

Definizione

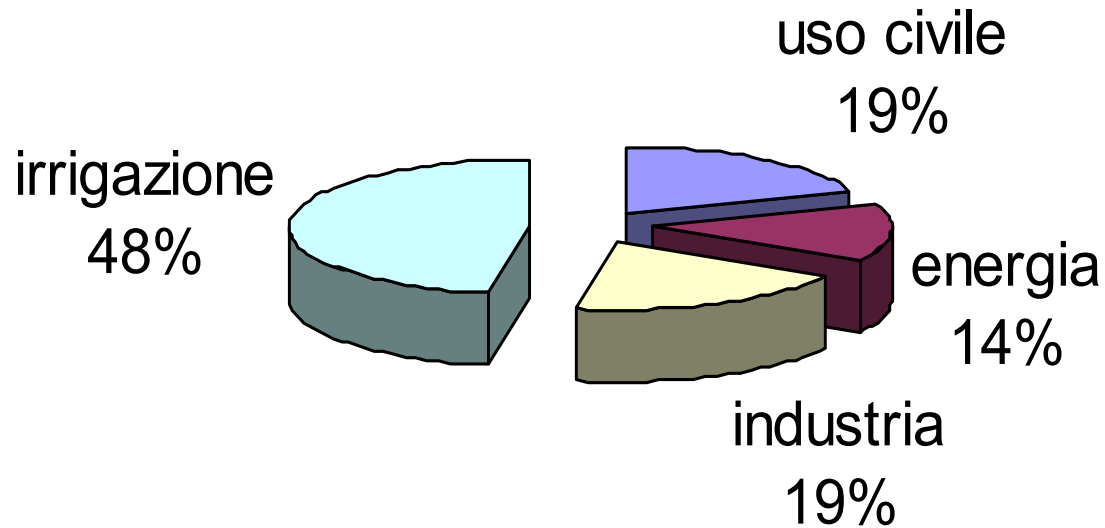
- ✓ **IRRIGAZIONE**: tecnica agronomica che si occupa dell' apporto artificiale di acqua al terreno agrario
- ✓ **Fattori condizionanti**:
 - terreno
 - quantità e qualità dell' acqua
 - fabbisogni delle colture
 - altri fattori (economici, sociali, ecc.)

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 %

Tipi di irrigazione

- ✓ Ammendante
- ✓ antiparassitaria
- ✓ correttiva
- ✓ dilavante
- ✓ fertilizzante
- ✓ termica
- ✓ UMETTANTE
- ✓ Autonoma
- ✓ correttiva
- ✓ Turnata
- ✓ alla domanda

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

Stima del fabbisogno irriguo

✓ Indici agrometeorologici (De Martone, Thornthwaite, ecc.)

✓ Bilancio idrico

$$I = E + T - N + Pr \pm D$$

✓ Sperimentazione parcellare

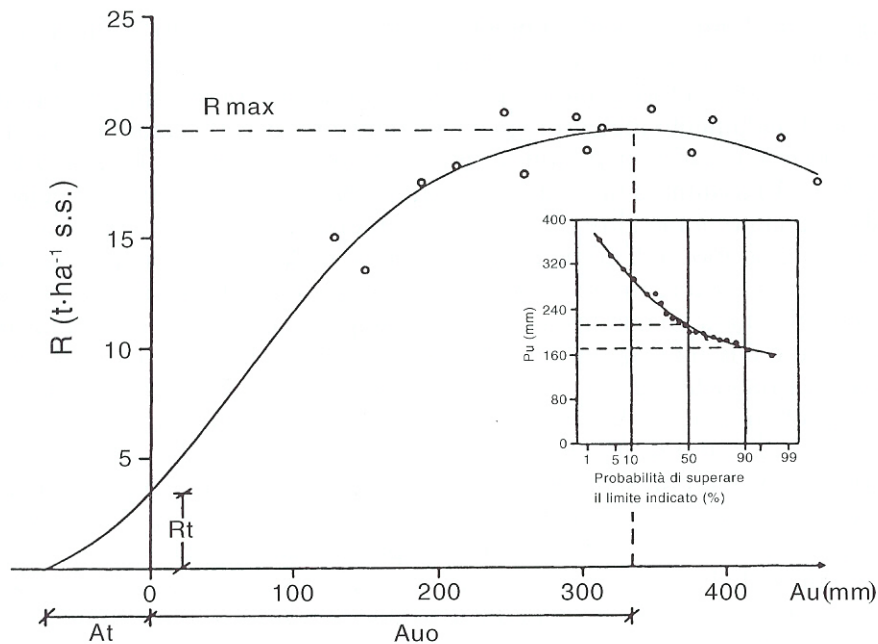
Stima del fabbisogno irriguo

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

Stima del fabbisogno irriguo

✓ Relazioni fra rese e volumi

✓ $R = f(V)_{c,s,m,i,d}$ figura 11.1



$$Au = \sum Au_m = \sum (P_m + V_m)u$$

Stima del fabbisogno irriguo

✓ Effetti dello stress

$$\left(1 - \frac{R_E}{R_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_E}{ET_M}\right)$$

R_E = resa effettiva, in presenza di stress idrico

R_M = resa massima, alla ETM

K_y = coefficiente di decremento di resa

Stress idrico e decremento di resa

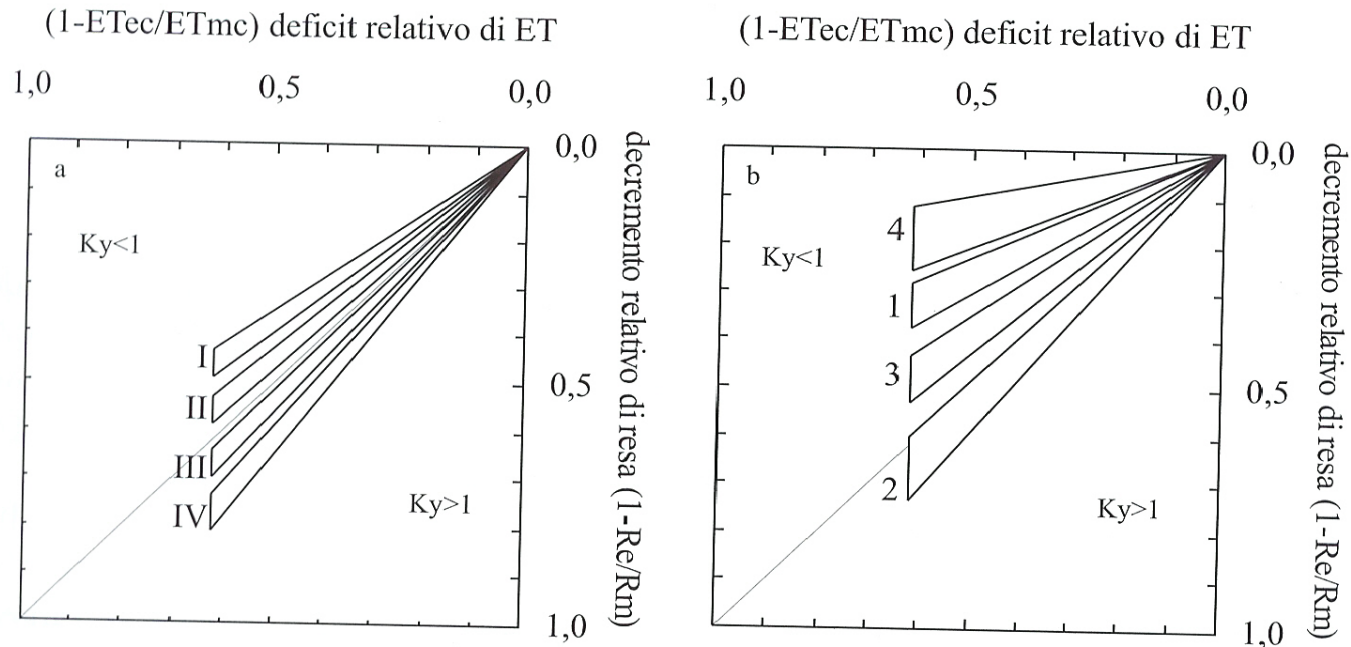


Fig. 11.3 - Relazione fra deficit relativo di evapotraspirazione e decremento relativo di resa per vari gruppi di coltura (a) (I: barbabietola, medica; II: agrumi, barbabietola, cavoli, cotone, frumento, girasole, medica, soia, sorgo, tabacco, vite; III: agrumi, cipolla, cocomero, fagiolo, frumento, patata, peperone, pisello, pomodoro; IV: mais) e per diversi stadi di sviluppo (b) (1: accrescimento; 2: fioritura; 3: formazione prodotto; 4: maturazione). (Doorenbos e Kassam).

Esempio di calcolo

- ✓ Dati termopluviometrici stagionali
- ✓ Calcolo Etm, Ete
- ✓ Resa attesa
- ✓ Calcolo decremento di resa

Le variabili irrigue

- v : volume di adacquamento $m^3 ha^{-1}; mm$
- V : volume stagionale $m^3 ha^{-1}; mm$
- s : durata della stagione irrigua d
- n : numero di interventi
- t : turno o ruota d
- o : orario (durata dell' adacquata) h
- q : corpo d' acqua parcellare $L sec^{-1}$
- Q : corpo d' acqua distributivo $L sec^{-1}$
- i : indice medio di consumo $L sec^{-1}ha^{-1}$

Le variabili irrigue

✓ Relazioni fra le variabili

$$i = \frac{v}{t} \quad i = \frac{V}{S}$$

$$n - 1 = \frac{s - o}{t} \quad \frac{V}{n} = \frac{s - o}{t} + 1$$

$$v = \frac{V}{n} \quad v = o \cdot q$$

$$n = \frac{s - o}{t} + 1$$

$$S = (n - 1) \cdot t + o$$

Le variabili irrigue

✓ Esempio di calcolo:

superficie irrigabile giornaliera

$$V = 2.400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \quad S = 50 \text{ d}$$

$$i = 2.400 \cdot 1000 \cdot 50^{-1} \cdot 86400^{-1} \text{ L sec}^{-1} \text{ ha}^{-1}$$

$$v = 400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \quad t = 10 \text{ d} \quad n = 6$$

$$o = 8 \text{ h} = 26.800 \text{ s} \quad q = 28 \text{ L sec}^{-1} \text{ ha}^{-1}$$

