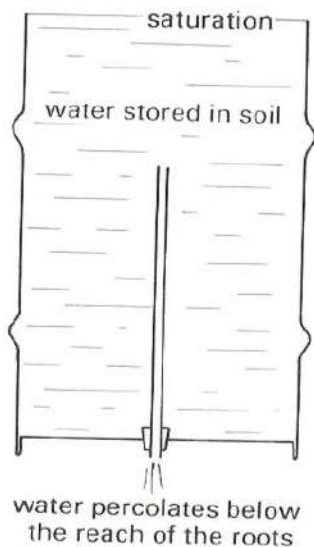


Fig. 38a Saturation

**Capacità
Idrica Massima**

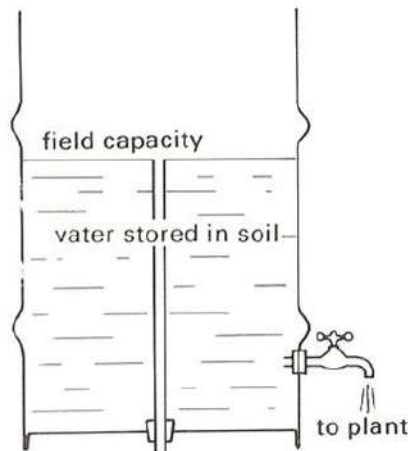


Fig. 38b Field capacity

**Capacità di
Campo (CC)**

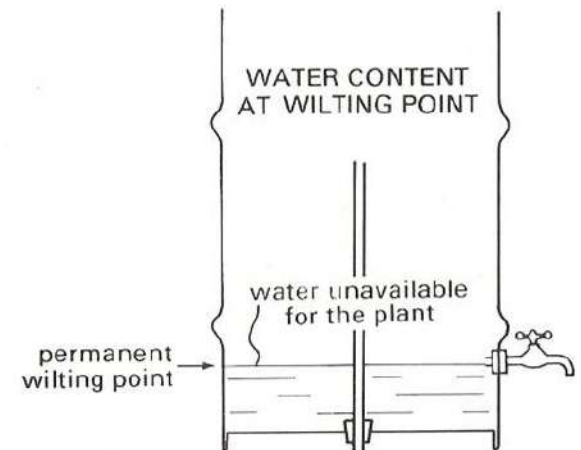


Fig. 38c Permanent wilting point

**Punto di
Appassimento (PA)**

Contenuto idrico gravimetrico (θ_G)

$$g \times g^{-1}$$

$$\theta_G \times \phi$$

Contenuto idrico volumetrico (θ)

$$m^3 \times m^{-3} \text{ o } cm^3 \times cm^{-3}$$

Percentuale di acqua nel suolo (%)

$$\theta \times 100$$

DISPONIBILITA' IDRICA

LA RISERVA UTILIZZABILE (RU) DEL TERRENO
DIPENDE DA:

- CARATTERISTICHE DEL TERRENO
- PROFONDITA' DELLE RADICI

$$RU = [p * 10000 (c.c. - p.a.) / 100] * \phi \text{ (m}^3\text{/ha)}$$

dove:

p = profondità (m)

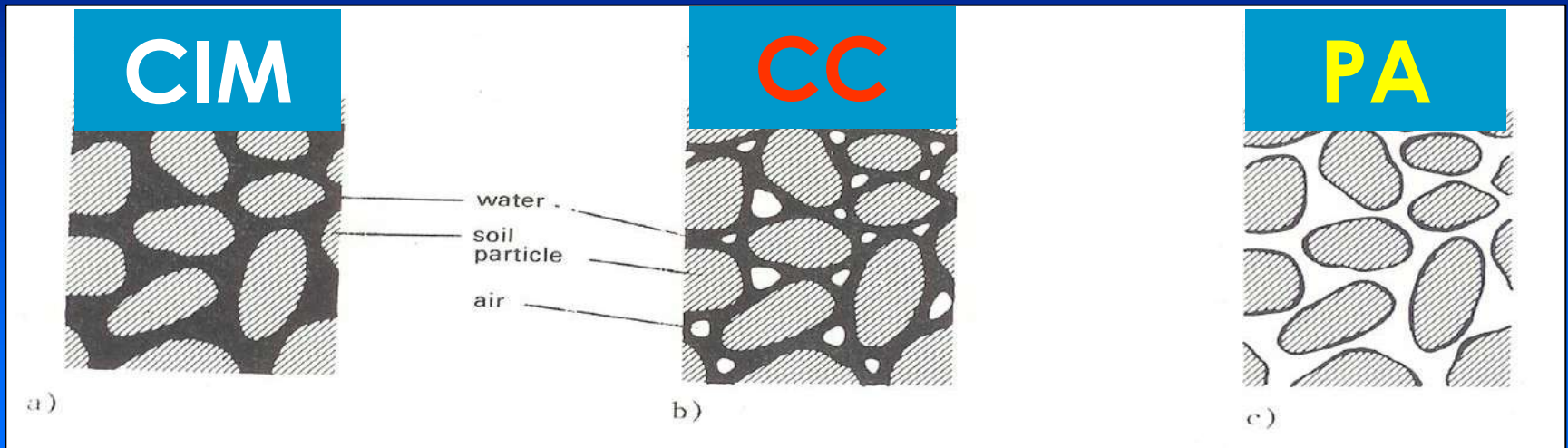
$c.c.$, $p.a.$ = capacità di campo e punto di avvizzimento

