



Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



FREEWAT

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project



L'uso dell'acqua per la gestione della risorsa idrica in ambiente rurale

Giovanna De Filippis, Rudy Rossetto

Scuola Superiore Sant'Anna – Pisa



L'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee/1

- Sovrasfruttamento della risorsa idrica (impatto antropico e cambiamenti climatici; EEA, 2004)
- Scarsa attenzione alle attività di gestione e pianificazione in ambiente rurale (Pereira et al., 2009)



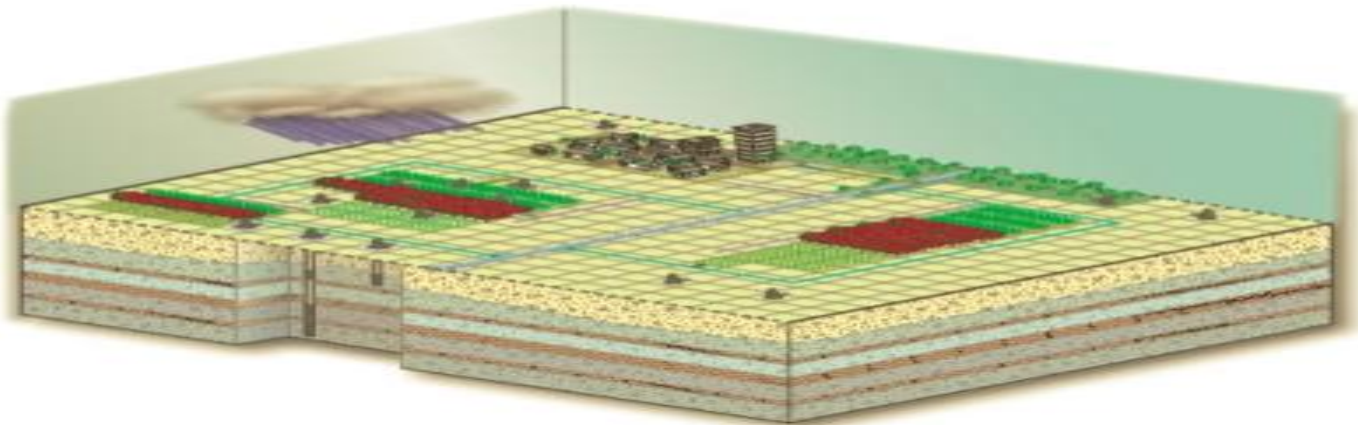


L'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee/2

- Pioggia come prima fonte di approvvigionamento per molte colture
- Se necessario, le acque superficiali possono essere immagazzinate in bacini artificiali per irrigazione
- In molti casi si ricorre anche alle acque sotterranee
- Necessità di strumenti software per l'applicazione della Direttiva Europea sull'Acqua (WFD 2000/60), in base a quanto auspicato dall'UE e dalla European Environment Agency

Strumenti ICT per l'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee/1

- I modelli numerici rappresentano degli strumenti utili per il supporto delle attività decisionali, di gestione e di monitoraggio e raccolta dati
- Caratterizzazione del sistema idrologico, rappresentazione dei processi dominanti
- Funzione predittiva (simulazione di scenari)



Strumenti ICT per l'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee/2

- Strumenti GIS per l'elaborazione di dati spaziali
- Immagazzinamento, analisi, elaborazione e visualizzazione di ampi dataset di dati spaziali
- Viene facilitato l'utilizzo di ambienti di simulazione complessi



FREEWAT

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project



Strumenti ICT per l'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee/3

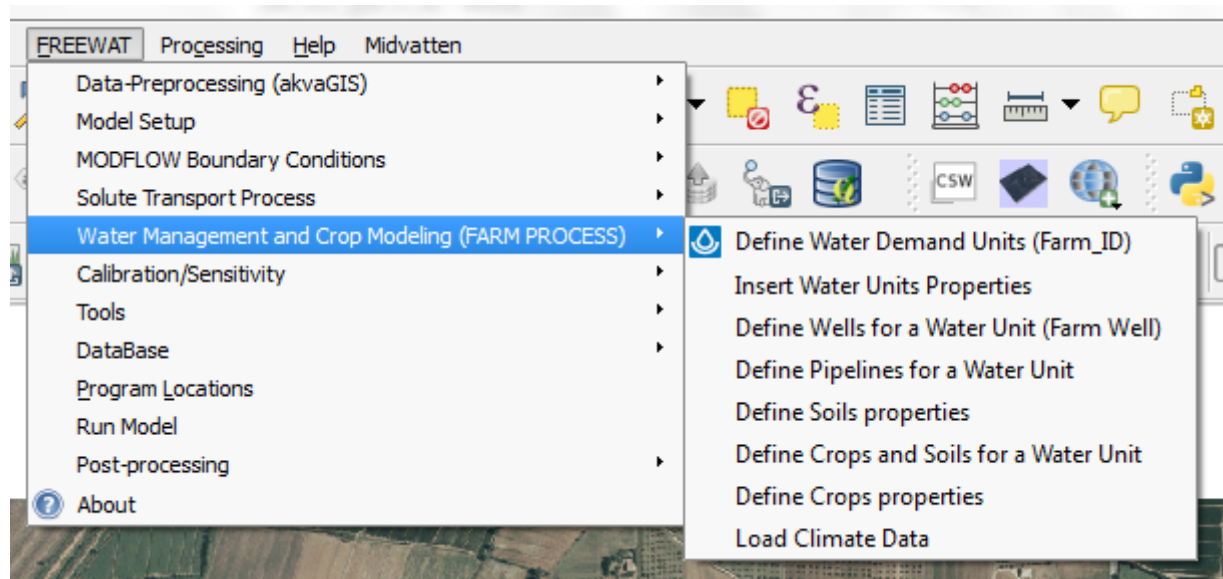
- Diversi codici per la simulazione 1D/2D della dinamica delle acque superficiali alla scala di bacino o a scala locale
- Necessità di codici per la simulazione dell'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee
- **Soil & Water Assessment Tool** (Neitsch et al. 2002; USDA)
- Codice fisicamente basato che sfrutta un approccio lumped per simulare diversi processi (ciclo idrologico, crescita della pianta, subsidenza)