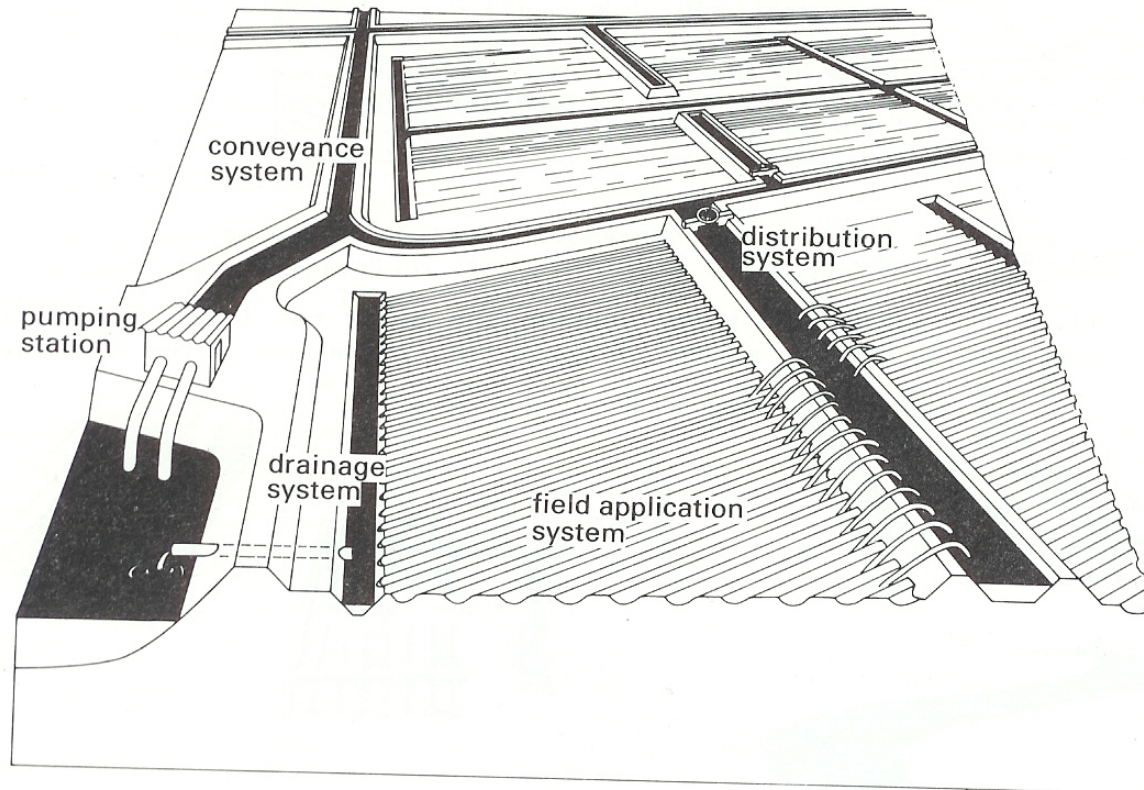
$$Q = 56 \text{ L sec}^{-1}$$

$$56 \cdot 3600 \cdot 8 \cdot 400^{-1} \cdot 1000^{-1} = 4 \text{ ha}$$

Efficienza dell' acqua irrigua

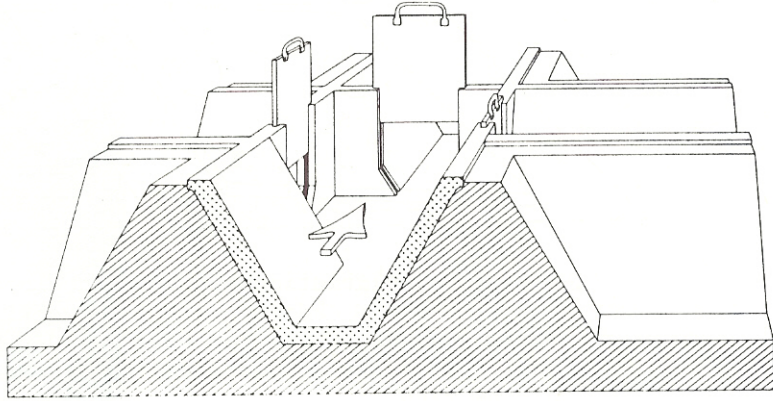
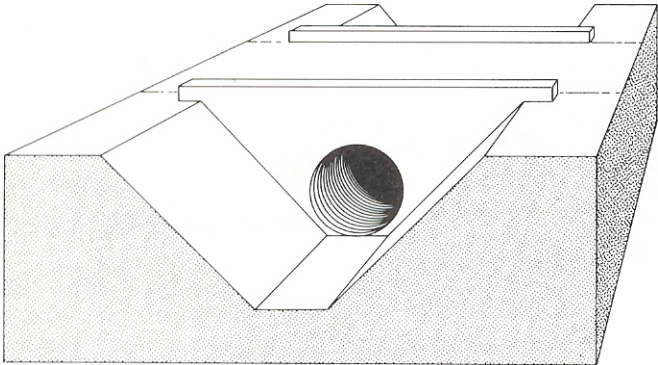
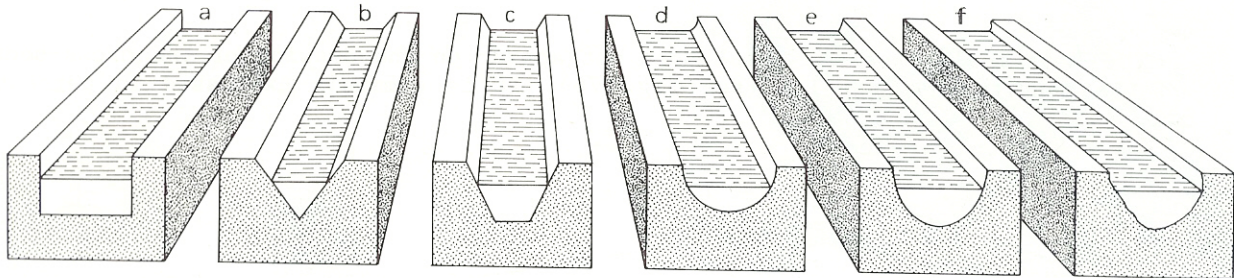
- ✓ Efficienza della distribuzione $E_i = \frac{V_p}{V_f} \cdot 100 = E_c \cdot E_a \cdot E_p$
- ✓ Efficienza della consegna $E_c = \frac{V_c}{V_f} \cdot 100$
- ✓ Efficienza aziendale $E_a = \frac{V_a}{V_c} \cdot 100$
- ✓ Efficienza dell' adacquamento $E_p = \frac{V_p}{V_a} \cdot 100$
 $E_p = \frac{ET + D_s + U_t - N_u}{V_a} \cdot 100$
- ✓ Efficienza produttiva (Efficacia) $E_r = \frac{R_n - R_o}{V_p}$

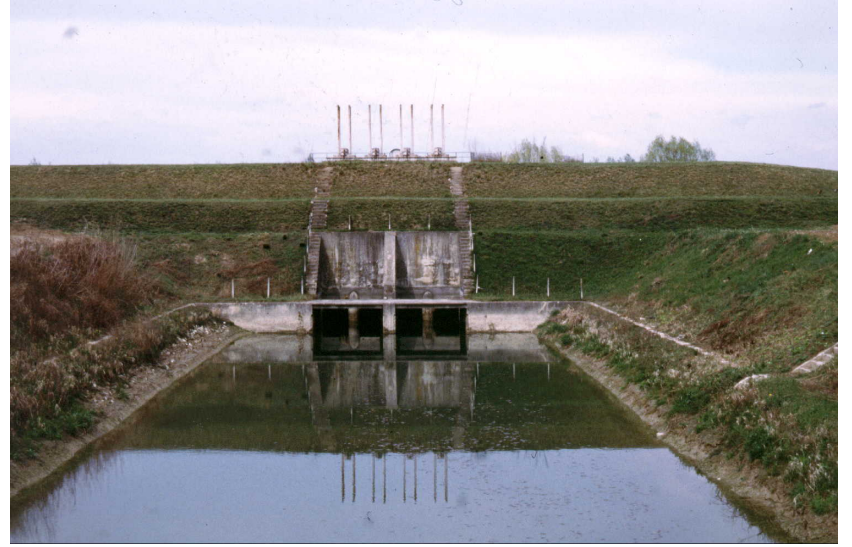
Il comprensorio irriguo



Sistemi di trasporto e derivazione

natural (1) (see fig. 75).





regolazione

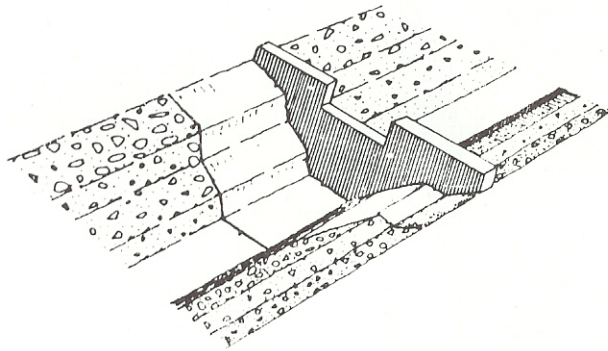
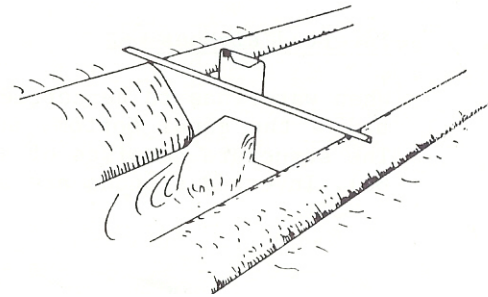


Fig. 83b

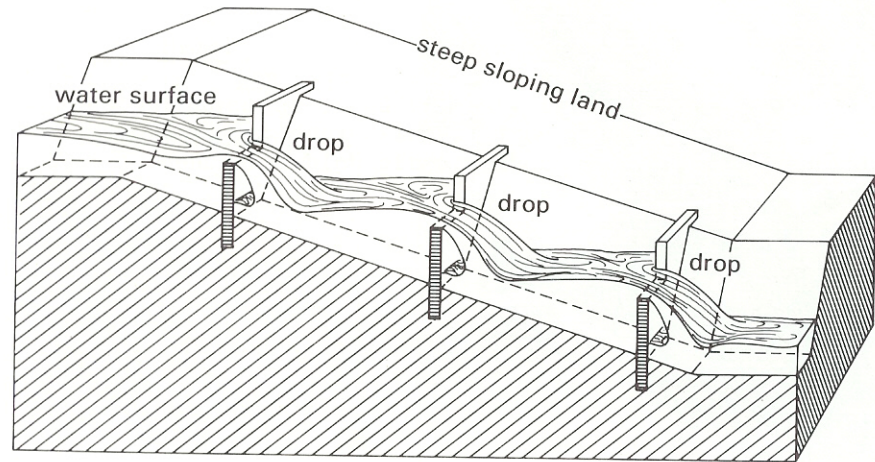
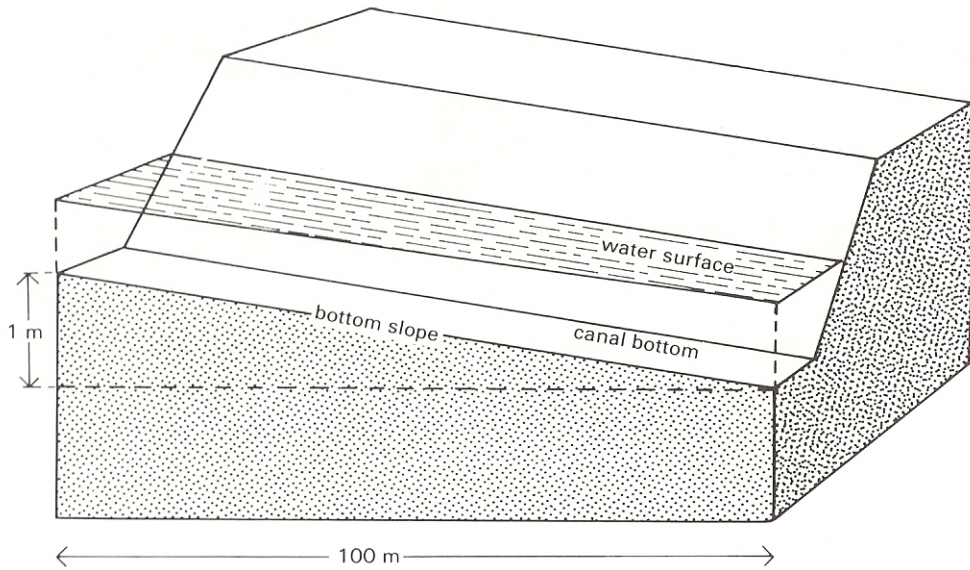
A portable metal check