ϕ = densità apparente t/m^3

Caratteristiche idrologiche terreni

terreno	Percentuale di H2O nel suolo			ϕ (t/m ³)
	CIM (%)	CC (%)	PA (%)	
Molto sabbioso	25	10	4	1.6
Medio impasto	40	26	10	1.4
Argill., ben str.	45	35	15	1.3
Argill., mal str.	40	30	20	1.4

Es. Terreno Franco-limoso-argilloso



$(-0,03 \text{ Mpa})$

35% in volume

$0,35 \text{ m}^3 \times \text{m}^{-3}$

$(-1,5 \text{ Mpa})$

15% in volume

$0,15 \text{ m}^3 \times \text{m}^{-3}$

$P = 1 \text{ m}$

$\phi = 1,3$



RU ?

$$[p * 10000 (\text{c.c.-p.a.})/100] * \phi \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

$$[1 * 10000 (35-15)/100] * 1,3 \text{ (m}^3/\text{ha)}$$



2600 (m³/ha)



260 (mm)

10 m³/ha = 1mm

RU di terreni diversi

terreno	RU_{max} (mm)
Sciolto	100-120
Grana media	200-250
Argilloso, ben strutturato	300-350
Argilloso, mal strutturato	150-200
Argilloso-limoso	250-300

Riserva Facilmente Utilizzabile

Frazione (%) dell'acqua disponibile totale che puo' essere utilizzata dalla pianta senza che vi sia manifestazione di stress e diminuzione della produttivita'

FRAZIONI IDRICHE NEL SUOLO schema riassuntivo



DRY FARMING o ARIDOCOLTURA

IRRIGAZIONE

DEFINIZIONE

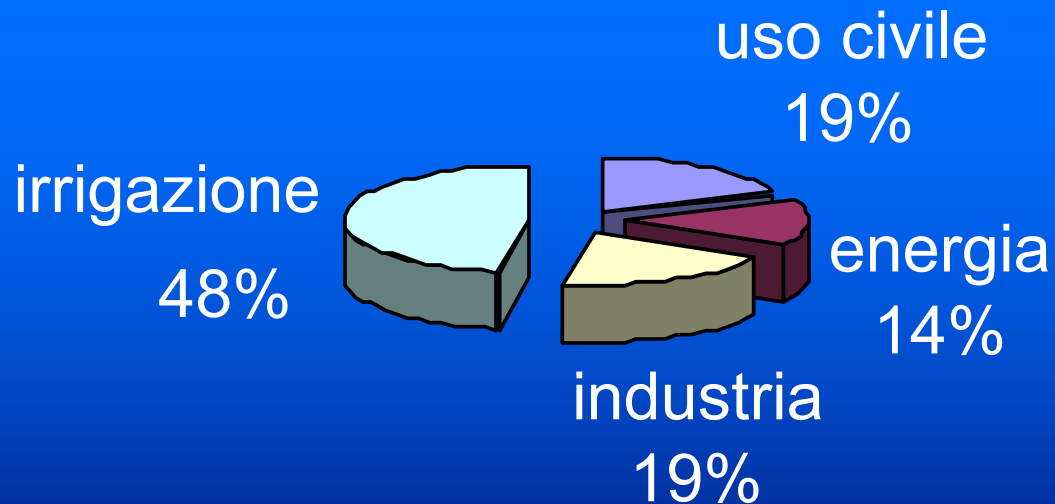
TECNICA AGRONOMICA CHE SI
OCCUPA DELL'APPORTO ARTIFICIALE DI
ACQUA AL TERRENO AGRARIO

