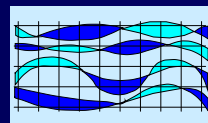


L'irrigazione antibrina



Stefano Anconelli



C.E.R. Bologna

Risultati del pg. DIsgELO (1999-2003) finanziato dalla Regione ER - L28/98

Tipi di gelata

Irraggiamento

Cielo sereno

Bassa umidità

Calma di vento



Inversione termica

Avvezione

Movimento di masse
d'aria fredda

Negli ambienti emiliano-romagnoli le gelate sono quasi sempre per irraggiamento

*ogni grammo
d'acqua
che ghiaccia
libera 80 calorie*

irrigazione antibirina

SOPRACHIOMA

con irrigatori a pioggia lenta

con mini-irrigatori

localizzata con micro-irrigatori

SOTTOCHIOMA

con micro-irrigatori

soprachioma a pioggia lenta

deve soddisfare le seguenti condizioni:



- apportare la quantità d'acqua sufficiente a seconda dell'intensità della gelata, delle colture e della loro fase fenologica;
- ripartire l'acqua più uniformemente possibile su tutta la superficie da proteggere;
- irrigare in continuo durante tutto il periodo della protezione.

aspetti idraulici



particolare di un
irrigatore a schiaffo

- ugelli da 3.5-4.5 mm di diametro foro (meglio a fessura, che cilindrici)
- portate da 0.3-0.4 l/s
- irrigatori disposti a 18 x 16, meglio se a triangolo a 15 x 15 m
- velocità di rotazione di almeno 1 giro/minuto (meglio 40-50 sec)
- pluviometrie elevate: almeno 4.5 mm/h fino a 6 mm/h
- pressione di esercizio 3-4.5 Atm. per garantire una buona velocità di rotazione e polverizzazione del getto)



all'inizio del periodo di rischio è importante effettuare tutte le verifiche necessarie per assicurare il corretto funzionamento dell'impianto



quando avviare l'irrigazione



- considerare la temperatura del **bulbo bagnato**
- in funzione della soglia critica della coltura da proteggere ($0.5-1^{\circ}\text{C}$ sopra tale soglia)
- **prudenzialmente** quando la temperatura del termometro a bulbo bagnato scende a 0°C

ATTENZIONE: con umidità inferiore al 70-80%, alla partenza parte dell'acqua potrebbe evaporare sottraendo calore (**590 cal/g**)

quando arrestare l'irrigazione



- la temperatura del termometro a bulbo asciutto, fuori dalla zona protetta, deve superare i $2-3^{\circ}\text{C}$, con un aumento di almeno 1°C per ora
- il ghiaccio diventa opaco e inizia a sciogliersi

ATTENZIONE: al sorgere del sole il ghiaccio potrebbe evaporare sottraendo calore (670 cal/g)

limiti dell'irrigazione a pioggia lenta

- *Elevati consumi idrici*
- *Ristagni idrici > asfissia radicale*
- *Degradazione struttura del terreno*
- *Dilavamento nutrienti e inquinanti*
- *Rotture branche e caduta fiori*
- *Costi elevati*





➤ **IMPIEGANDO IMPIANTI CON MINI-SPRINKLER**

- **SPRUZZATORI** da 150-300 l/h con un diametro degli ugelli di 1.5-2 mm
- **SESTO D'IMPIANTO** da 7 x 7m fino a 10 x 10 m
- **PLUVIOMETRIA** 3 - 4 mm/h
- **PRESSIONE:** 2 - 3 atm.

- **PARTENZA:** $T^{\circ}\text{C}$ bulbo bagnato 0°C per evitare rotture alle condotte in PE
- **ARRESTO:** al sorgere del sole \rightarrow $T^{\circ}\text{C}$ bulbo asciutto $+2^{\circ}\text{C}$ con aumento di $1^{\circ}\text{C}/\text{ora}$

soprachioma con mini-irrigatori

- pluviometrie più basse
- migliore distribuzione dell'acqua
- minore potenza impegnata
- necessità di filtraggio blando (80-100 mesh)





➤ **IMPIEGANDO IMPIANTI CON MICRO-SPRINKLER**

- **SPRUZZATORI** da 20-90 l/h con 2-4.5 m di diametro di bagnatura ugello di 1-1.5 mm
- **SESTO D'IMPIANTO** disposti a 2-2.5 m sulla fila, circa 1 per pianta 20-50 cm sopra la chioma, a formare una striscia bagnata localizzata solo sulle piante
- **PLUVIOMETRIA** 2 - 3.5 mm/h (sulle piante 3.5-4 mm, asciutta l'interfila)
- **PRESSIONE:** 1.5 - 3 atm.