II FARM PROCESS (FMP)/1

(Schmid et al., 2006; Schmid and Hanson, 2009; Hanson et al., 2014)

- Modulo integrato in FREEWAT per la simulazione dell'uso congiunto di acque superficiali e sotterranee



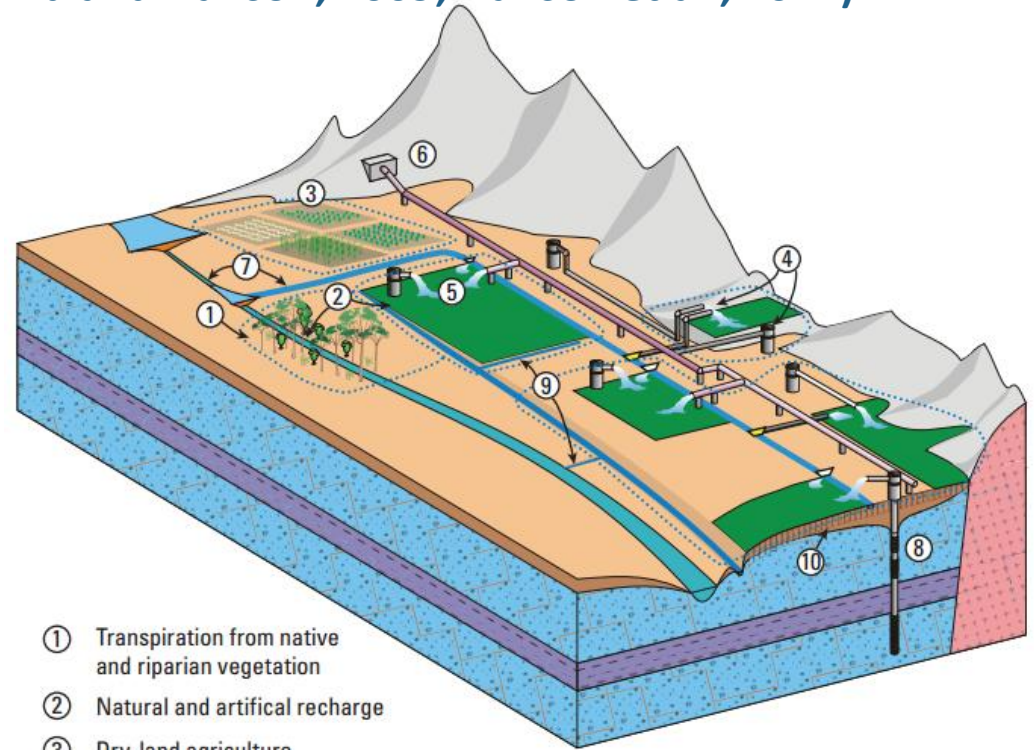
II FARM PROCESS (FMP)/2

(Schmid et al., 2006; Schmid and Hanson, 2009; Hanson et al., 2014)

Il Farm Process (FMP) permette di calcolare la domanda irrigua di un'azienda agricola, tenendo conto anche di eventuali perdite dalla rete di distribuzione e legate al metodo di irrigazione.

La domanda può essere soddisfatta da diverse fonti di approvvigionamento superficiali e/o sotterranee.

E' possibile anche tener conto del runoff superficiale e di eventuali limitazioni sulle fonti di approvvigionamento idrico.