CONSUMI IDRICI IN ITALIA

155 km³ Disponibilità idrica

52 km³ Potenzialmente derivabili

42 km³ Utilizzati realmente



L'irrigazione in Italia

- **2,6 milioni di ha**
 - Italia settentrionale 70 %
 - Italia centrale 9 %
 - Italia meridionale 21 %
- **$26,5 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ anno}^{-1}$**
- **Origine:**
 - fiumi 67 %
 - pozzi e fontanili 27 %
 - serbatoi 6 %

Principi generali:

- Il terreno come riserva idrica
- Movimento dell'acqua nel suolo e nelle radici
- Disponibilità idrica
- Fabbisogno idrico delle piante
- Effetto dello stress idrico in rapporto alla fase del ciclo annuale

Problemi agronomici dell'irrigazione

- 1) Idoneità dei terreni
- 2) Stima del fabbisogno irriguo
- 3) Distribuzione dei consumi
- 4) Scelta del momento di intervento
- 5) Determinazione del volume di adacquamento
- 6) Metodi irrigui e sistemazioni
- 7) Qualità delle acque

Idoneità dei terreni

- Situazione topografica
- Tessitura e struttura
- Profilo e massa
- Reazione
- Contenuto in sali
- Proprietà idrologiche

FABBISOGNO IDRICO

Stima del fabbisogno irriguo

- Indici agrometeorologici (De Martone, Thornthwaite, ecc.)
- Bilancio idrico
Sperimentazione parcellare