- **PARTENZA:** T°C bulbo bagnato 0°C per evitare rotture alle condotte in PE
- **ARRESTO:** al sorgere del sole → T°C bulbo asciutto +2°C con aumento di 1°C/ora

Per vigneti in parete

Come doppio impianto (da aggiungere alla goccia)

Erogatore soprachiamata localizzata
per vigneto o frutteto in parete:

25-35 l/h a 6 m

striscia bagnata di 1 m

(stessa portata di un ala gocciolante
punto goccia da 2-4 l/h a 50-100 cm)

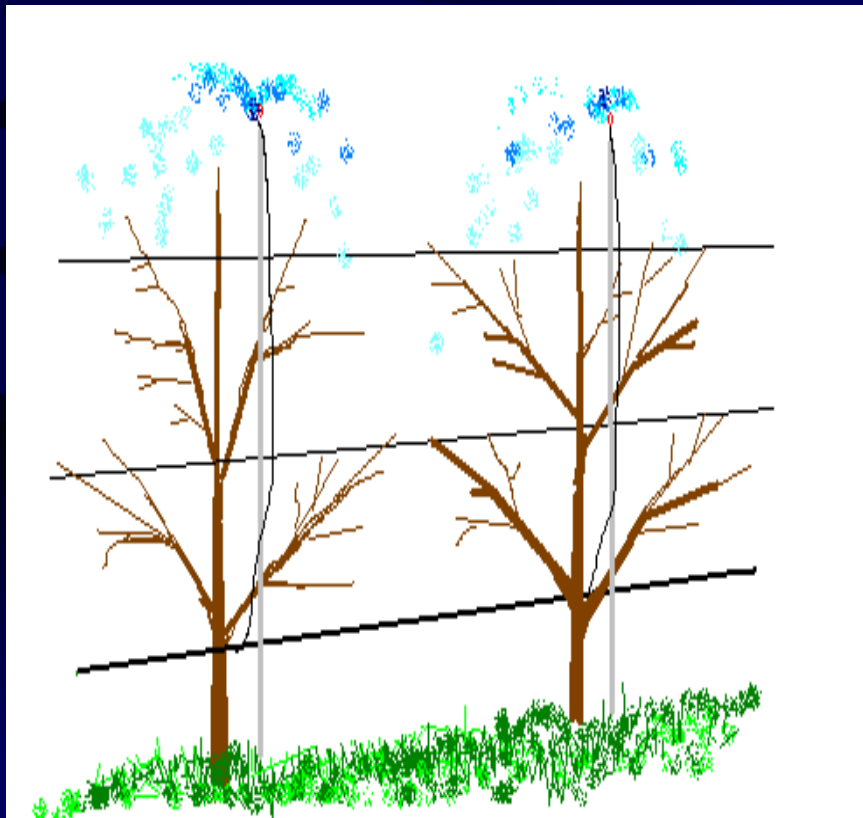


soprachioma localizzata con microirrigatori

- pluviometrie più basse (-30% fino a -50%)
- migliore distribuzione dell'acqua concentrata solo sulla fila
- minore potenza impegnata
- necessità di filtraggio più accurato (100-120 mesh)
- efficace fino a -4°C (manca l'effetto sottochioma)
- rischio di evaporazione (in caso di umidità inferiori al 70-80% e vento)



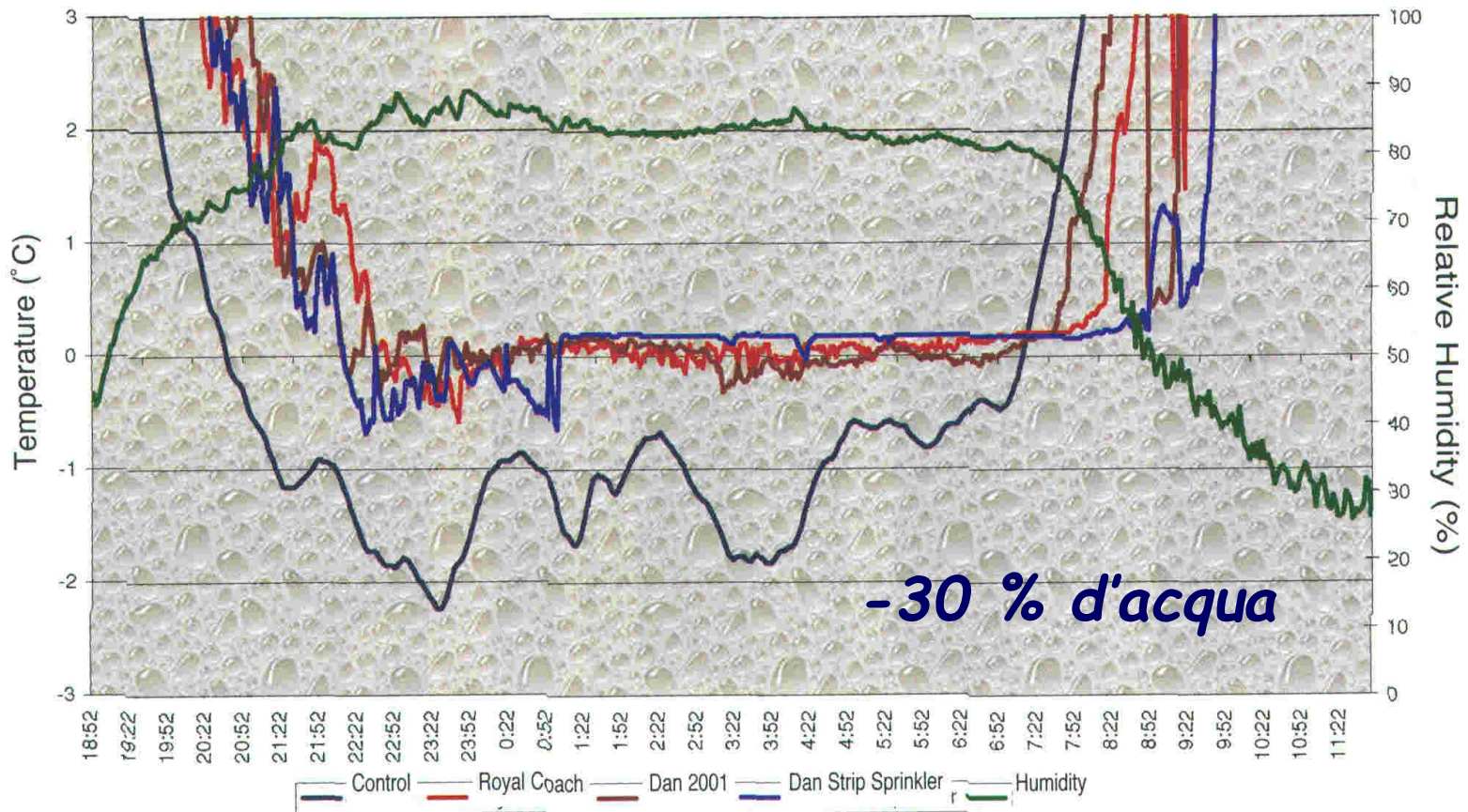
efficacia dell'irrigazione soprachioma localizzata