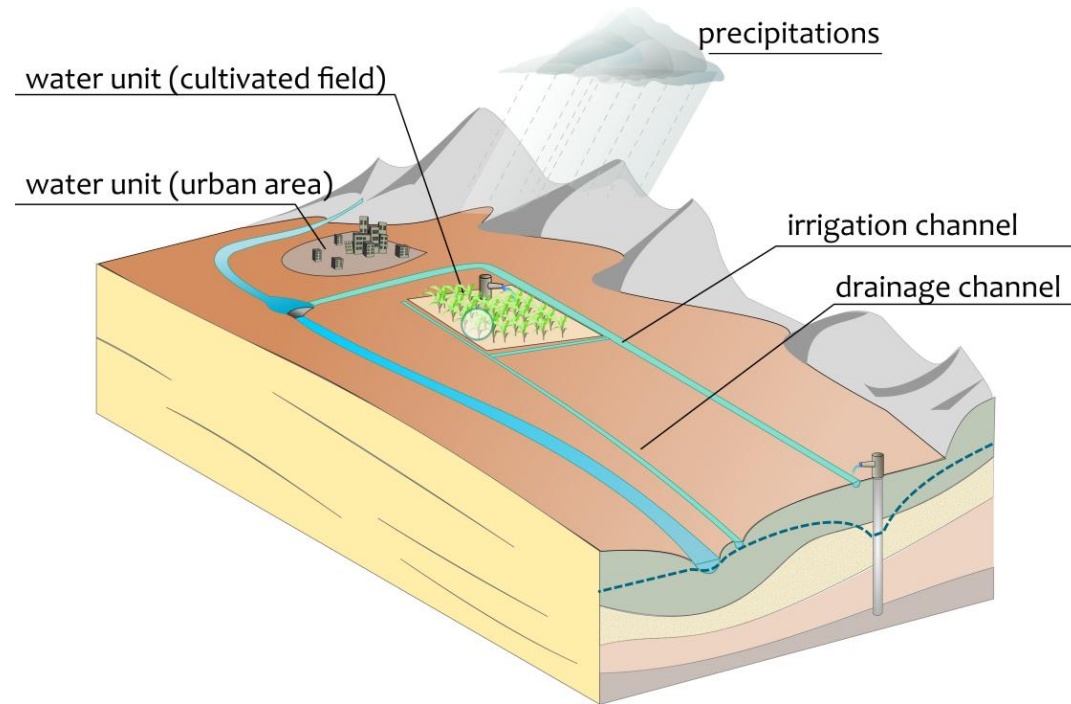
- ① Transpiration from native and riparian vegetation
- ② Natural and artificial recharge
- ③ Dry-land agriculture
- ④ Aquifer storage-and-recovery systems
- ⑤ Farm demand for irrigation from multiple sources of water
- ⑥ Non-routed deliveries as multiple water transfers to multiple delivery locations

- ⑦ Routed surface-water delivery to farm from canals and rivers
- ⑧ Groundwater pumpage from single- and multi-screened/multi-aquifer irrigation and supply wells
- ⑨ Runoff and drain return flows to rivers and canals
- ⑩ Delayed artificial recharge through unsaturated zone

 Water-accounting units

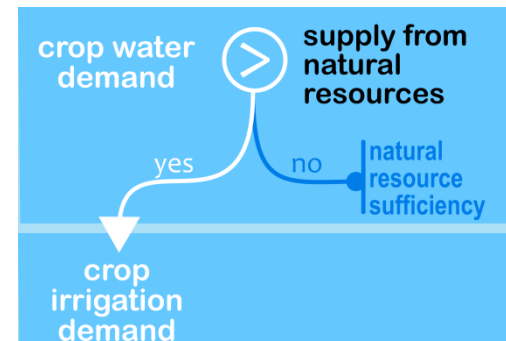
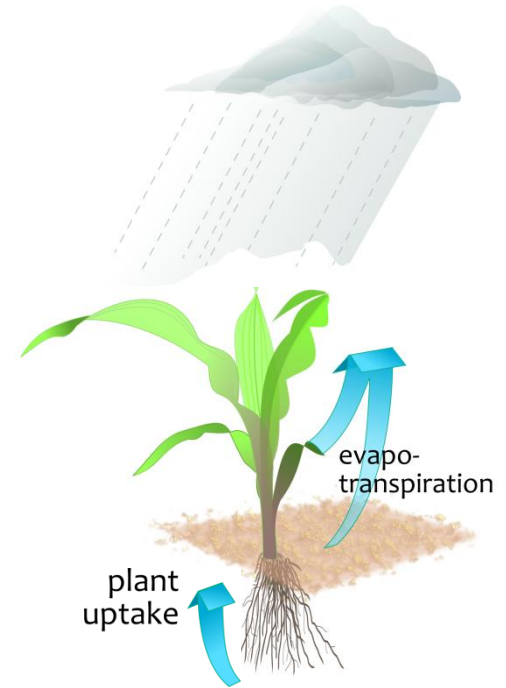
II FARM PROCESS (FMP)/3

- FMP calcola un bilancio idrico per specifiche regioni del modello (*farm - aziende*), determinandone la domanda idrica da parte delle colture e le fonti di approvvigionamento (canali di irrigazione, pozzi di estrazione)
- Accoppiamento con il modello di flusso delle acque superficiali e sotterranee
- Una farm non è altro che un'*azienda agricola*



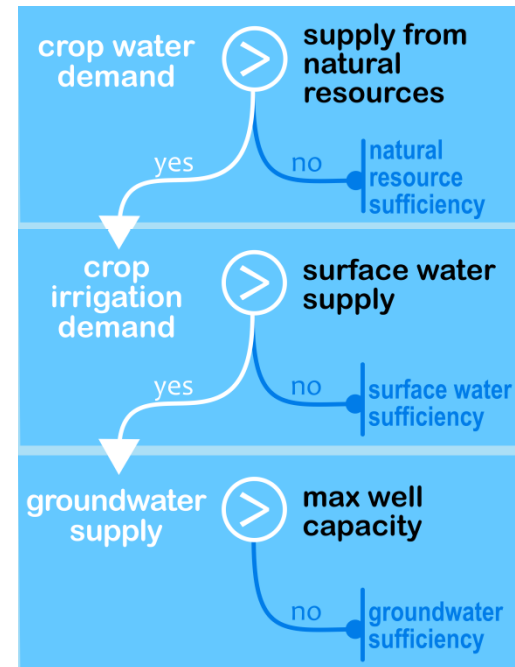
Domanda e approvvigionamento/1

1. Calcolo della **domanda dell'azienda**, dalla traspirazione della pianta e dall'evaporazione dal suolo
2. Si tenta di soddisfare la domanda per mezzo delle **precipitazioni** e dell'**assorbimento radicale**
3. Si determina poi una **domanda irrigua residua**, che tiene conto anche delle perdite dalla rete di distribuzione e del metodo di irrigazione