Fig. 83a

A permanent concrete check

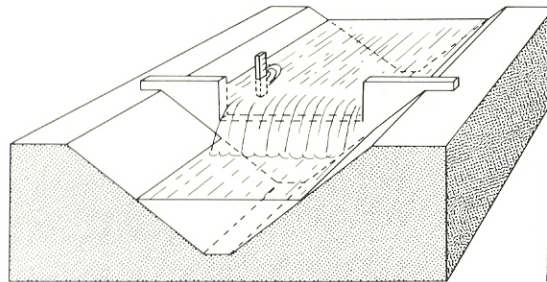


Regolazione velocità flusso

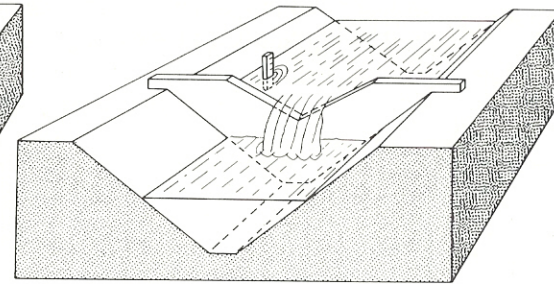


Misura dei flussi: stramazzi

A RECTANGULAR WEIR



A TRIANGULAR WEIR



A TRAPEZOIDAL WEIR

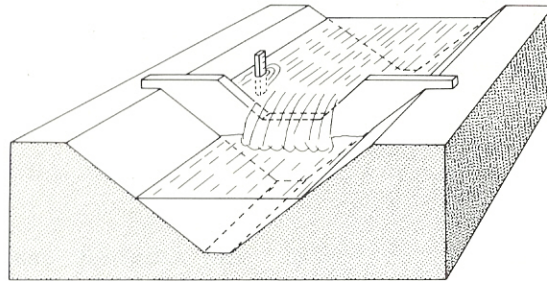
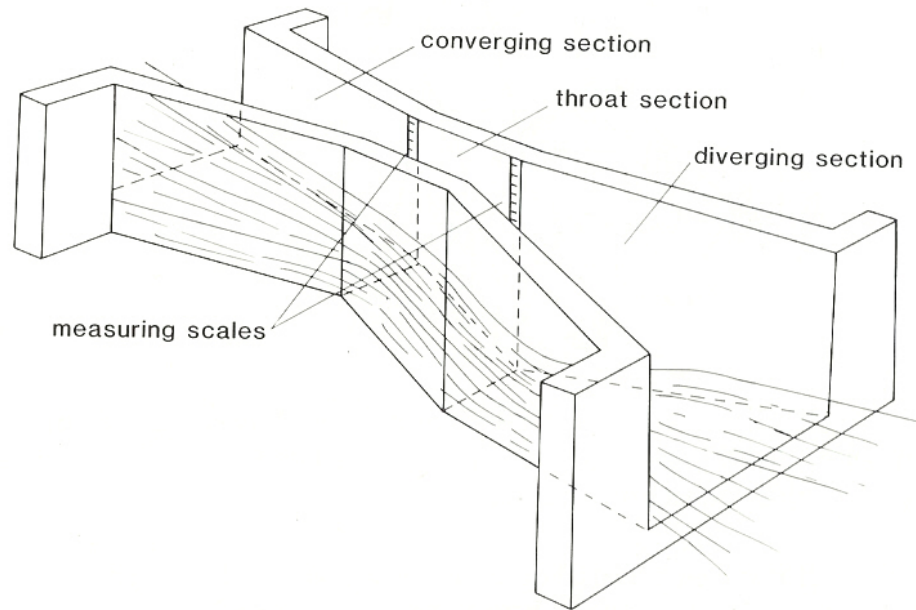


Fig. 87

Some examples of weirs

Misura dei flussi: sezioni



Le strategie che migliorano l'efficienza di consegna e l'efficienza aziendale coinvolgono problematiche di tipo idraulico

-ristrutturazione del reti irrigue con la sostituzione dei canali a cielo aperto con impianti tubati in pressione ed esercizio alla domanda

- inserimento di misuratori di flusso periferici

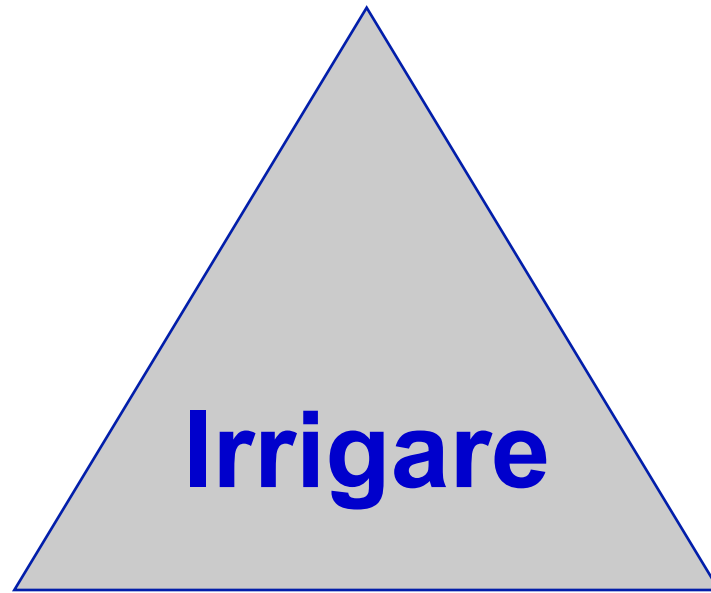
- creazione di invasi artificiali per trattenere le acque in esubero durante i periodi irrigui

- ecc.....

(in parte gli interventi sono previsti dal D. Lgs. 152/99)

Efficienza di adacquamento

Quanto?



Irrigare

Come?

Quando?

Volume di adacquamento

- ✓ Calcolo in pratica (note le caratteristiche del terreno e della pianta e il metodo irriguo):

$$v = h \cdot \Phi \cdot (c - u) \cdot \frac{10.000}{100}$$

- ✓ esempio:

$$v = 0,3 \cdot 1,35 \cdot (26 - 18) \cdot 100 = 324 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$$

Momento di intervento

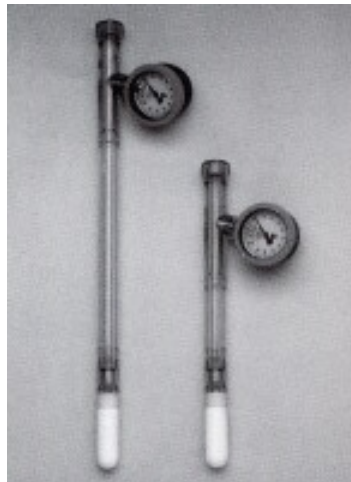
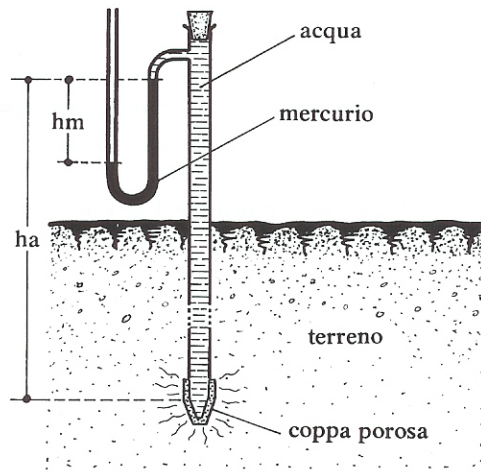
➔ Irrigazione turnata e non

➔ Periodo critico

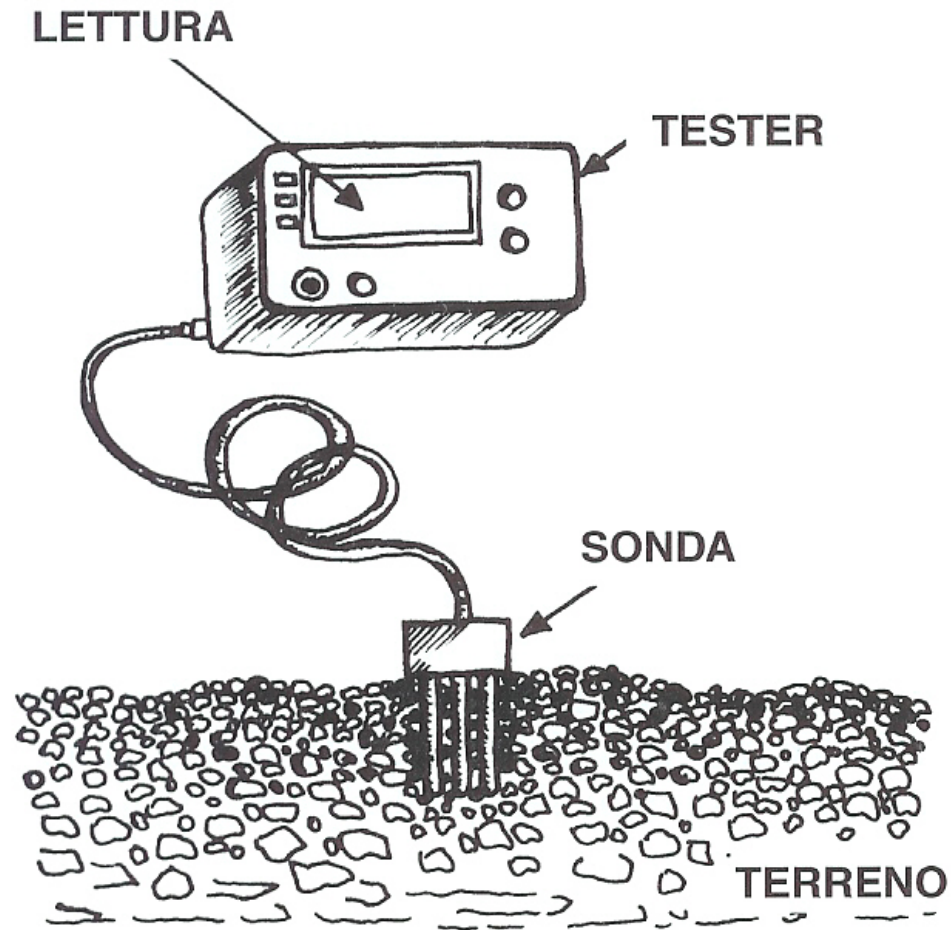
✓ Metodi di stima:

- umidità del terreno
- esame della pianta
- bilancio idrico
- empirismo

Umidità del terreno: tensiometri



Umidità del terreno: TDR







Stato idrico della pianta: termometri IR



Stato idrico della pianta: termometri IR





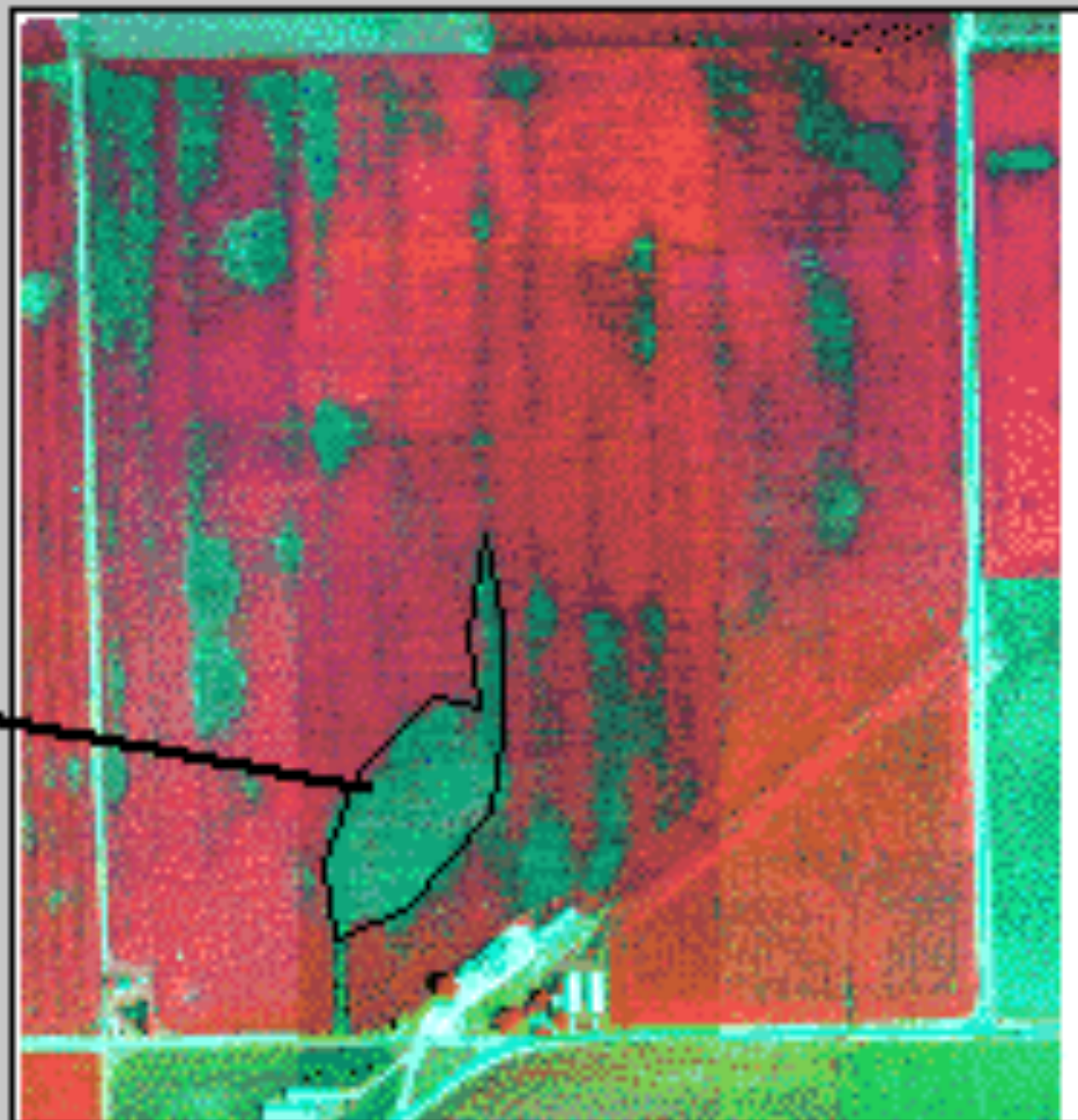
View1



July 7



Flooded area
5 acres





View2



July 23

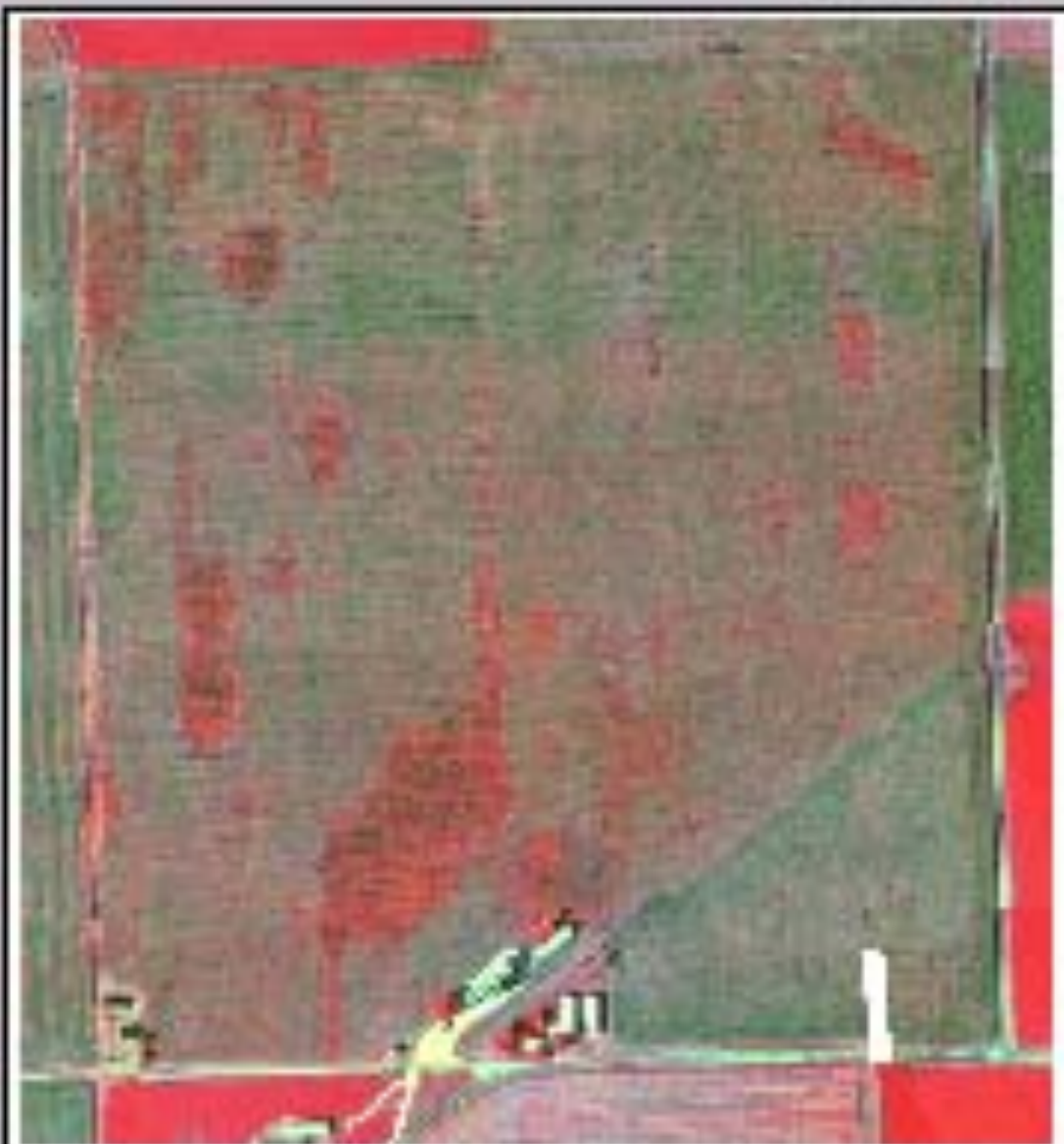




View3



Sept 10



Stato idrico della pianta: porometro

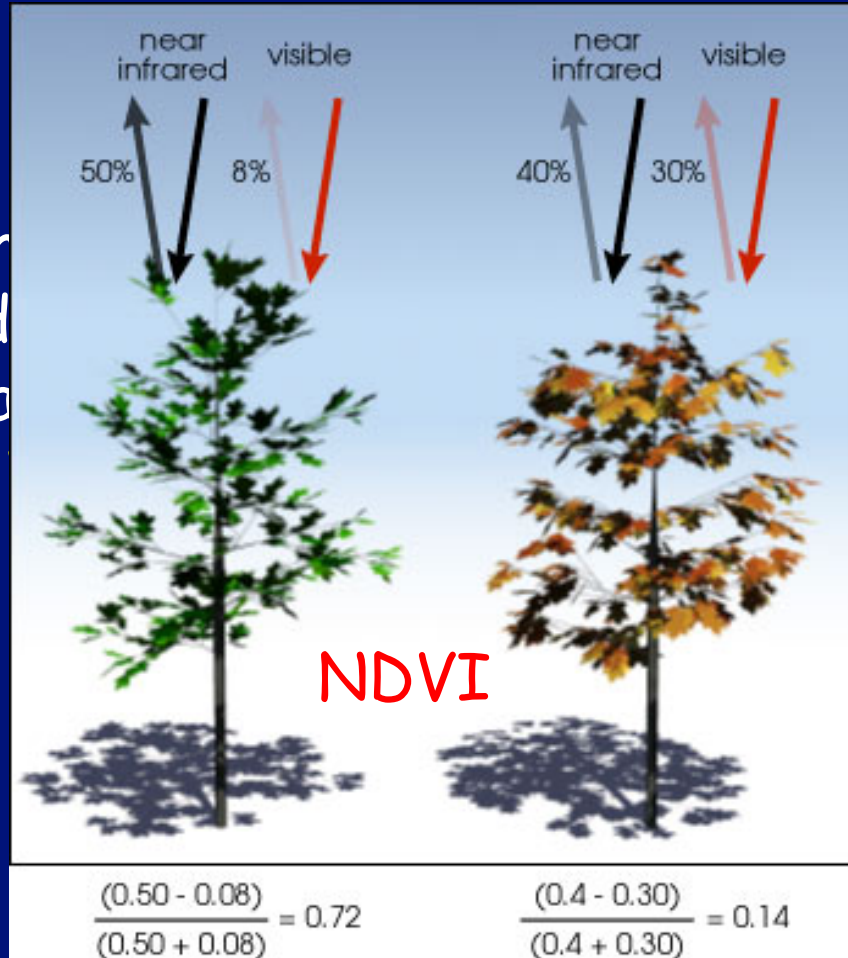


DATI
TELERILEVATI



ELABORATI
IN
INDICI DI
VEGETAZIONE

Gli in
band
infra
TSA



basano sul rapporto tra le
albedo) e riflettanza (vicino
NDVI, WdVI, MSAVI,

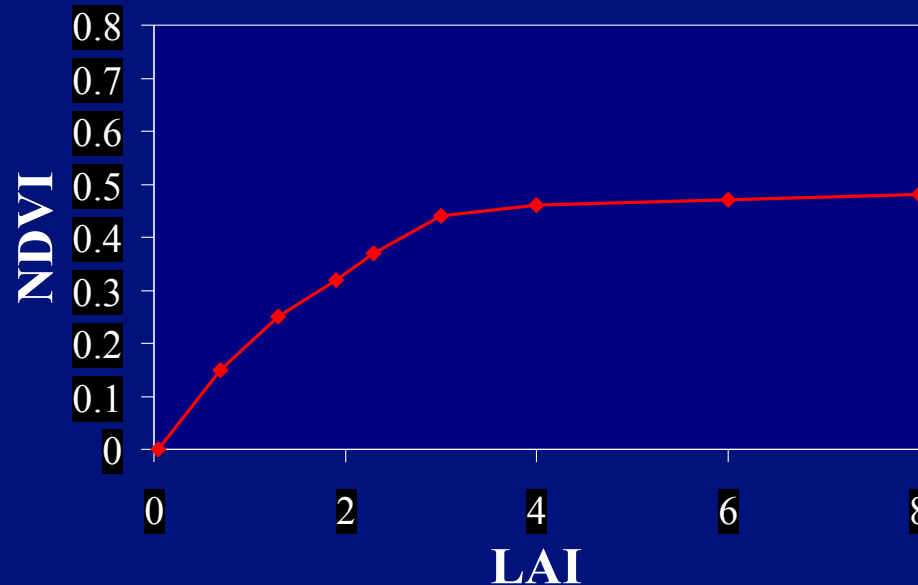
di semina,

suolo, atmosfera)