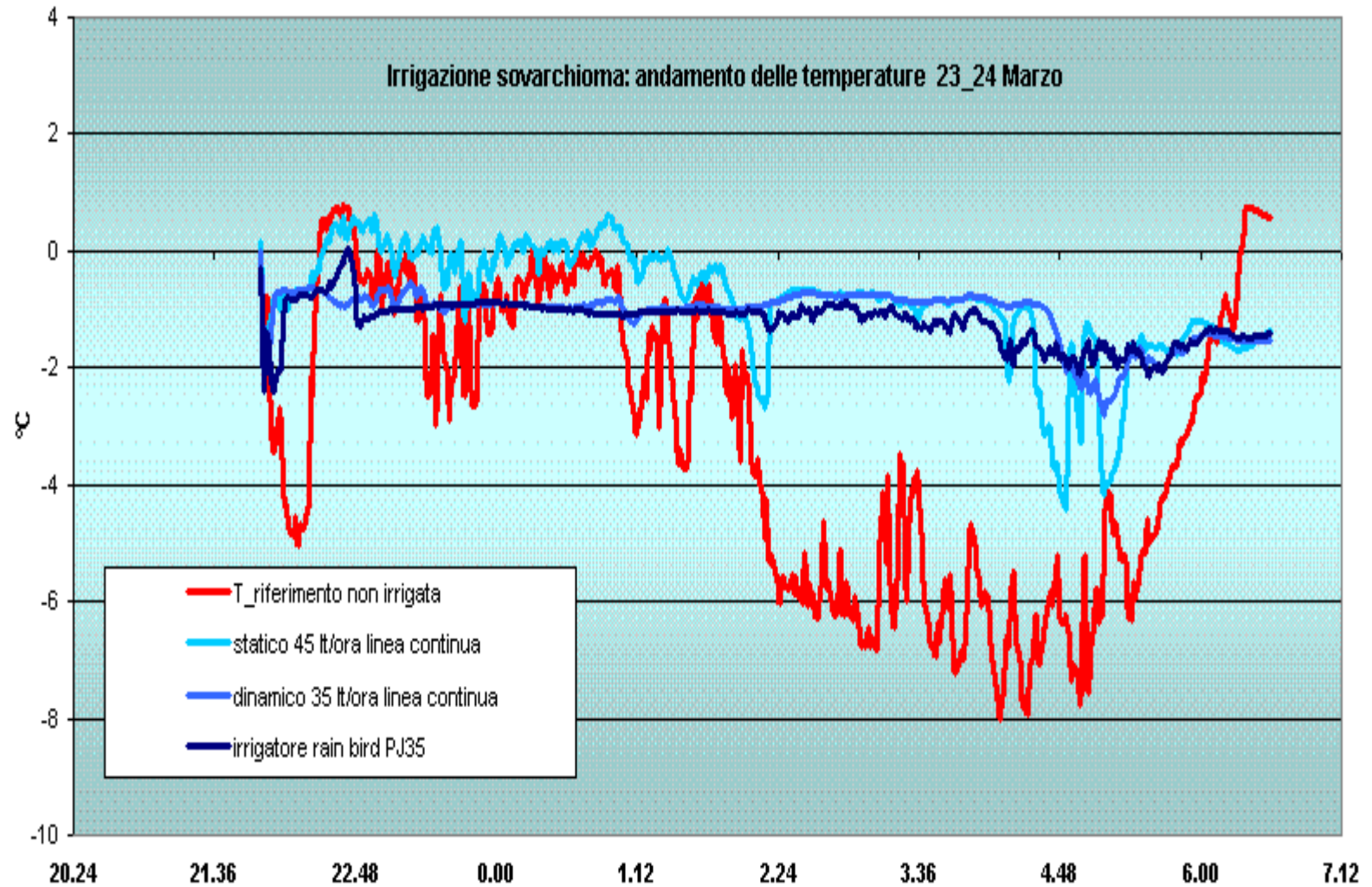
Frutteto:

- 1.2 m sulla fila***
- 3.5 m tra le fila***

- irrigatore a schiaffo 1100 l/h - 18 x 18 m - pluviometria 3.4 mm/h
- micro-sprinkler 20 l/h a 360° - 2.4 m sulla fila
4 mm/h sulla fila, 0.5 nell'interfila - media 2.4 mm/h
- micro-sprinkler 35 l/h a settore - 4 m sulla fila
10 mm/h sulla fila, 0 nell'interfila - media 2.5 mm/h