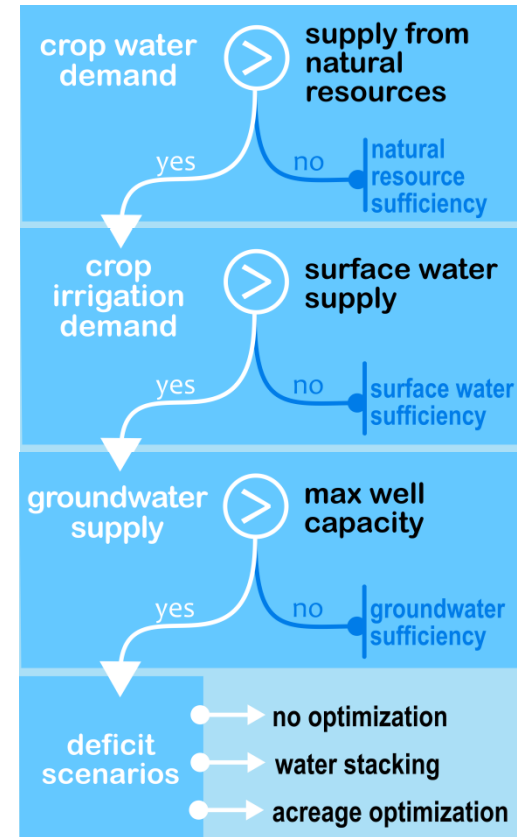
Domanda e approvvigionamento/2

4. Si tenta di soddisfare la domanda irrigua residua per mezzo di fonti di approvvigionamento da *acque superficiali* (fonti esterne, canale principale, canali secondari). E' possibile anche imporre dei limiti sull'assegnazione dell'acqua all'azienda
5. Si tenta di soddisfare la domanda irrigua residua per mezzo di fonti di approvvigionamento da *acque sotterranee* (pozzi di estrazione)



Domanda e approvvigionamento/3

6. Si calcola l'acqua in eccesso (*runoff superficiale* e/o *percolazione*)
7. Si valuta l'eventuale verificarsi di un *deficit idrico* (due metodi di ottimizzazione sono disponibili)

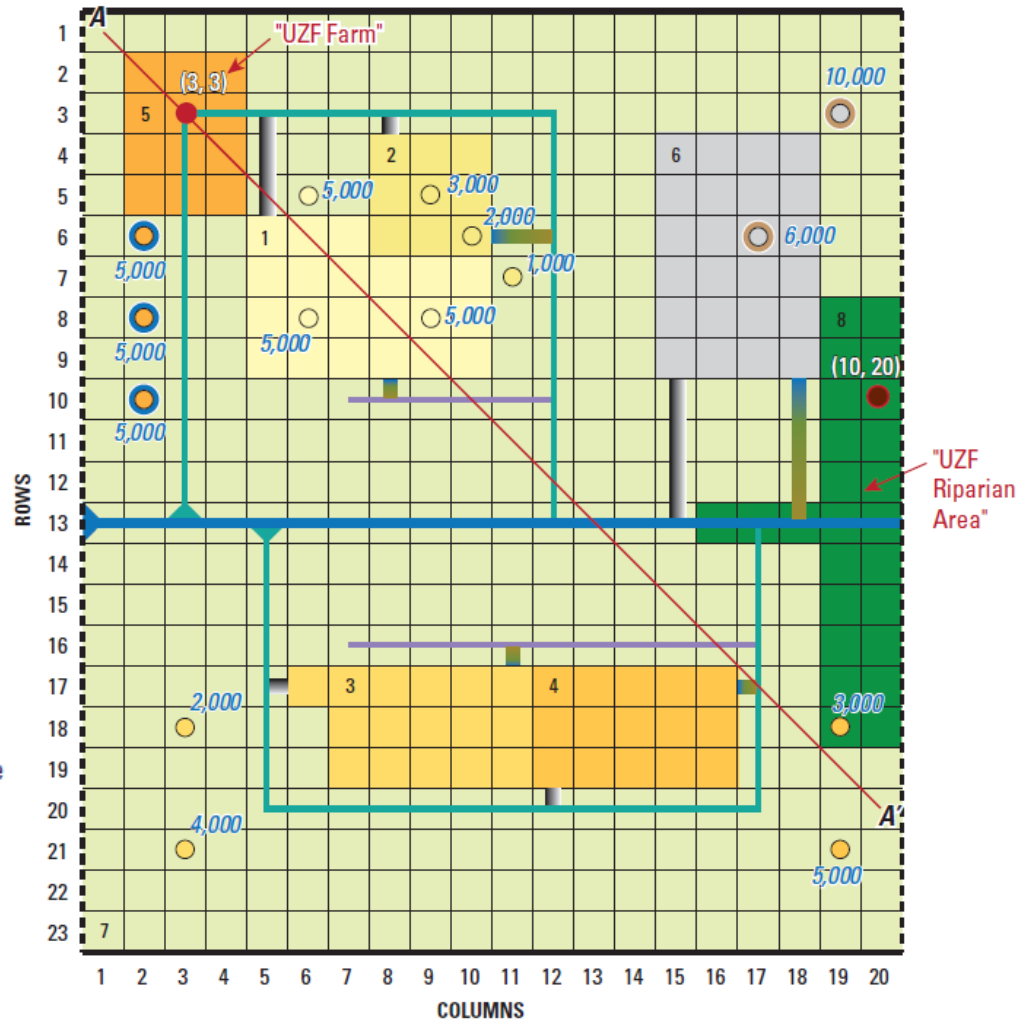


Definizione di uno scenario/1

- Definizione dei limiti delle aziende agricole
- Tutta la parte non occupata dalle aziende, è definita come una “azienda virtuale” non irrigata