Equazione di bilancio idrico del suolo

$$\Delta RU = P + C + I \pm R - T - E - D$$

ΔRU = variazione contenuto idrico nella zona radicale

P = precipitazioni

C = risalita per capillarità

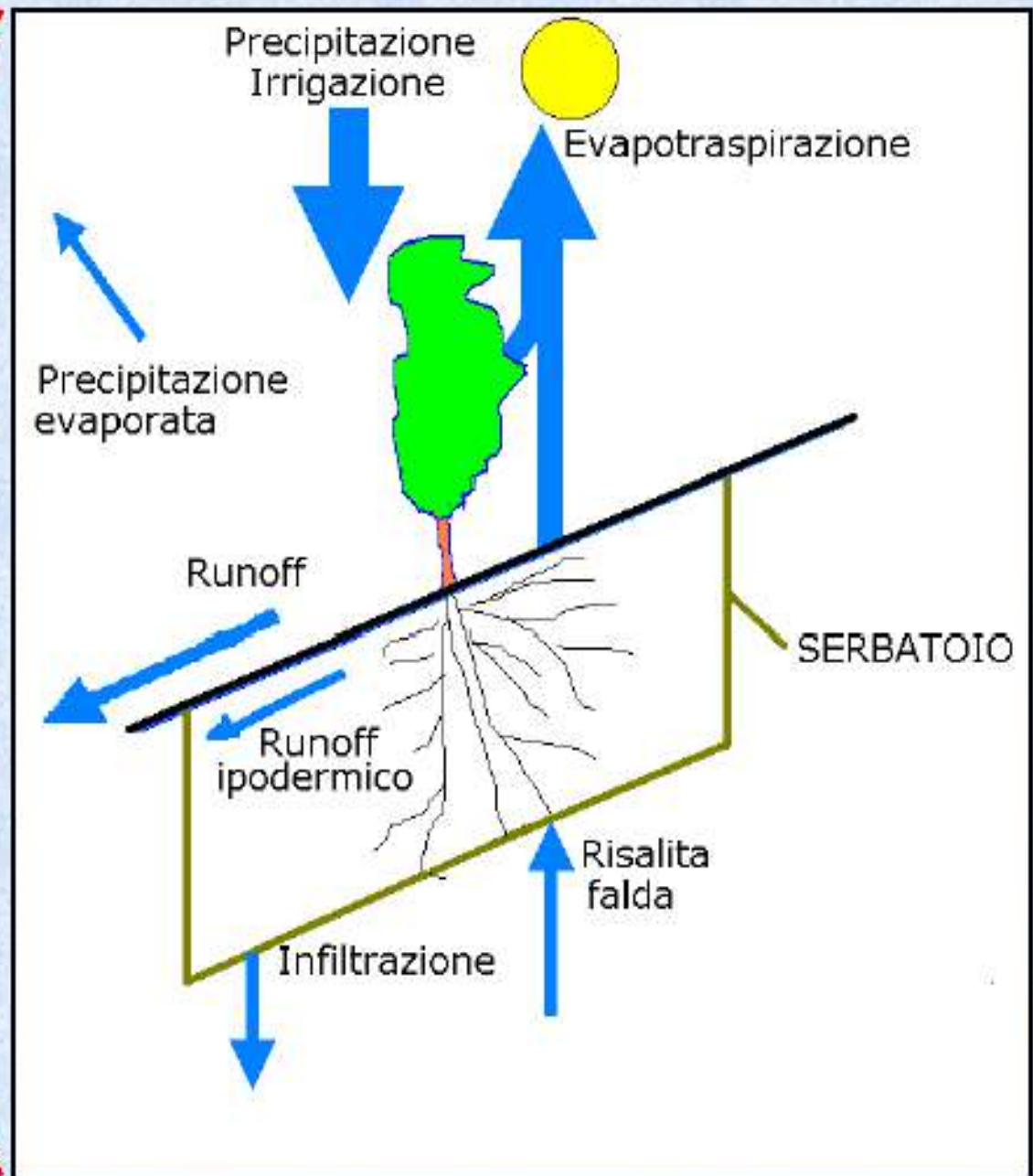
I = apporti irrigui

$\pm R$ = ruscellamento entrante(+) o uscente(-)

T = traspirazione chioma

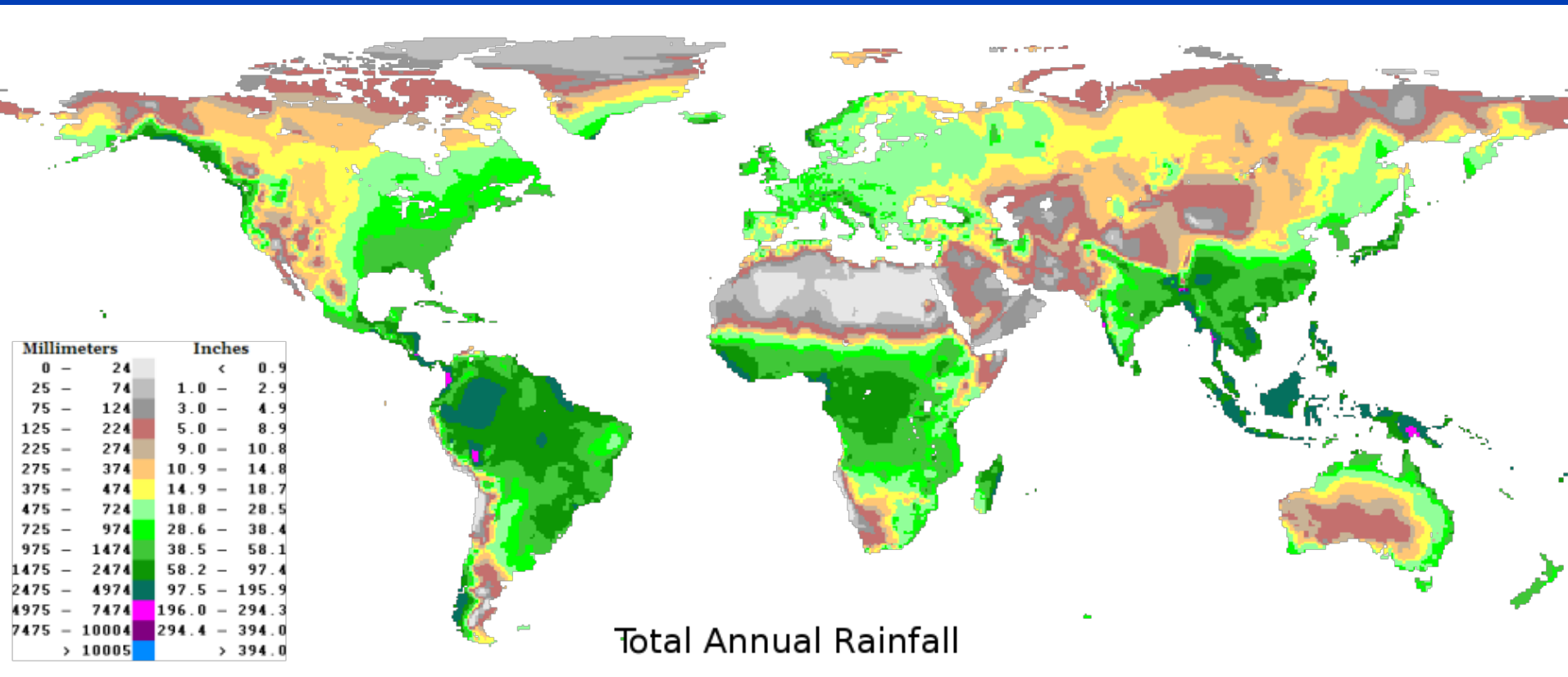
E = evaporazione dal suolo

D = percolazione verso strati profondi



Stima del fabbisogno irriguo

- Apporti idrici naturali :
 - Idrometeore (P)
 - Apporti da falda (C) (profondità, tipo di terreno, tipo di coltura)
- Consumi (E + T)
 - metodi di stima e misura
 - coefficiente C_{et}