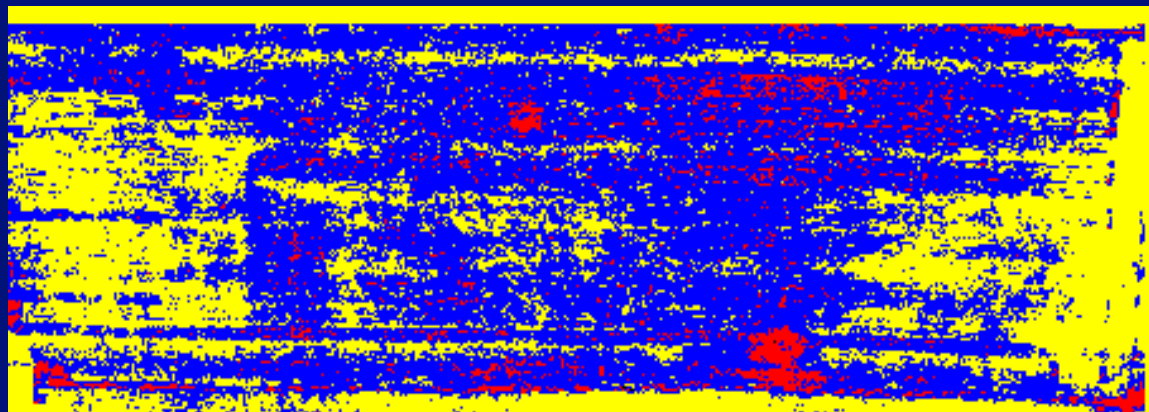
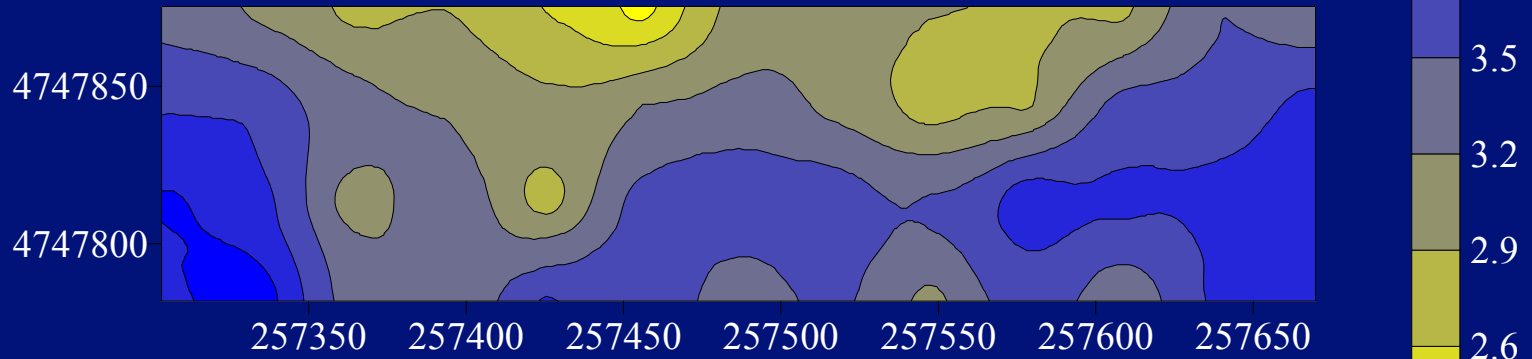
Normalized Difference Vegetative Index

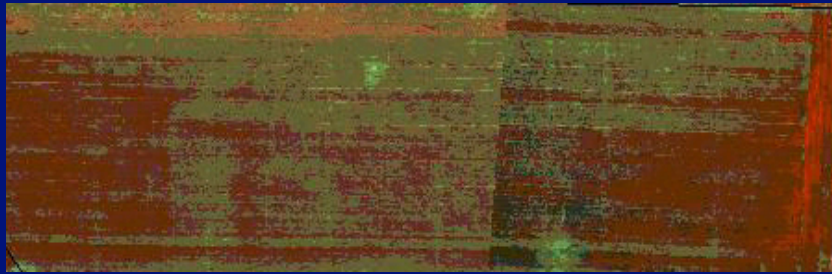
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

NDVI cresce linearmente con LAI (LAI < 4)



LAI

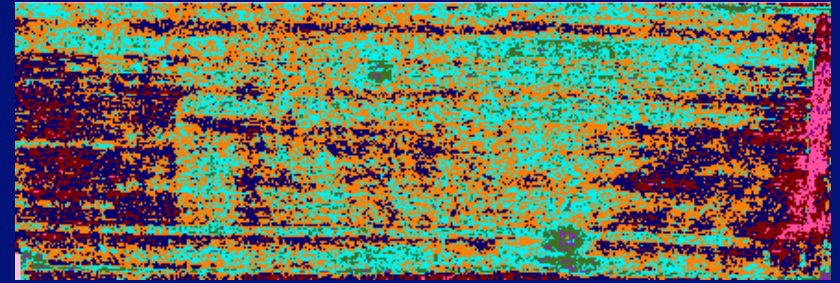




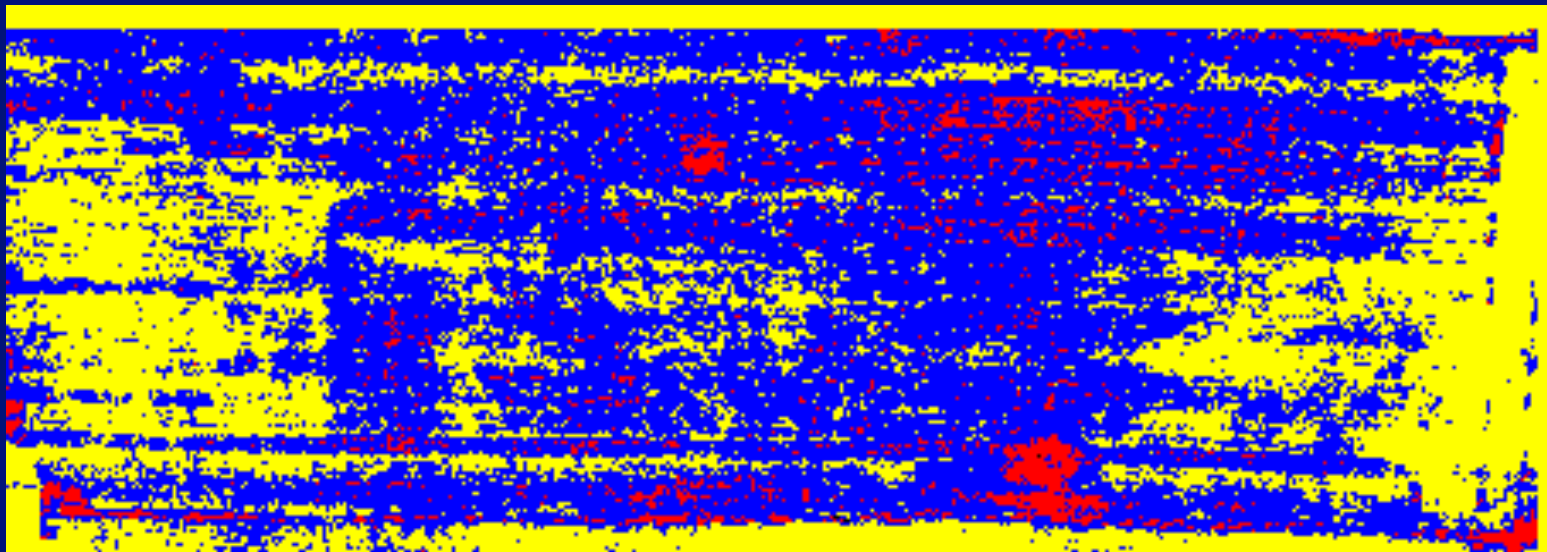
False Color Composite

①

NDVI



②



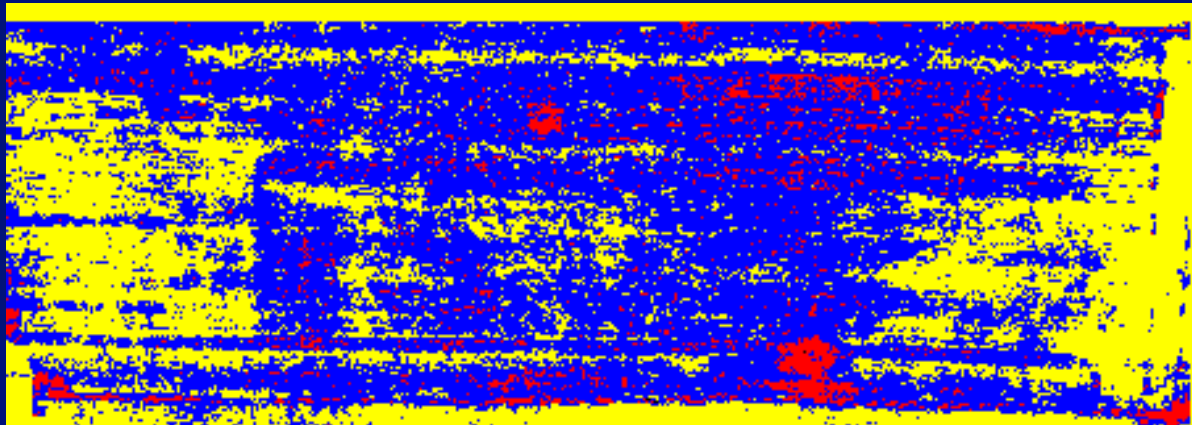
*NDVI
Classes*



Reclassified NDVI image showing 3 NDVI-Classes

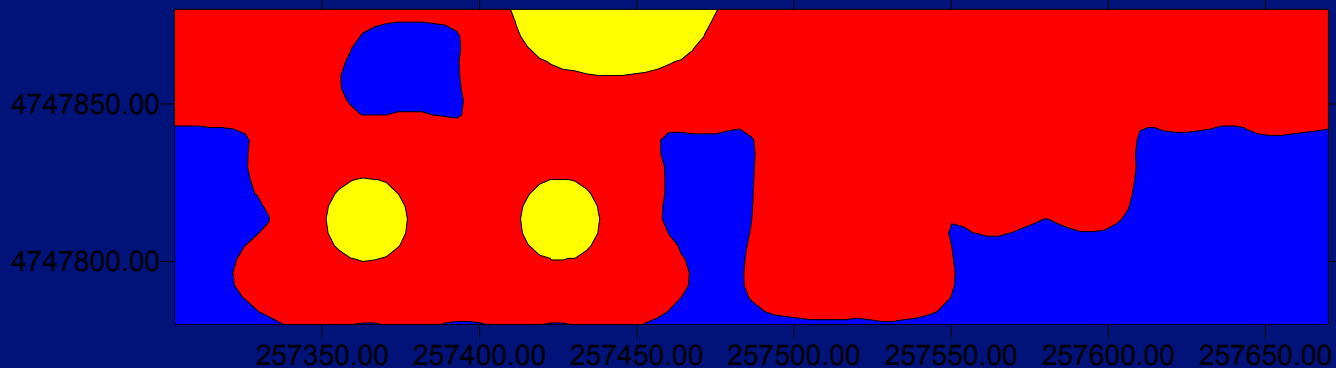
Class ID	Cell Counts	NDVI Class Range	NDVI	
			Mean	St. Dev.