Farms—Number and activity

1	Irrigated agriculture	5	Irrigated agriculture
2	Irrigated agriculture	6	Irrigated urban vegetation
3	Irrigated agriculture	7	Native vegetation
4	Irrigated agriculture	8	Riparian vegetation



Definizione di uno scenario/2

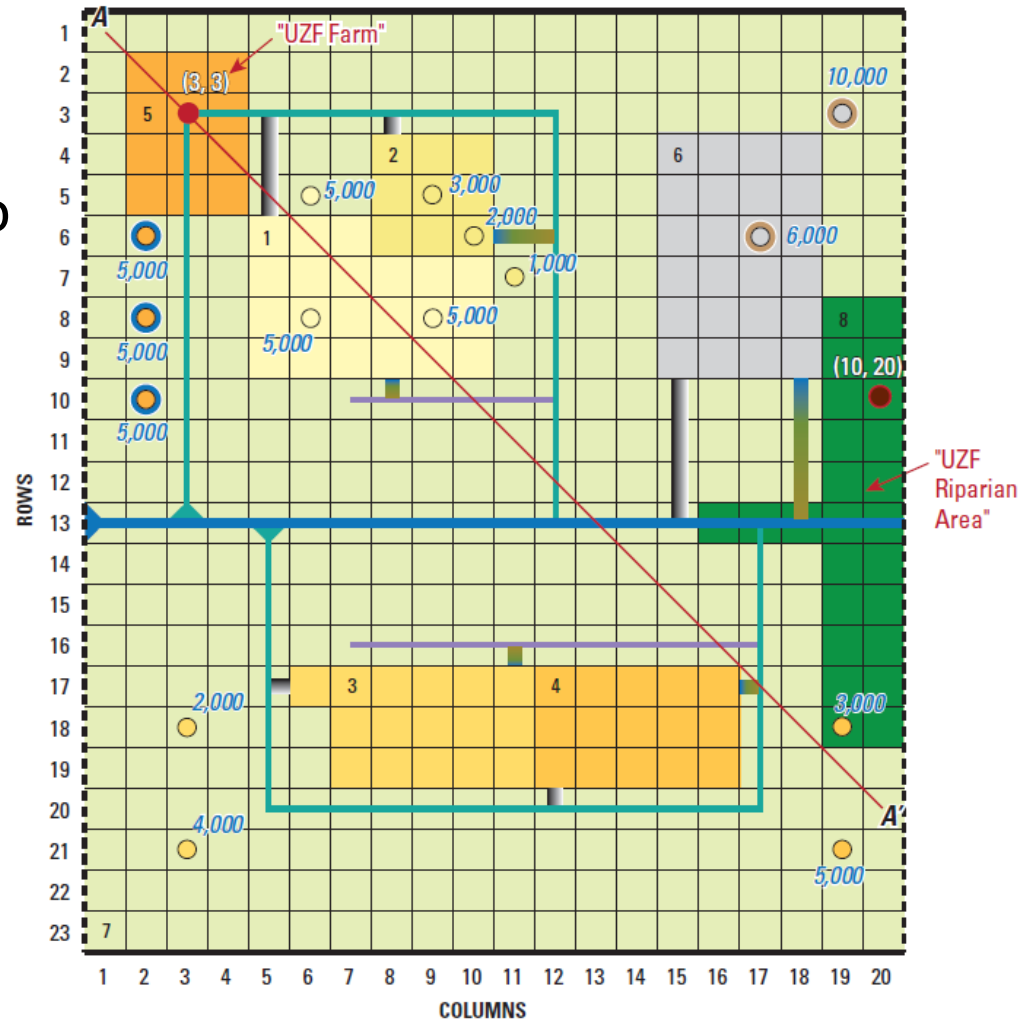
- Per ogni azienda si definiscono:
 - fonti di approvvigionamento da acque superficiali
 - pozzi di estrazione

Wells—Supply to

- Farm 1
- Farm 2
- Farm 3
- Farm 4
- Farm 5
- Farm 6
- Multi-node farm well screened in layers 1 – 4
- Multi-node farm well screened in layers 2 – 4
- 5,000 Maximum pumping capacity, in meters cubed per day

Surface water

- ▬ Semi-routed deliveries
- ▬ Semi-routed remote return-flow locations
- ▬ Stream (6-meter width), $K_v = 0.2$ meter per day
- ▬ Canal (3-meter width), $K_v = 0.01$ meter per day
- ▬ Drain (3-meter width), $K_v = 1$ meter per day