FABBISOGNO IRRIGUO

$$I = ET + D \pm R - P - C + \Delta RU$$

Se $P - D - R = P_u$ (Pioggia utile)

$$I = ET - P_u - C + \Delta RU$$

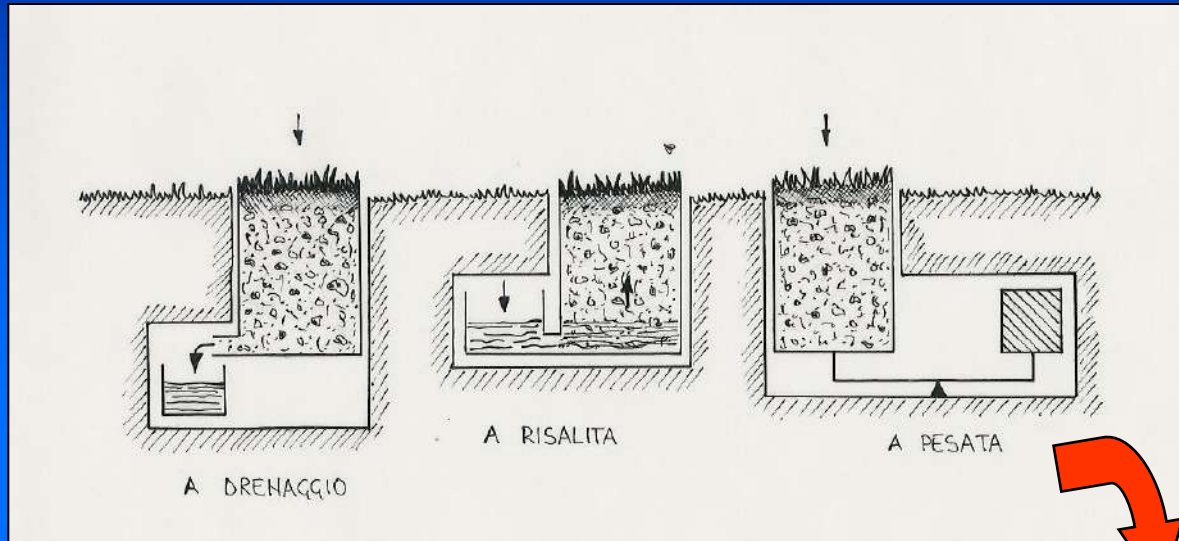
Evapotraspirazione (ET)

- *Perdita di acqua dalla superficie all'atmosfera attraverso vaporizzazione di acqua liquida.* Il processo include l'acqua evaporata direttamente dalla superficie del suolo nudo o ricoperto da vegetazione e quella traspirata dalla coltura.
- Affinchè il processo di evapotraspirazione si instauri devono sussistere disponibilità di acqua e di energia; perchè esso continui deve essere rimosso il vapore dall'aria. In sostanza: c'è perdita d'acqua finchè c'è domanda atmosferica e disponibilità di acqua.
- La prima è controllata essenzialmente da fattori meteorologici (energia, deficit di saturazione dell'aria, vento), la seconda è regolata dal sistema pianta-terreno.