1	3159	0-0.25	0.10	0.03
2	42528	0.25-0.5	0.43	0.05
3	23916	>0.5	0.59	0.05



Produzione Misurata (Kg ha⁻¹) (3 Zone)

Zone #



3

3200

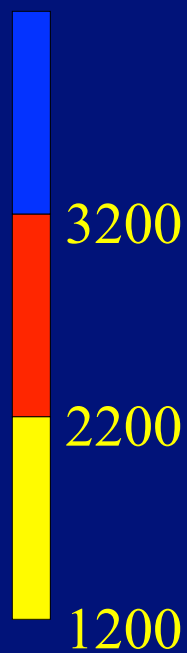
2

2200

1

1200

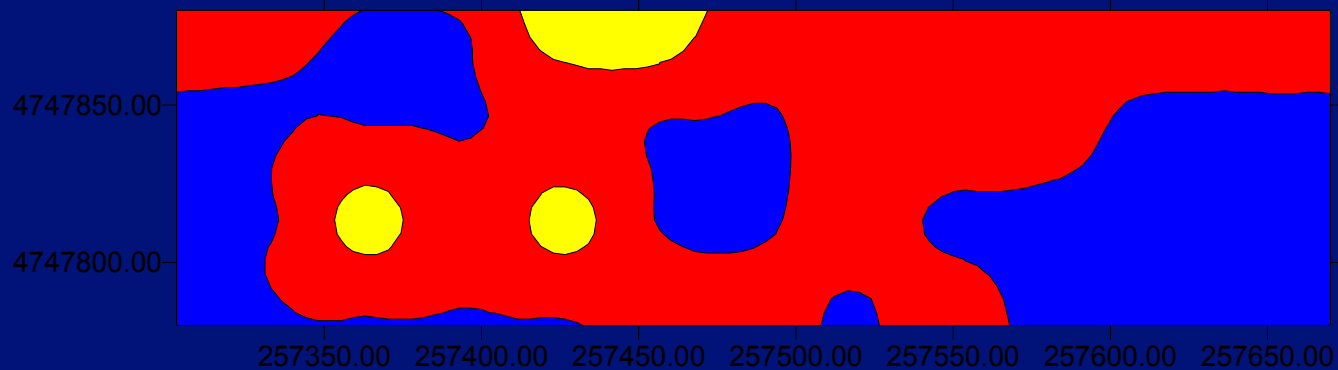
Produzione Simulata (Kg ha⁻¹) (3 Zone)



3200

2200

1200



4747850.00

4747800.00

257350.00 257400.00 257450.00 257500.00 257550.00 257600.00 257650.00

Momento di intervento e bilancio idrico

✓ Cosa serve conoscere:

- ET (ET_m in presenza di RFU)
- RU (RU_m con terreno alla CC) e RFU
- Apporti (N) e perdite (Pr), ovvero P_u

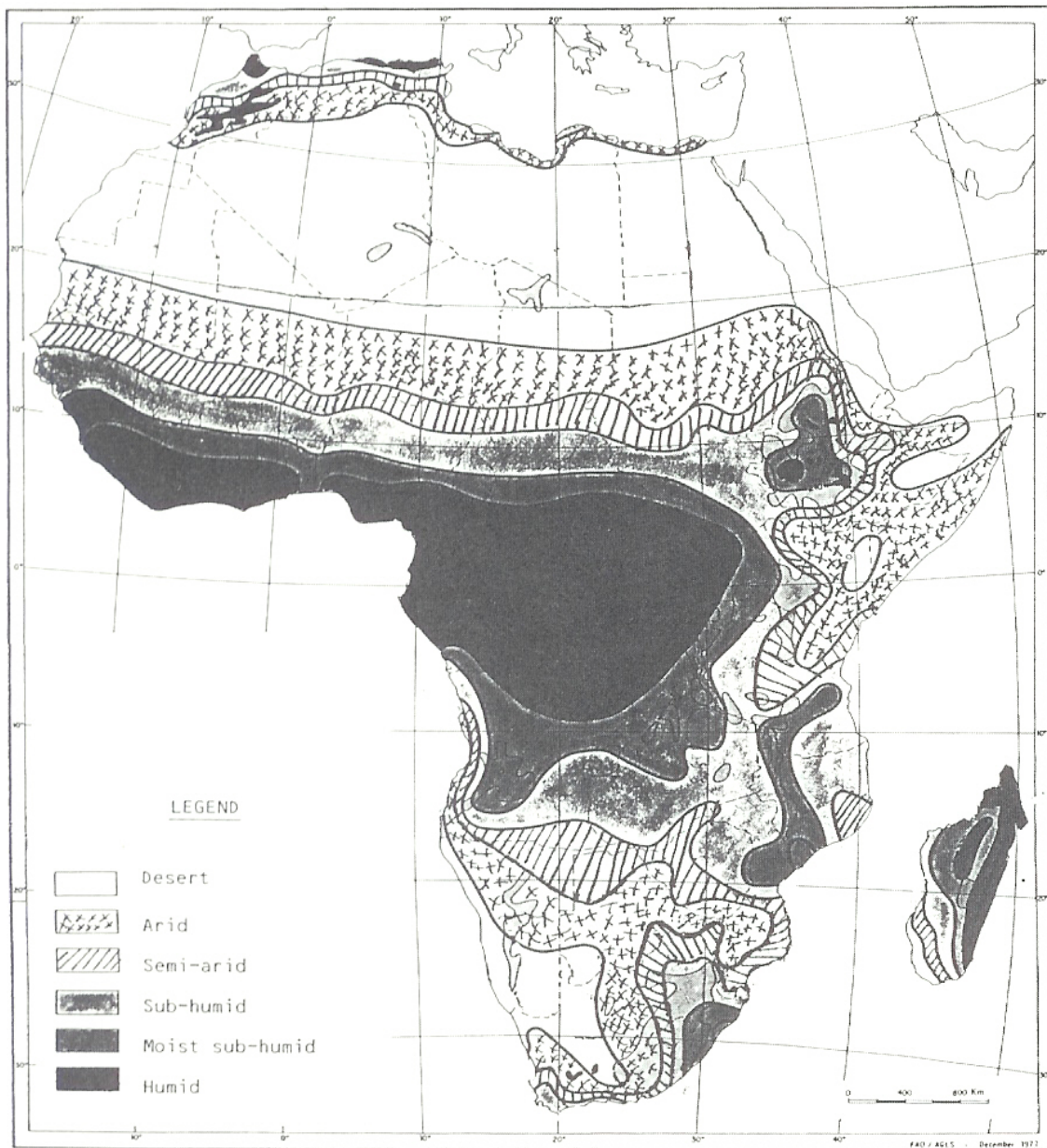
$$P_u = P - 5 \mapsto RFU_m + \sum_n^{n+p} ET - RFU \geq P - 5$$

$$P_u = RFU_m + \sum_n^{n+p} ET - RFU \mapsto \text{altrimenti}$$

Distribuzione dei consumi irrigui

- ✓ *Dotazione di punta*: corpo d'acqua di cui abbisogna l'azienda nel periodo dell'anno in cui l'indice di consumo è massimo (*periodo di punta*)
- ✓ max 15-20 d