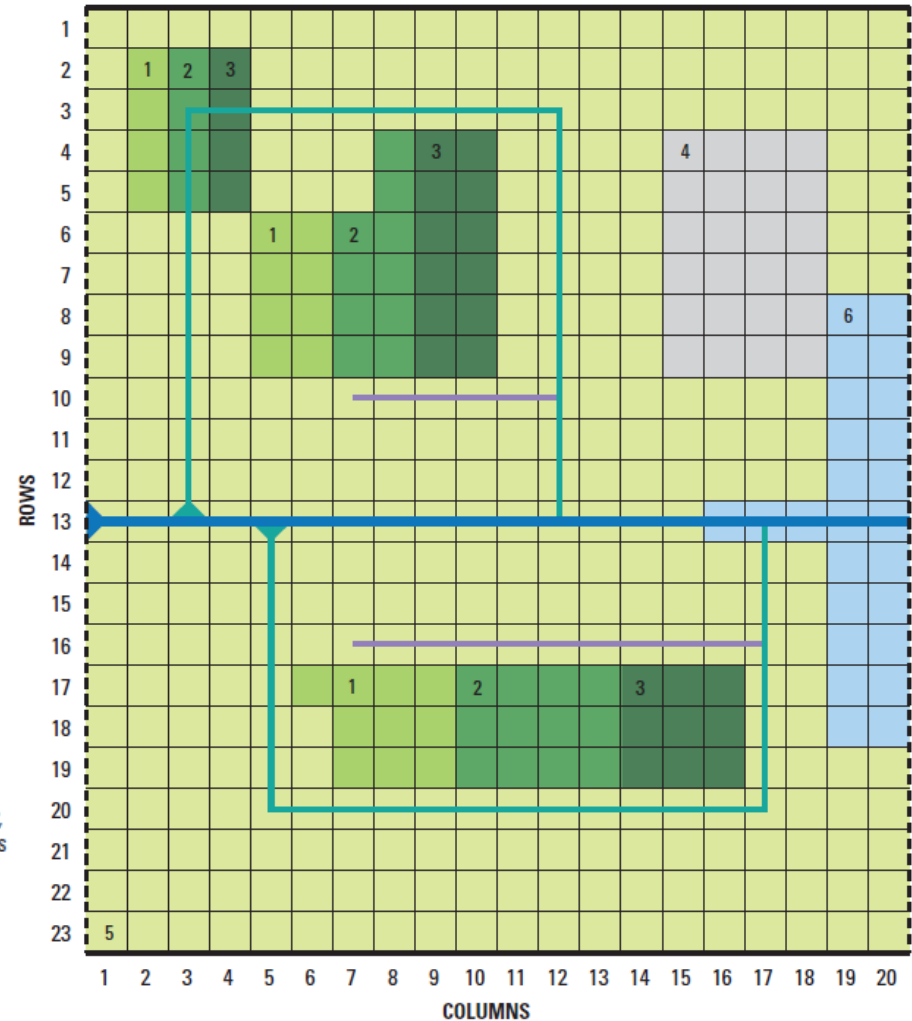


Definizione di uno scenario/3

- Definizione delle colture
Nelle aree non irrigate (aree urbane, corpi idrici superficiali) possono essere definite delle “colture virtuali”

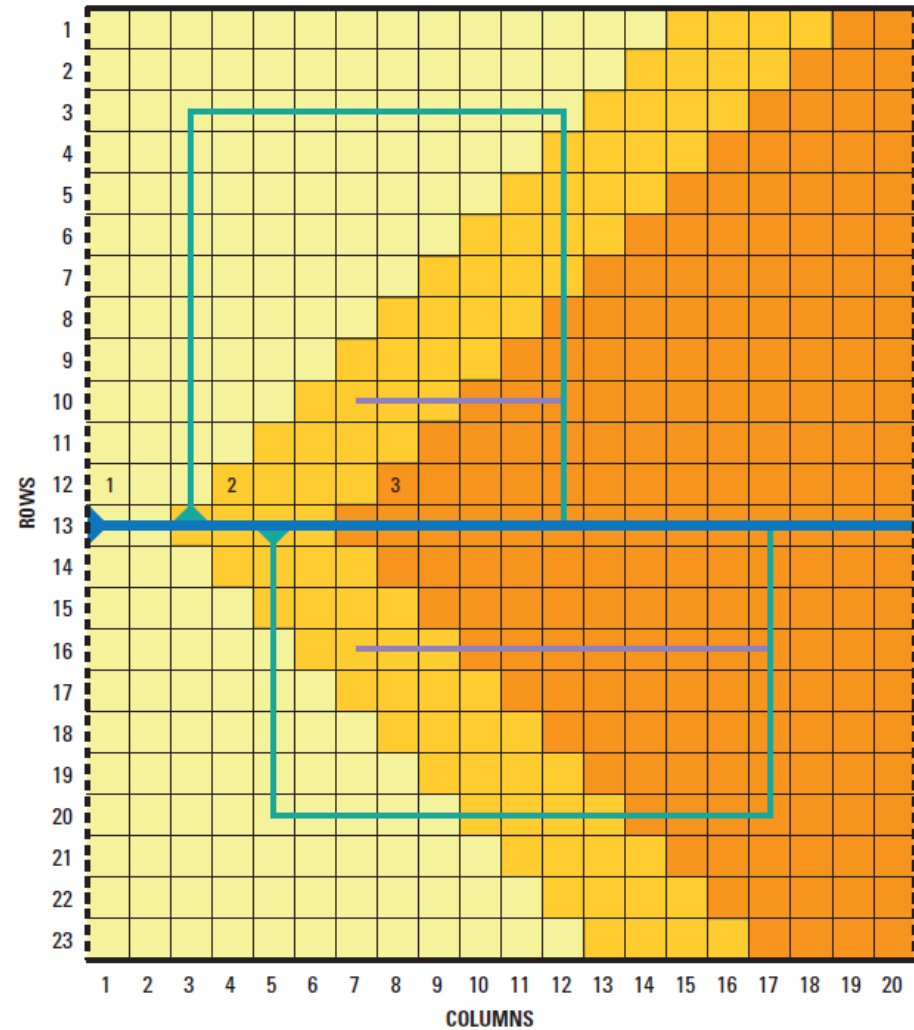
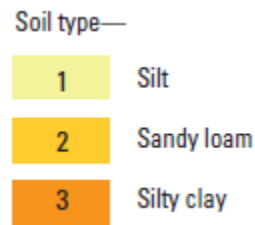
Crop or vegetation type—