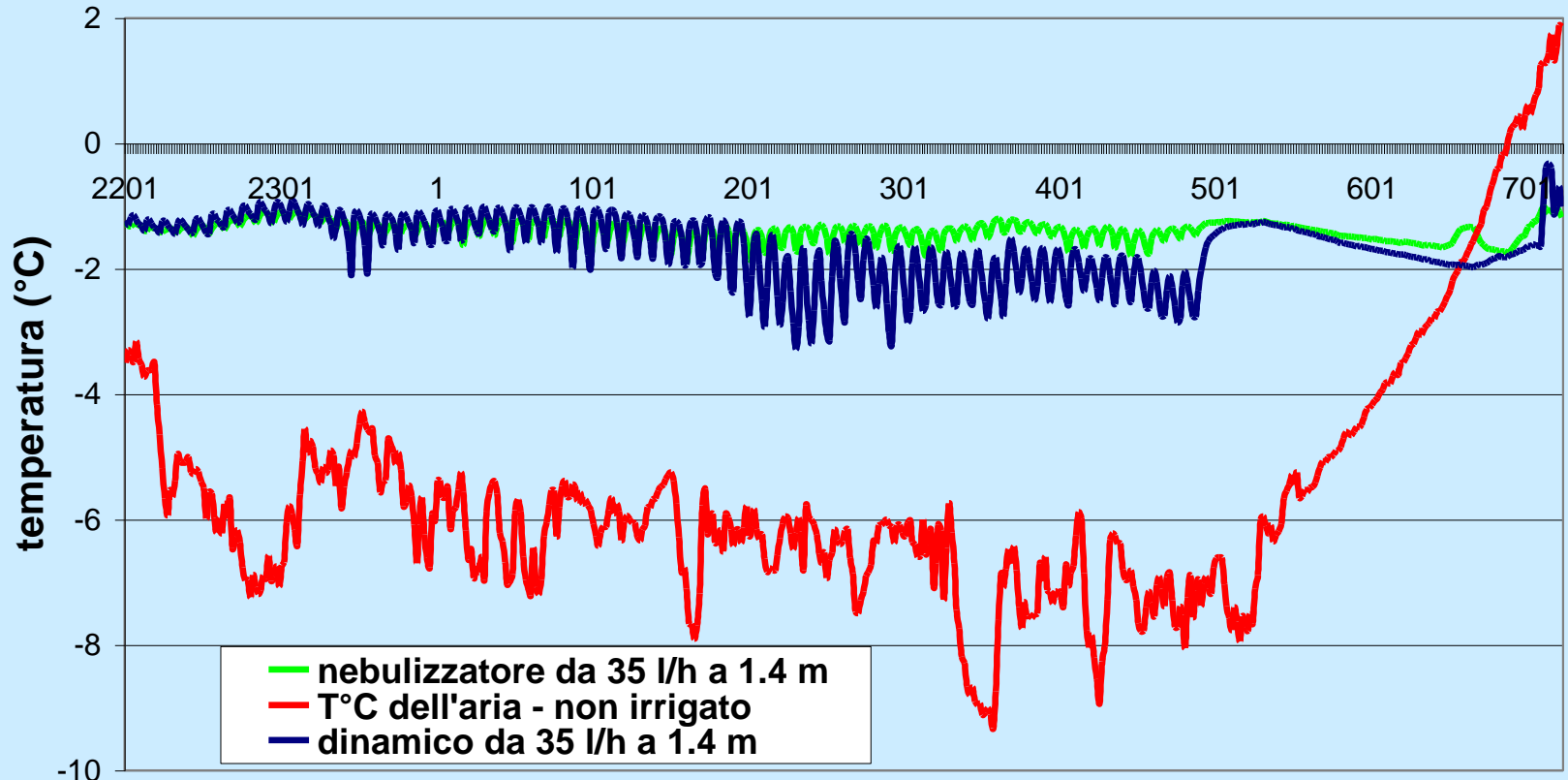


Irrigazione sovarchioma: andamento delle temperature 23_24 Marzo



irrigazione soprachioma localizzata turnata

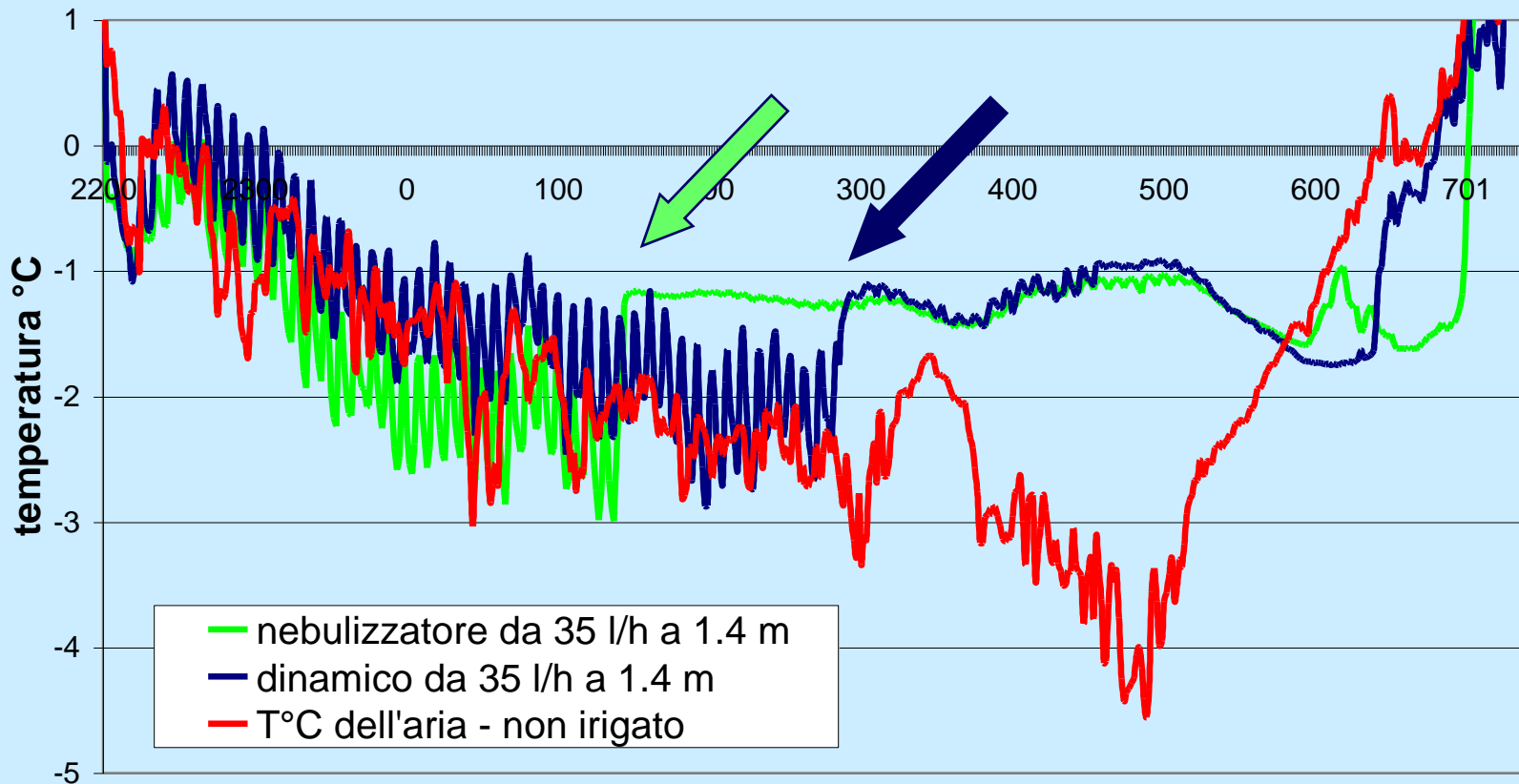
soprachioma turnato - 2' di irrigazione 4' di pausa
temperature sotto il ghiaccio - 7/8 Aprile 2003



Pluviometria localizzata 12.5 mm/h - niente nell'interfila (consumo medio 2 mm/h)

irrigazione soprachioma localizzata turnata

soprachioma turnato - 2' di irrigazione 4' di pausa
temperature sotto il ghiaccio - 6/7 Aprile 2003