Periodo di punta:
esempio climi Africa



Periodo di punta: climi desertici e aridi

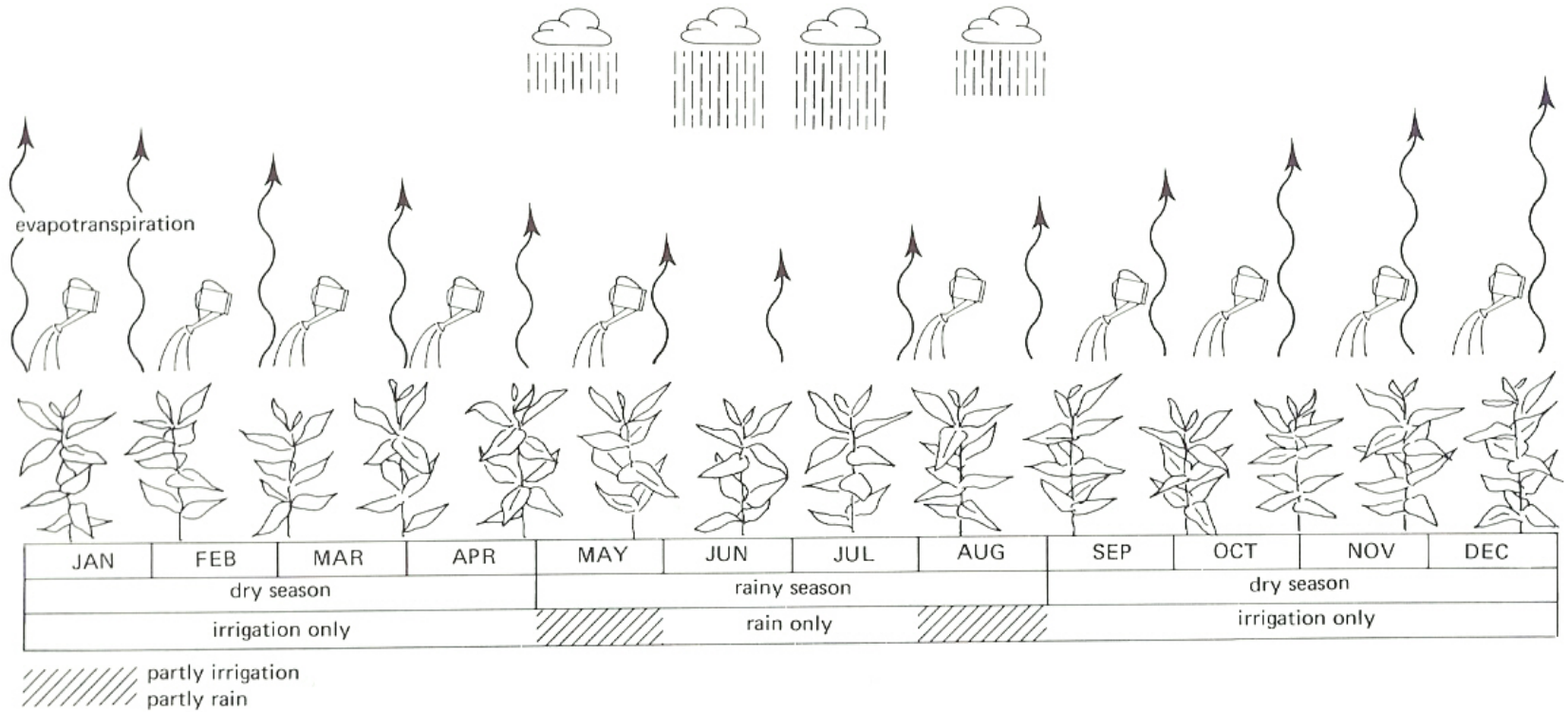


Fig. 3a

Rainfall and irrigation in desert and arid areas

Periodo di punta: climi semi-aridi

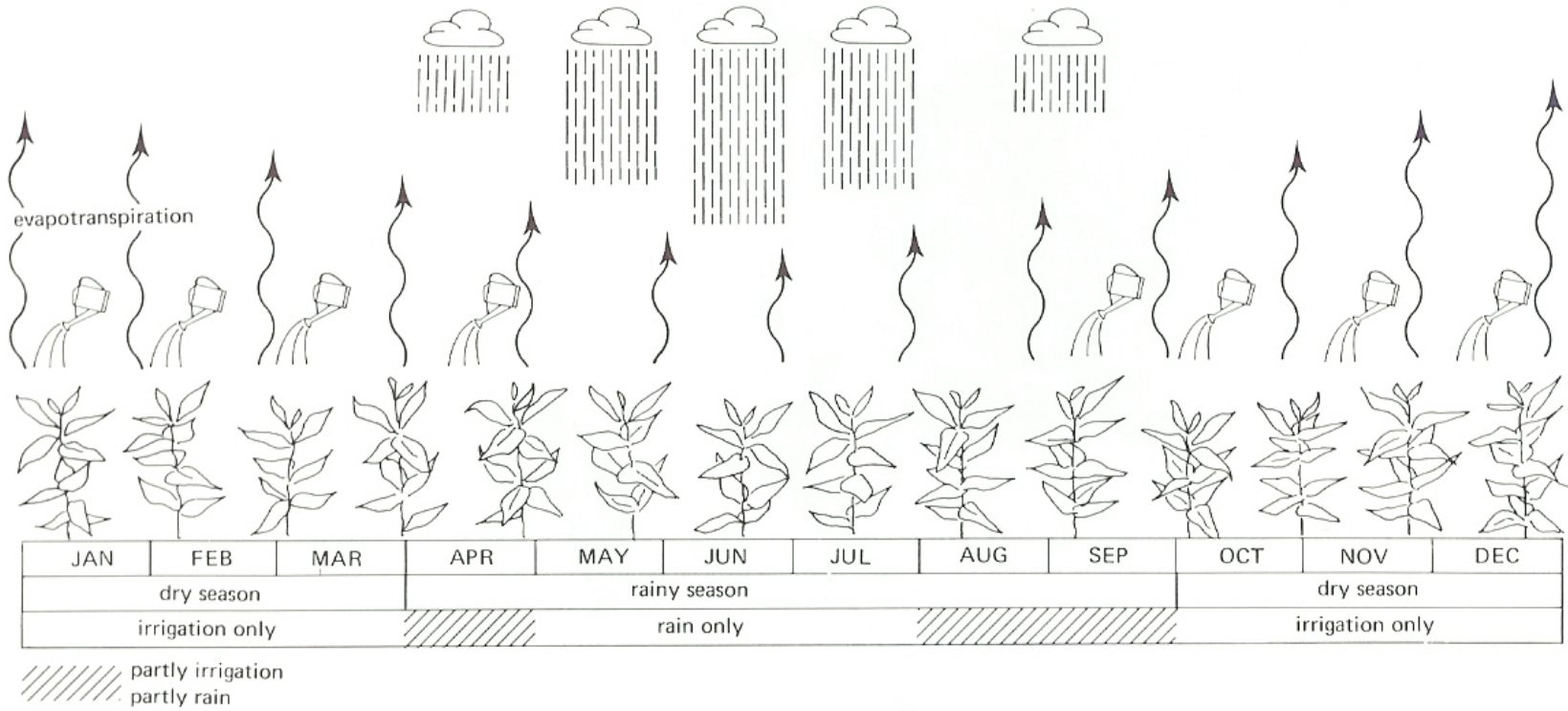


Fig. 3b

Rainfall and irrigation in semi-arid areas

Periodo di punta: esempio climi sub-umidi

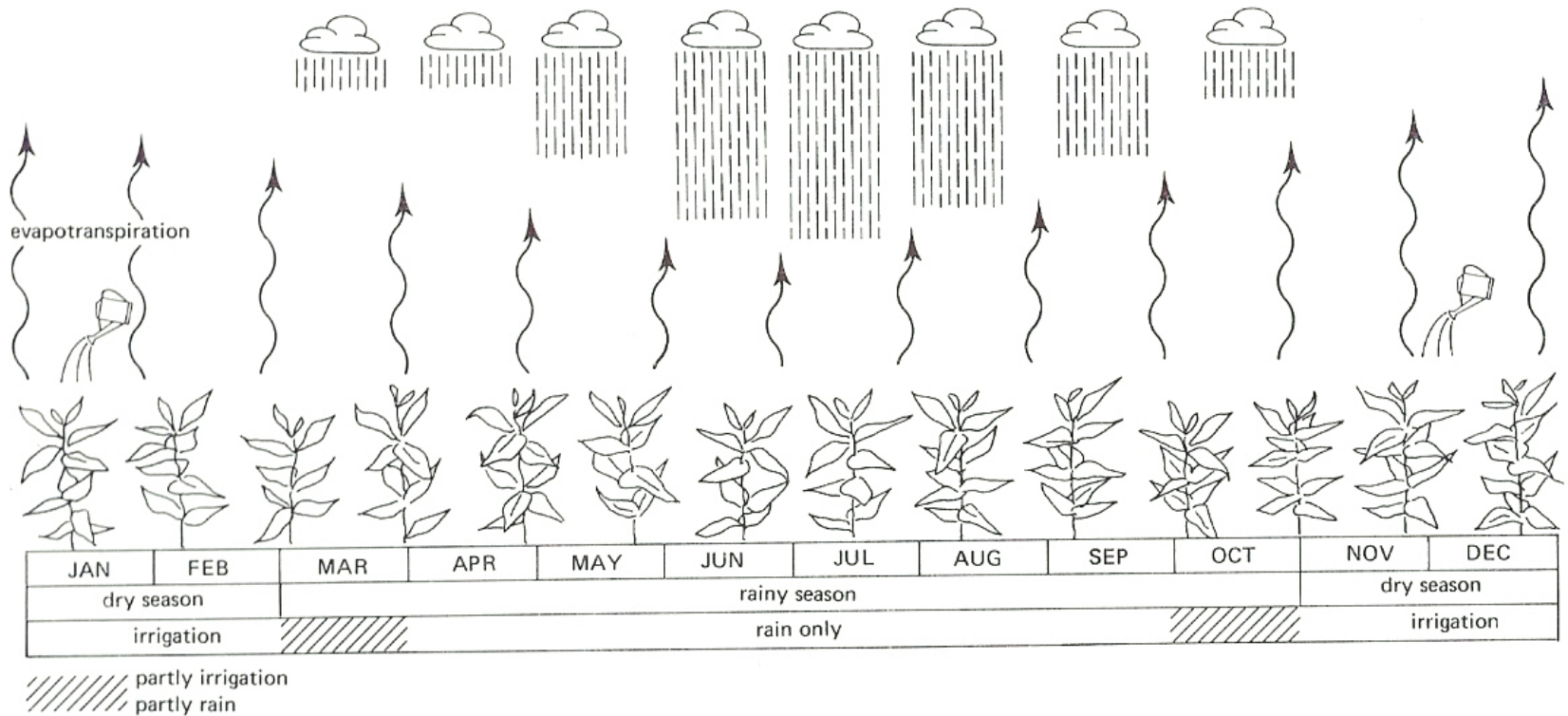


Fig. 3c Rainfall and irrigation in sub-humid and moist sub-humid areas

Periodo di punta: climi umidi

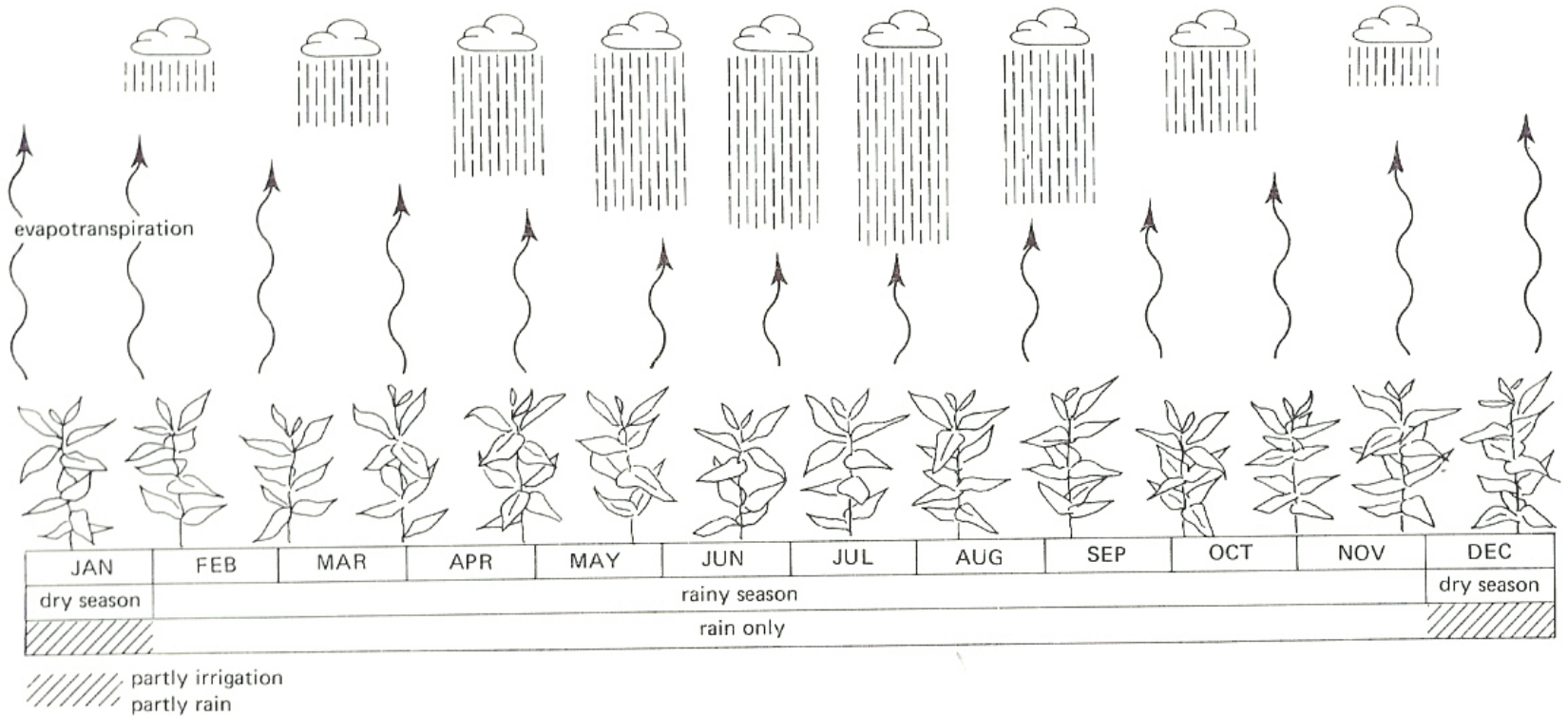


Fig. 3d

Rainfall in humid areas

L' IRRIGAZIONE SOSTENIBILE



OB. TECNICI: soddisfacimento dei fabbisogni idrici, evitando pericolose condizioni di stress, aumentando la superficie irrigabile



OB. AMBIENTALI: gestione ottimale delle risorse idriche; riduzione inquinamento delle acque, riuso idrico

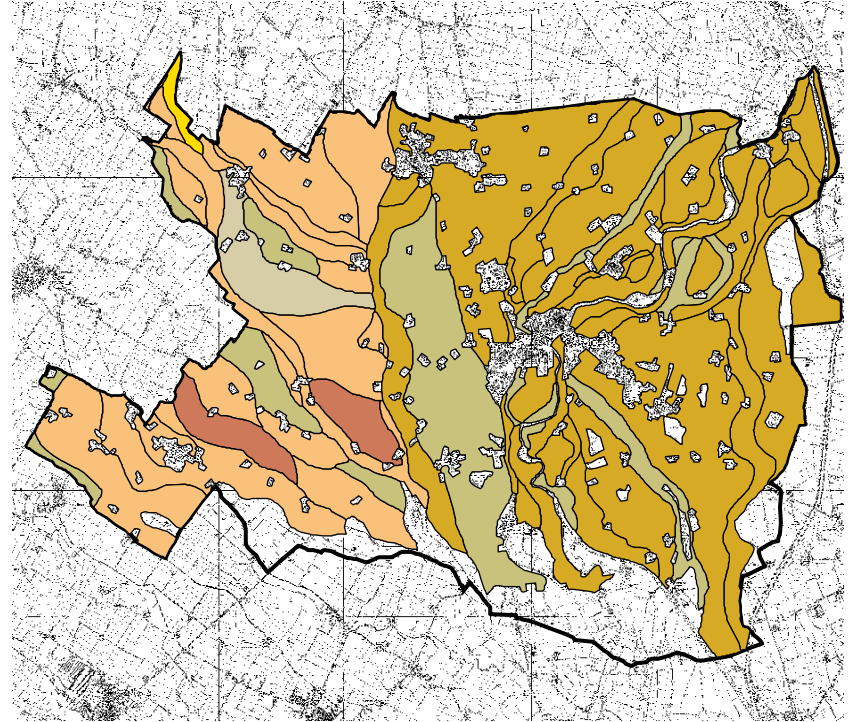


OB. ECONOMICI: riduzione dei costi

IRRIGAZIONE EFFICIENTE ?