Quantificare ET: 1 - misure

- m. micrometeorologiche
- m. ecofisiologiche

EVAPORIMETRO A VASCA



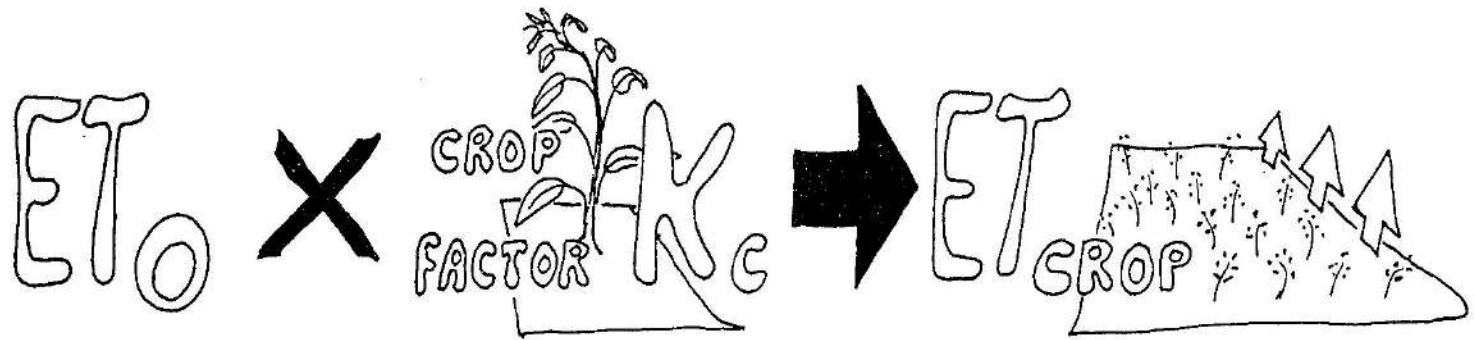
Quantificare ET: 2 - stime

- Formule di correlazione climatica
 - Metodi combinatori



ET₀

- Riferimento (ET₀): condizioni ambientali, rifornimento idrico ottimale
- Massima (ET_m): coltura, rifornimento idrico ottimale
- Effettiva (ET_e): coltura, rifornimento idrico disponibile



Coefficienti colturali (Kc)

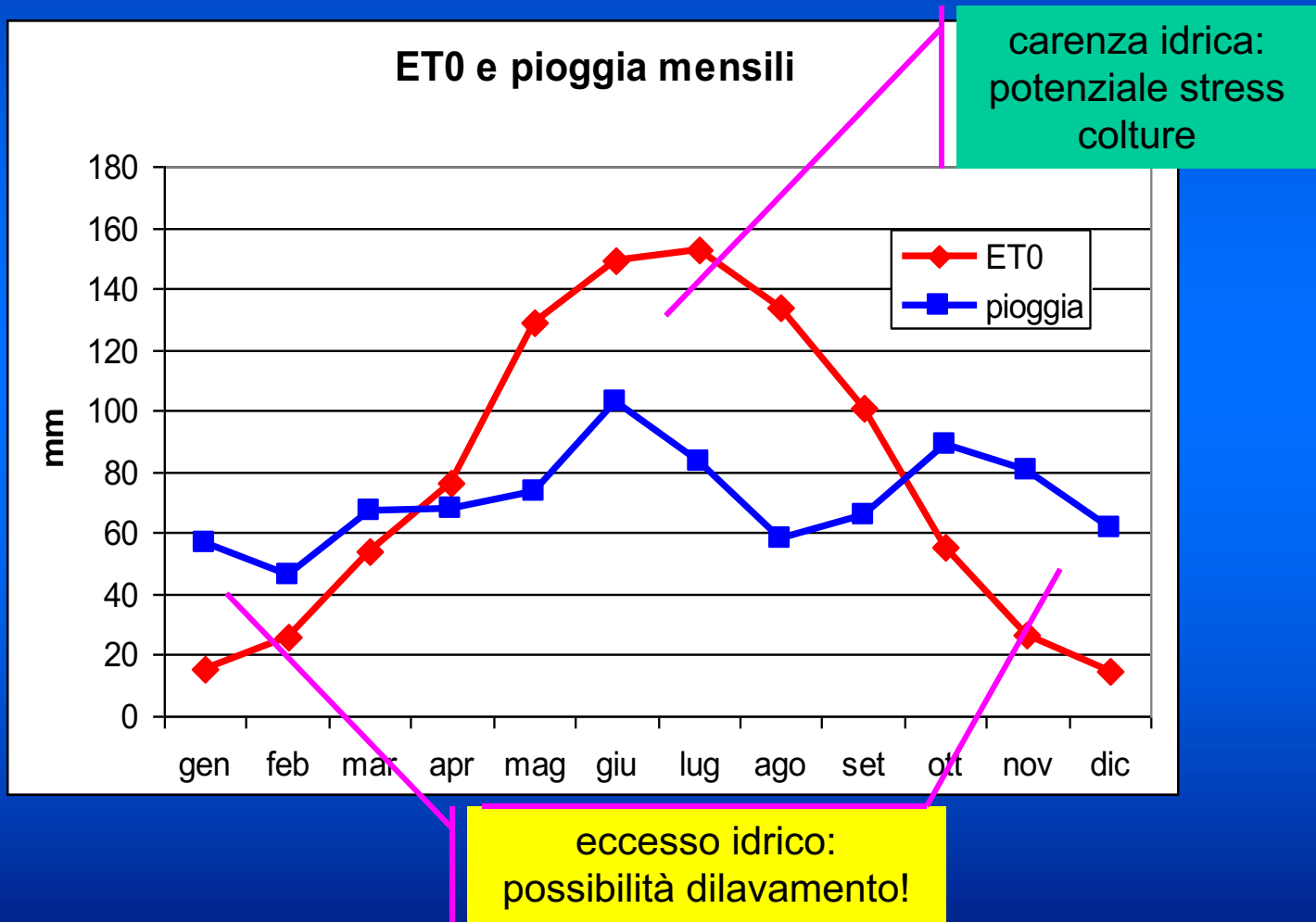
- Valori che consentono di stimare la ETM di una coltura, nota la ETo: $ET_m = E_{To} * K_c$
- Variano da specie a specie e, per una data specie, possono variare in funzione dello stadio di sviluppo, della forma di allevamento, della varietà ecc. Per la vite si considerano:

L'ETm viene calcolata moltiplicando i valori giornalieri dell'evaporazione di riferimento (ET0) per i seguenti coefficienti colturali (Dorenbos e Kassam, FAO, 1986)

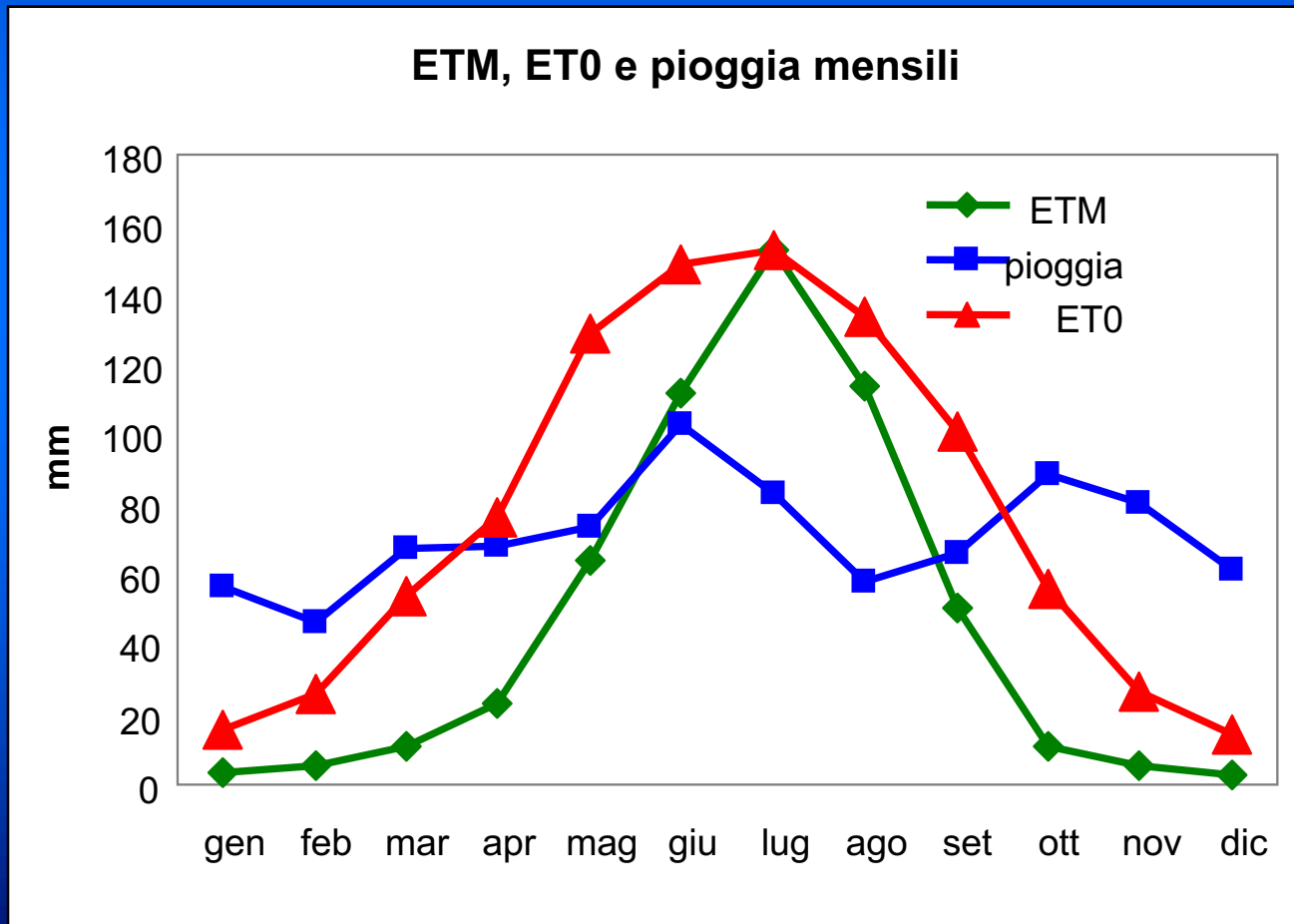
Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
0,45	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5