Finché non si forma il ghiaccio la temperatura degli organi vegetali scende come quella dell'aria

limiti dell'irrigazione soprachioma

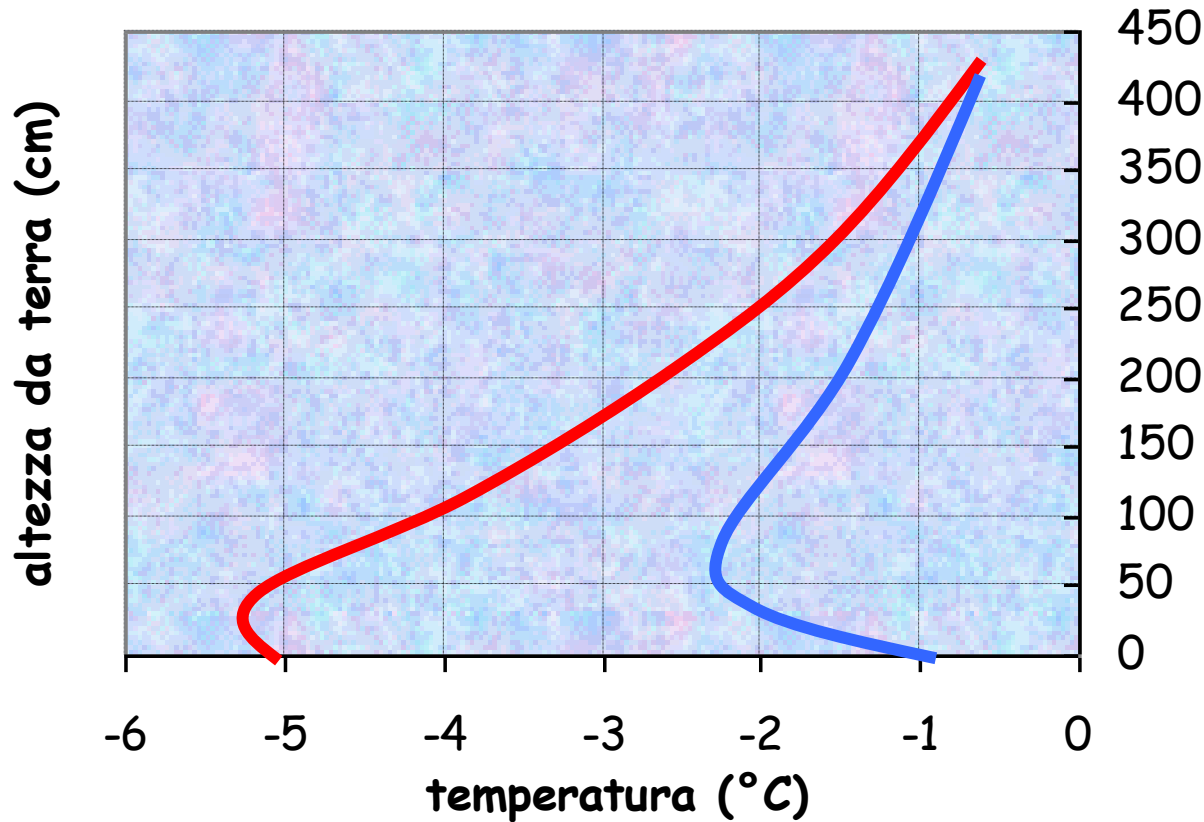
- **il ghiaccio si forma direttamente sulle piante** →
in caso di errori (partenza ritardata, arresto anticipato, interruzioni accidentali) i danni possono essere più ingenti che in assenza di difesa
- **funzionamento in continuo** →
a parità di portata disponibile la superficie di coltura in grado di essere protetta è inferiore