<p>1 Vegetable row crops (20% cabbage, 50% lettuce, 30% green beans)</p>	<p>4 Irrigated urban (Lawns and gardens simulated as turf)</p>
<p>2 Orchards (33% apples, 33% cherries, 33% walnuts)</p>	<p>5 Native (25% pasture-grazed, 25% grass-clover, 25% wildlife area, 25% nonbearing trees and vines)</p>
<p>3 Winter grains (33% barley, 33% wheat, 33% oat hay)</p>	<p>6 Riparian (Willows)</p>



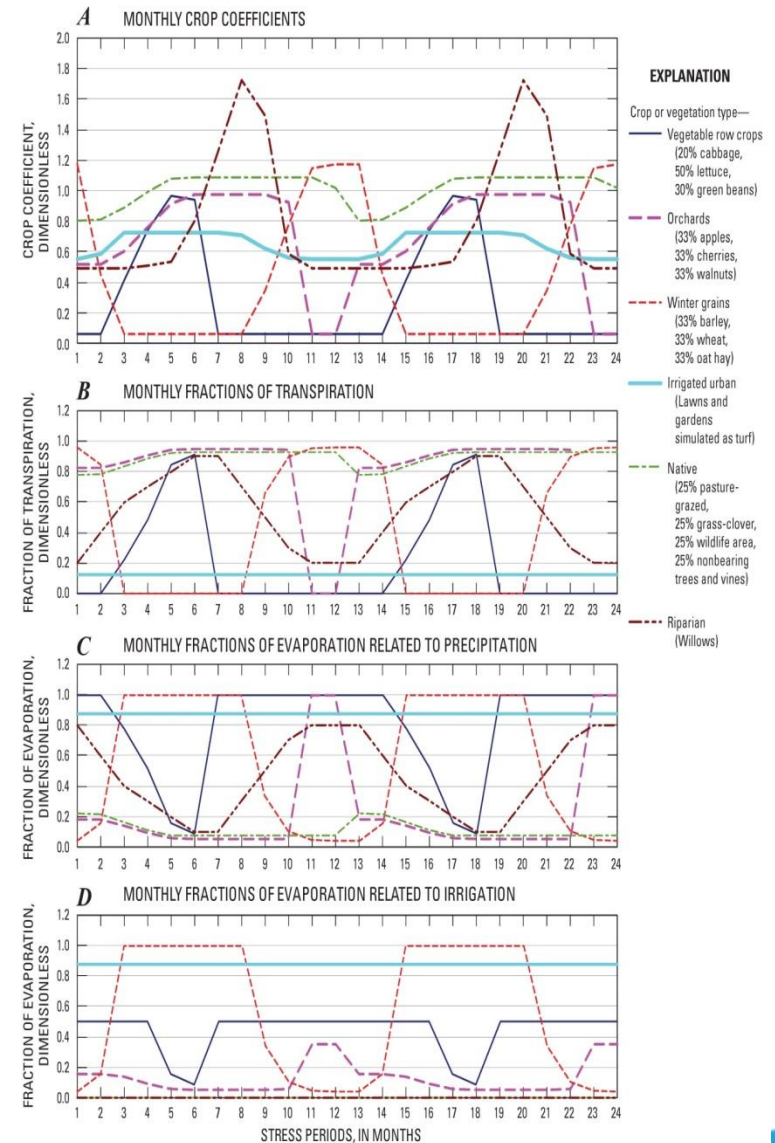
Definizione di uno scenario/4

- Definizione delle tipologie di suolo e delle rispettive proprietà (spessore della frangia capillare)



Definizione di uno scenario/5

- Definizione delle proprietà delle colture:
 - coefficiente colturale (K_c)
 - frazione di traspirazione
 - frazione di evaporazione da precipitazioni
 - frazione di evaporazione da irrigazione