L'ETe e' stata calcolata applicando all'evapotraspirazione massima (ETm) un coefficiente di stress idrico

Confronto pioggia ET0



Bilancio idrico colturale: andamenti



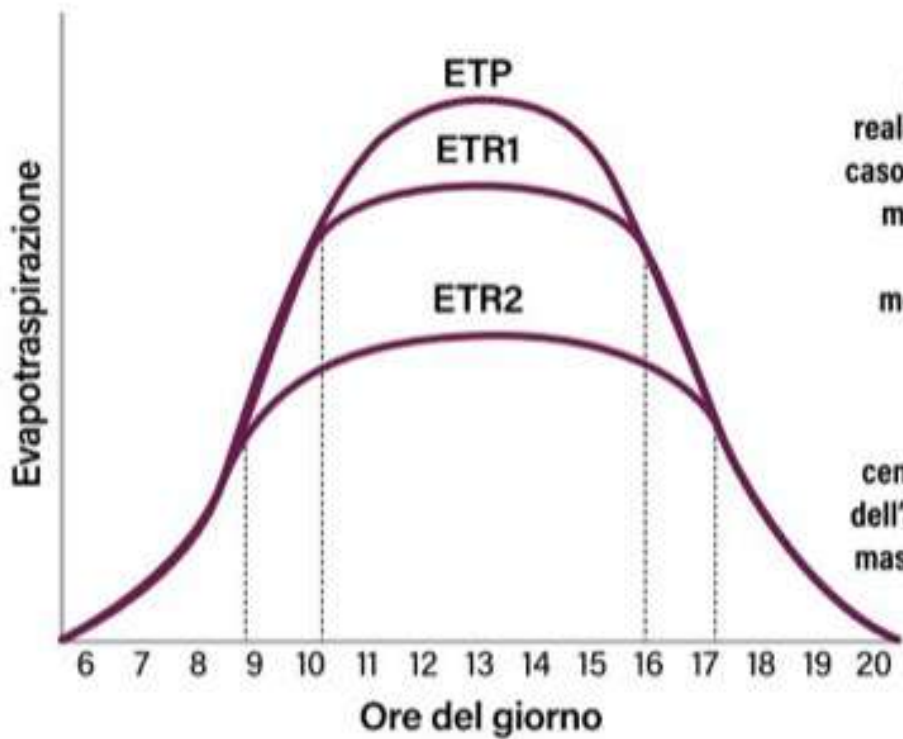


Figura 1 - Evoluzione giornaliera dell'evapotraspirazione potenziale (ETP) e reale (ETR) in una classica giornata estiva. Nel caso ETR1, debole o medio stress idrico, a metà mattinata l'ETR non riesce più ad eguagliare l'ETP ed inizia la chiusura stomatica con moderati cali di fotosintesi netta (-25÷30%). Nel caso ETR2 si evidenzia invece un forte stress idrico, la chiusura stomatica inizia presto ed è probabile che durante le ore centrali sia pressoché totale con cali rilevanti dell'attività fotosintetica (> al 70-80% di quella massima) o nei casi più critici all'azzeramento (ridisegnato da Bonciarelli, 1981)

Principali fattori che determinano il consumo idrico del vigneto:

- il clima
- la superficie fogliare/sistema allevamento
- orientamento dei filari
- carico di uva
- presenza di inerbimento e tipologia

TECNICHE PER AUMENTARE LA RISORSA IDRICA

1. Aumentare la capacità di invaso nel suolo

- ripuntatori in post vendemmia
- aumento SO
- ammendanti (tipo biochar)

2. Ridurre le perdite di acqua

- Lavorazioni superficiale ripetute
- pacciamatura

3. Favorire lo sviluppo dell'apparato radicale

- Micorrize arbuscolari
- Rizobatteri
- Ossigenazione suolo in profondità

4. Portinnesti resistenti alla siccità

- 140 Ruggeri, 1103 Paulsen, 110 Ricther
- M4

5. Limitazioni capacità traspirazione delle chiome

- Reti ombreggianti
- Frangivento
- Caolino, Zeolite
- Antitraspiranti
- Gestione densità chioma
- Densità impianto
- Sistema allevamento
- Orientamento filari