irrigazione antibrina sottochioma



effetto dell'irrigazione sottochioma

profilo temperatura - 29/3/95 ore 6:00



*setto
asciutto*

*setto
con irrigazione
sottochioma*



IL TERRENO DEVE ESSERE INERBITO *su tutta la superficie, più è alto il manto erboso, maggiore è la superficie di scambio di calore*

- *l'irrigazione va effettuata con microirrigatori che bagnino tutta la superficie*
- *spruzzatori da 40-70 l/h con 2 m di gittata*
- *uno per pianta o 2.5-3 m sulla fila*
- *pluviometria: 5-7 mm/ora*



funzionamento intermittente

- 2 minuti di irrigazione
- 4-6 minuti di interruzione
- 1,5 e 2 litri/m²/ora



- per consentire all'acqua di ghiacciare

- per aumentare la superficie protetta

- non si forma ghiaccio anche a -7, -8°C

• **partenza** quando la temperatura a bulbo asciutto in prossimità del suolo raggiunge **0°C**; questo avviene con 1 o 2 ore di anticipo rispetto alla quota di 1.5-2 metri

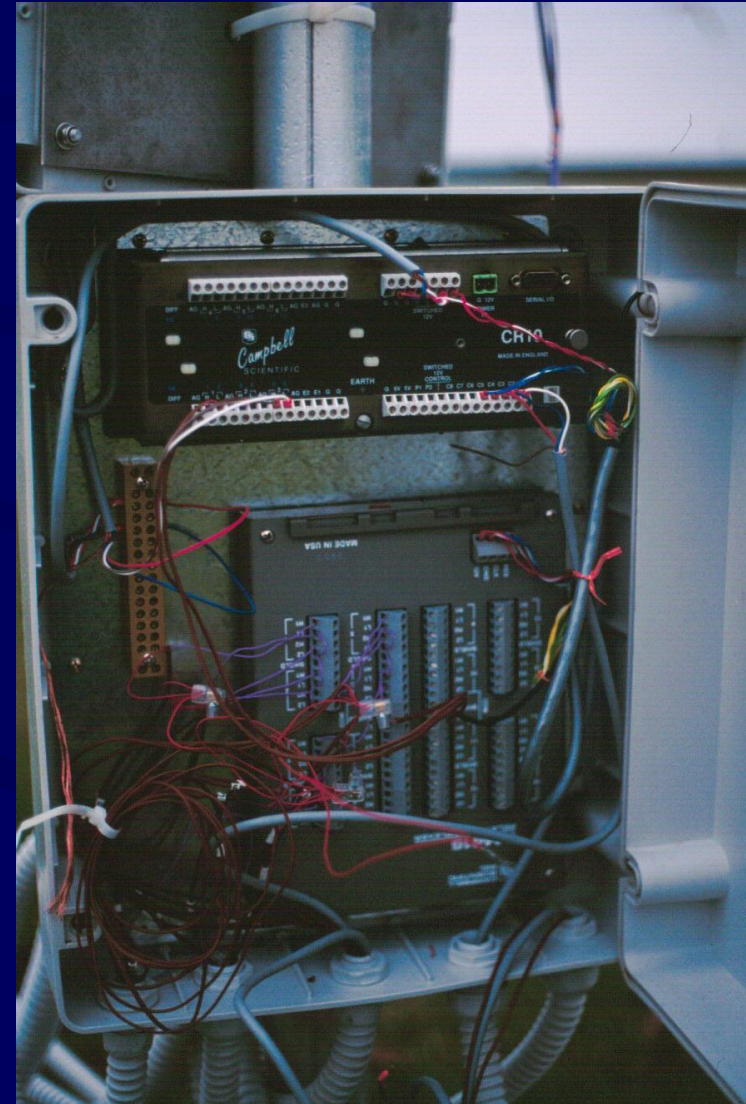
quando avviare l'irrigazione



• **arresto** quando la temperatura in prossimità del suolo ritorna a valori superiori a **1°C**

- **il sistema può essere completamente automatizzato**
- **sonda elettrica per la misura della temperatura dell'aria**
posizionata a non più di 50 cm di altezza da terra
- **centralina elettronica**
che comanda la pompa
e le elettrovalvole o idrovalvole
di commutazione dei settori irrigui.