Calcolo dell'evapotraspirazione/1

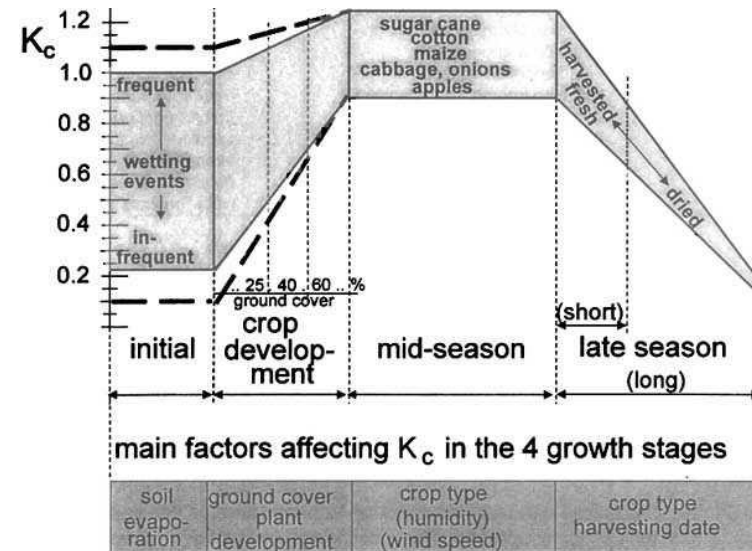
- ✓ Il coefficiente colturale esprime la differenza tra l'evapotraspirazione della pianta e quella di una coltura di riferimento
- ✓ Si definisce un K_c medio che tenga conto di entrambi i processi (evaporazione + traspirazione)
- ✓ Passo temporale almeno decadale

Calcolo dell'evapotraspirazione/2

✓ Il coefficiente colturale ha un andamento temporale variabile in base alla crescita della pianta (rispecchia la variazione di evapotraspirazione dovuta alla variazione di copertura del suolo, dell'altezza della coltura e dell'area fogliare)

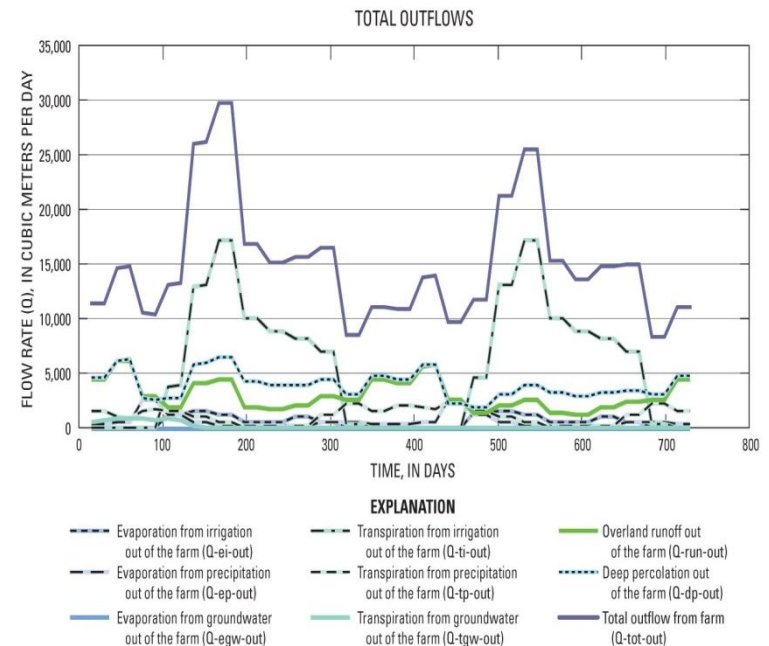
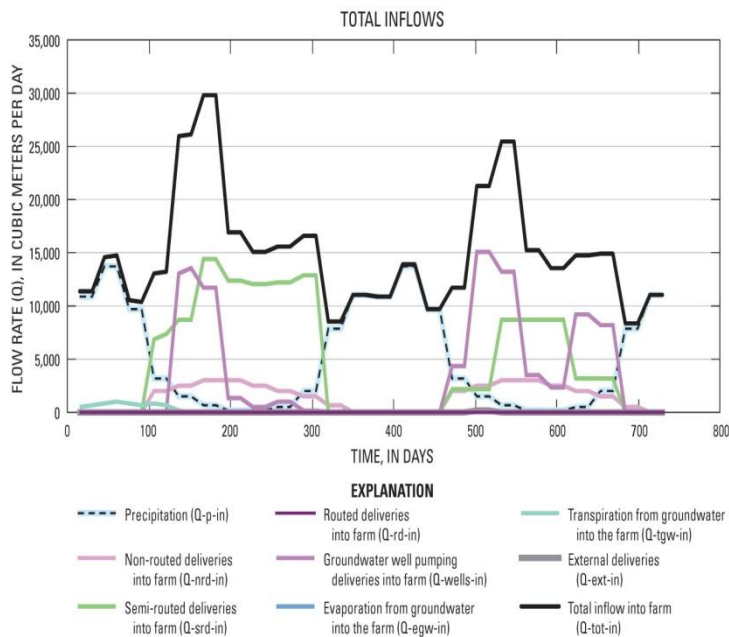
✓ L'evapotraspirazione è espressa come:

$$ET_c = K_c * ET_0$$



Risultati del modello

- FMP produce un bilancio (entrate e uscite) per ogni azienda:
 - variazione nel tempo della domanda idrica
 - contributo dalle varie fonti di approvvigionamento
 - ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica in caso di deficit



Grazie per l'attenzione

Giovanna De Filippis – Scuola Superiore Sant'Anna
g.defilippis@santannapisa.it

Rudy Rossetto – Scuola Superiore Sant'Anna
r.rossetto@santannapisa.it



FREEWAT

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project

FREEWAT - Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 642224