L' esempio del Parco del Mincio

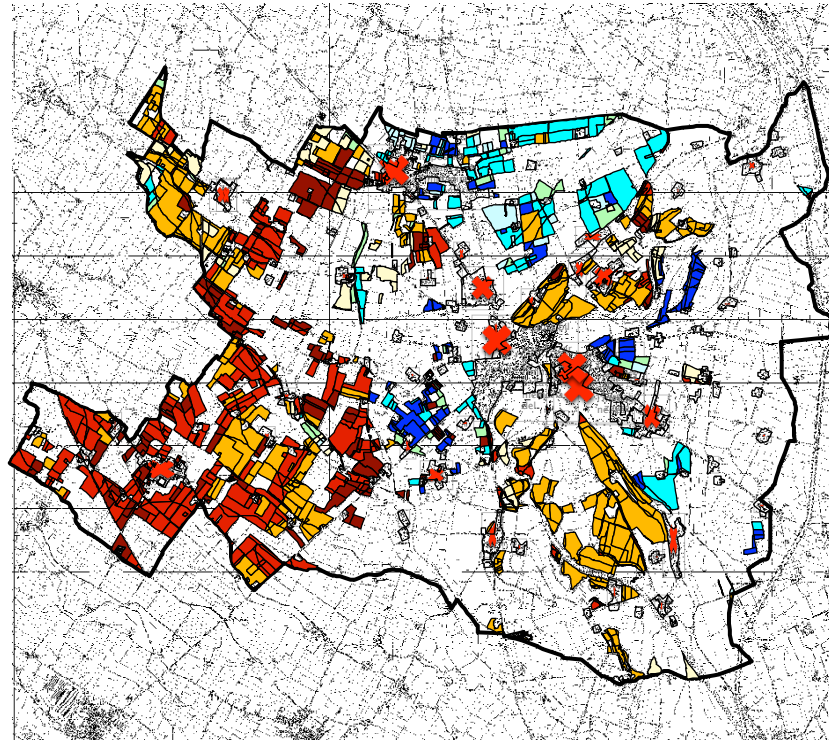
- 1) variabilità pedo-climatica
- 2) aziende zootecniche, diffuse prevalentemente nella zona orientale
- 3) nell' area occidentale, prevalgono le aziende con ordinamento caratterizzato da colture mercantili (soia, frumento, bietola, mais da granella, ecc).



Irrigazione stagionale (mm)

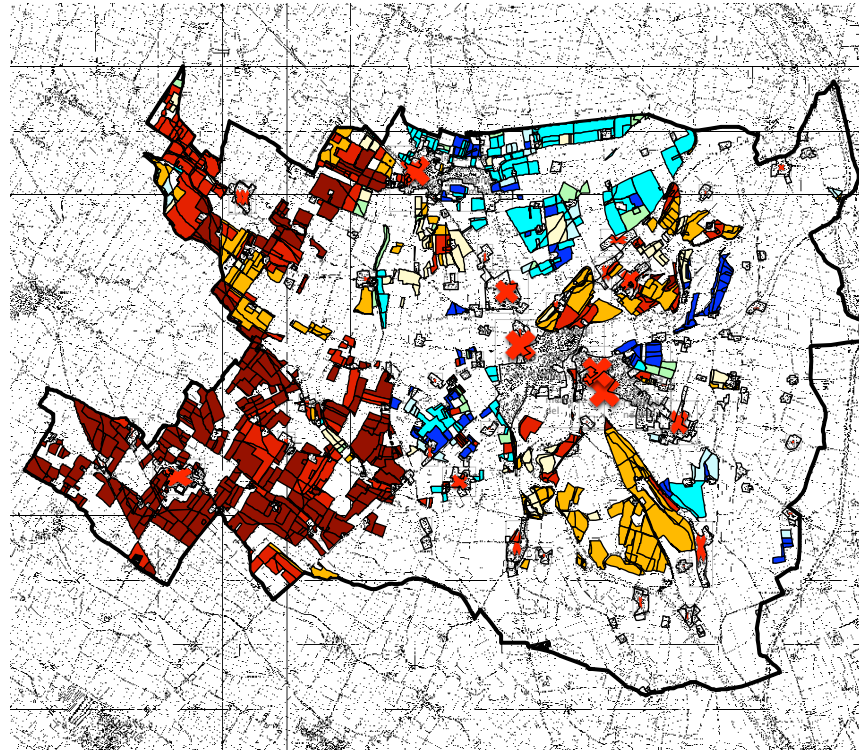
Sistemi irrigui a pioggia e a scorrimento

I volumi stagionali nei suoli a scheletro prevalente, in presenza di impianti a scorrimento, possono superare gli **800 mm**

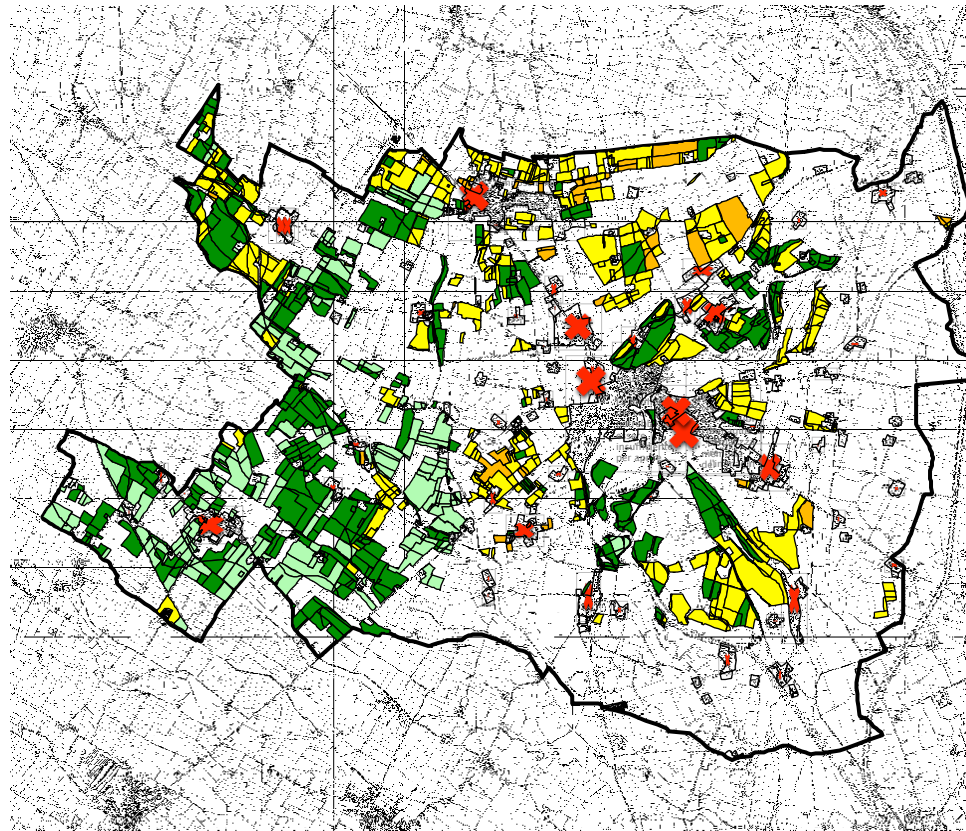


Percolazione (mm)

A volumi irrigui elevati corrispondono anche volumi di percolazione elevati, evidenziando condizioni di notevole inefficienza irrigua



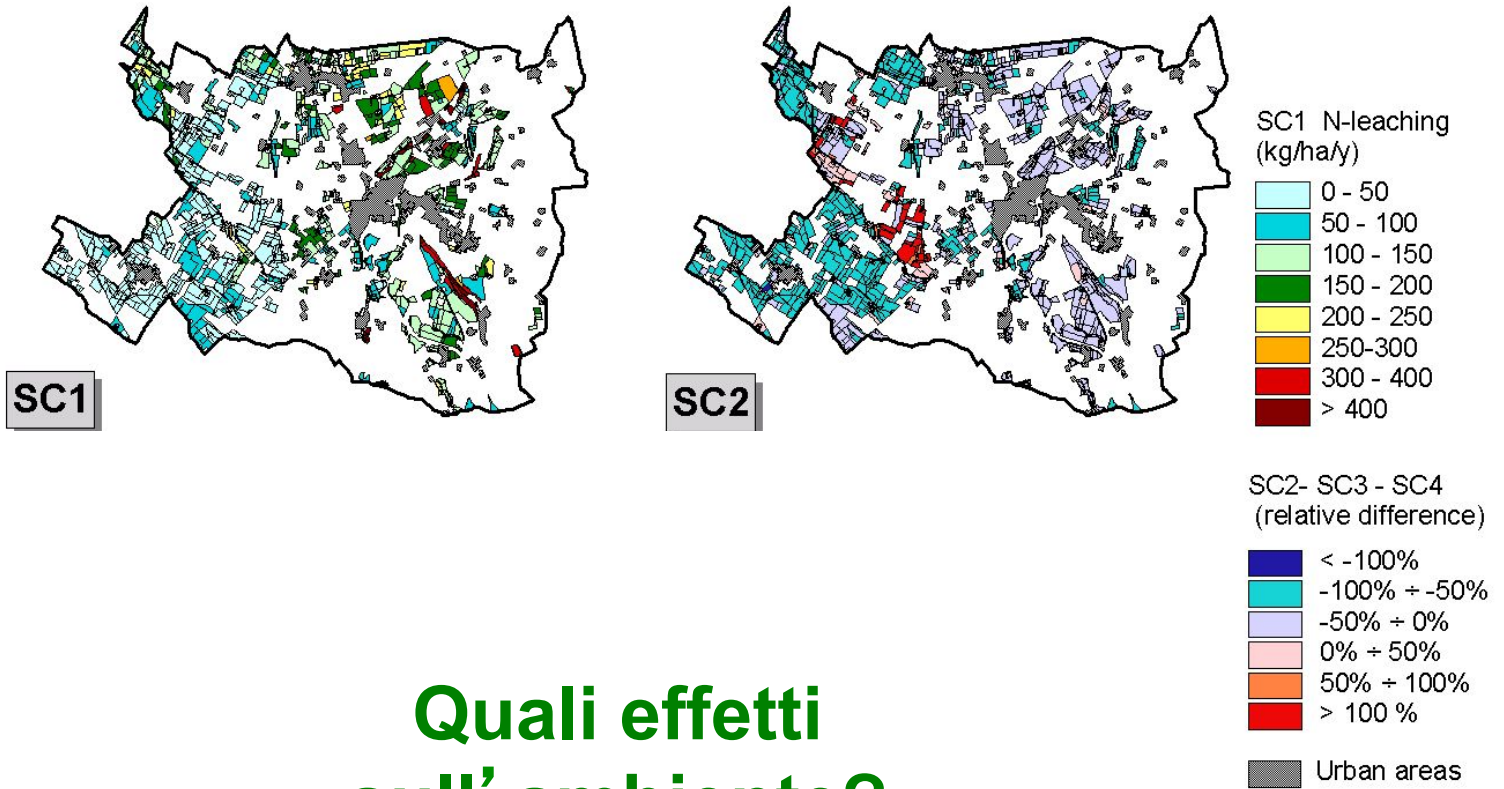
Lisciviazione del nitrato: indice di rischio



Indice di rischio



L'inefficienza irrigua ha anche dei risvolti negativi sulla qualità delle acque sotterranee



**Quali effetti
sull' ambiente?**

Efficienza idrica globale

$$E_i = \frac{\text{volume irriguo utilizzato dalla coltura}}{\text{volume irriguo derivato alla fonte}}$$

Non sono rari i casi in cui $E_i = 10\%$

Migliorare l'efficienza dell'irrigazione vuol dire intervenire nei tre comparti facendo in modo di innalzare tutte e tre le componenti dell'indice globale di efficienza irrigua !!!!

Fabbisogno di lisciviazione (LR)

$$LR = \frac{V_d}{V_i} = \frac{EC_i}{EC_d}$$

V_d = Volume acqua disperso con il drenaggio

V_i = Volume irriguo stagionale

EC_i = EC acqua irrigua

EC_d = EC massimo accettabile

Es.: EC_{75} peperone = 3.3

$EC_i = 1.0$

$LR = 1.0/3.3 = 0.303$

Classificazione delle acque in base alla conduttività ed al S.A.R.