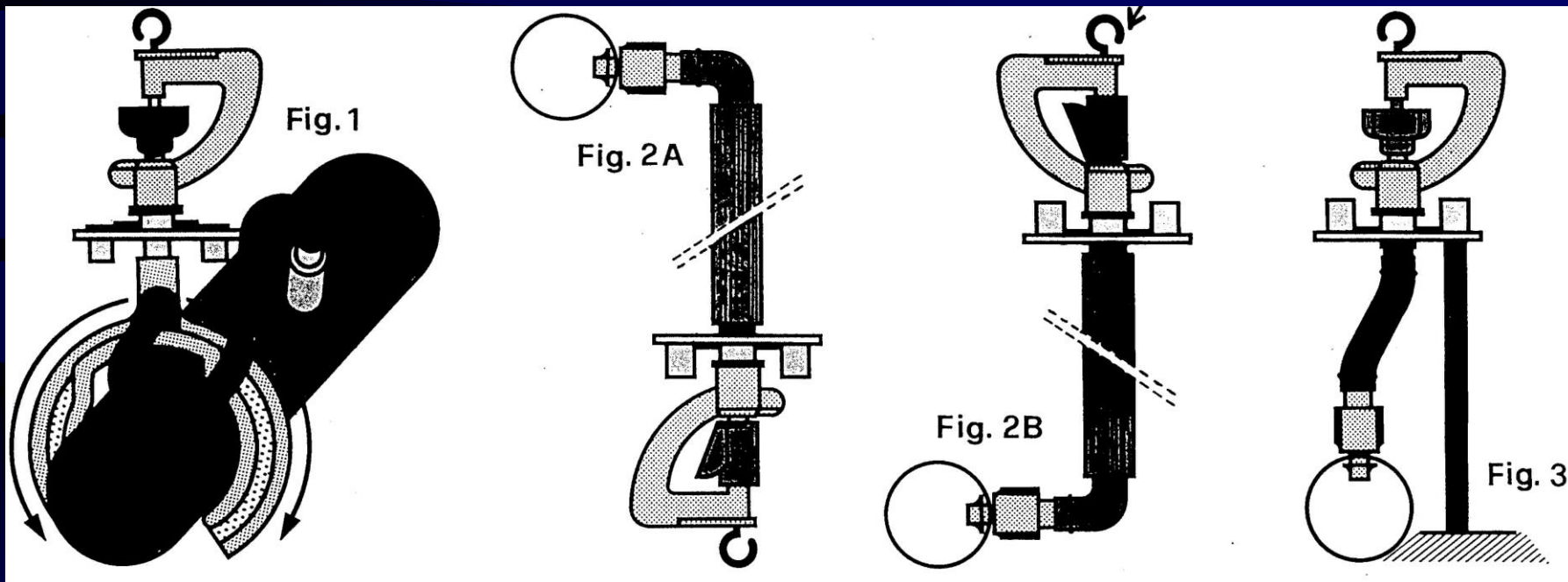
automazione



IMPORTANTE !!

mantenere l'asse degli spruzzatori verticale

orientabile appeso agganciato su astina



Attenzione al **congelamento** quando lo spruzzatore è più in alto del tubo



*particolare di un
irrigatore su
astina*



*particolare di un
irrigatore con
pesetto*



*particolare di un
irrigatore con
astina*

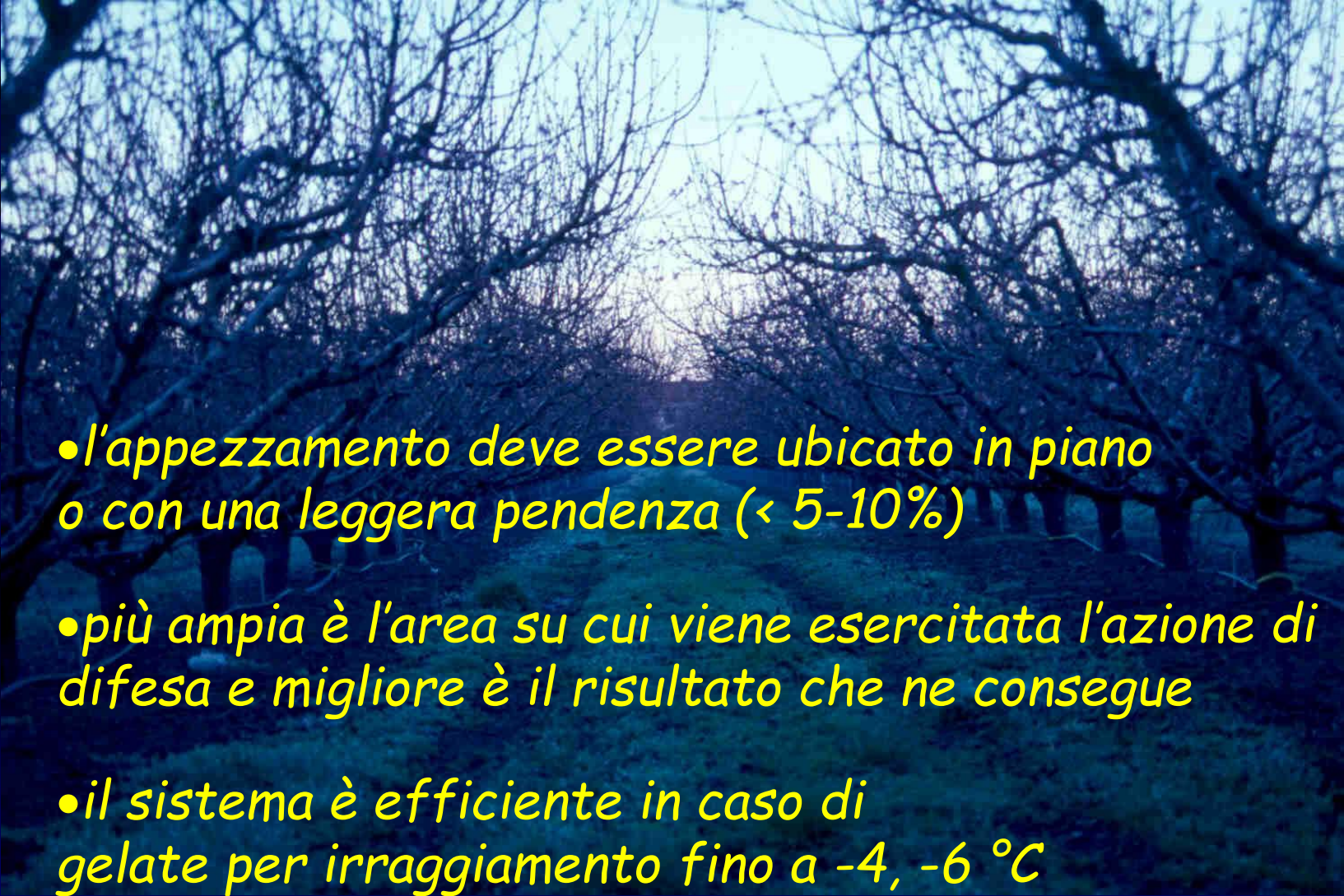
vantaggi dell'antibrina sottochioma



il funzionamento intermittente consente una riduzione drastica degli apporti idrici:

- maggiore superficie protetta*
- minori costi (pur con filtraggio e automazione)*
- minore impatto ambientale*
- minori rischi di errori*

limiti di applicazione dell'antibrina sottochioma

- 
- l'appezzamento deve essere ubicato in piano o con una leggera pendenza (< 5-10%)*
 - più ampia è l'area su cui viene esercitata l'azione di difesa e migliore è il risultato che ne consegue*
 - il sistema è efficiente in caso di gelate per irraggiamento fino a -4, -6 °C*

Progetto DIsgELO

Risultati della sperimentazione

Arpa-Sim

CER

CNR-IBIMET

Università di Padova e Parma

Cisa-M.Neri

APO-CONERPO

Impianto sperimentale S. Pietro Capofiume

$T_{\text{allarme}} = +1^{\circ}\text{C}$ al suolo
(media mobile ultimi 5 min)

Dinamico

Statico

8m

CONTROLLO
NON IRRIGATO

Dinamico antinebbia

TELONI in PE

SENSORI
di Temperatura

1

3

SENSORE
di Allarme (0°C)

Il sistema è attivo dalle 22
alle 8 del mattino seguente

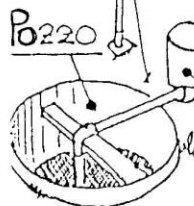
SIFUZZATORI

2

CR10

5

2 min. di irrigazione
6 minuti di pausa



4

FILTRI
AUTOCLAVE

sospensione = $+3^{\circ}\text{C}$ al suolo
(dopo 5 cicli di irrigazione)

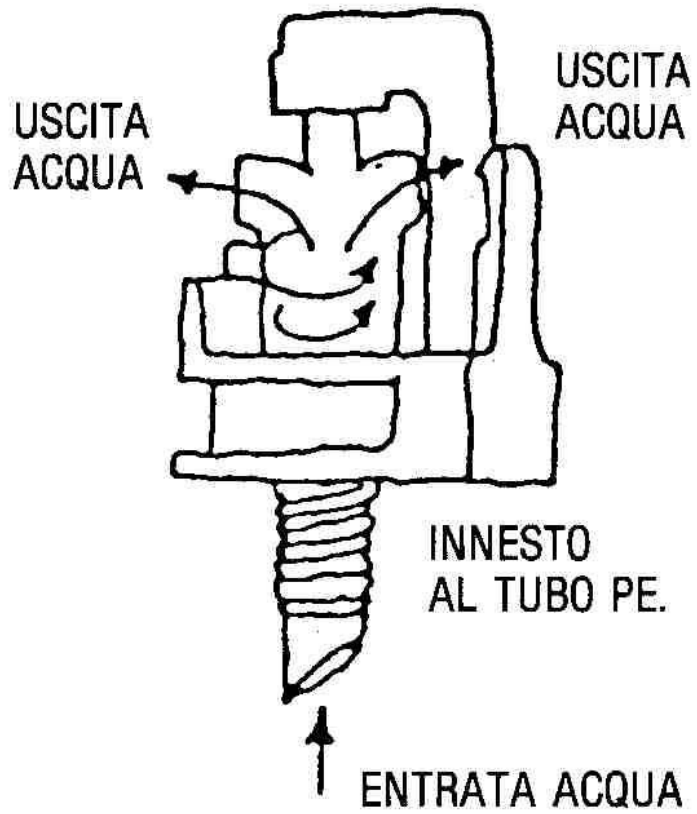
durante l'irrigazione



in fase di misura

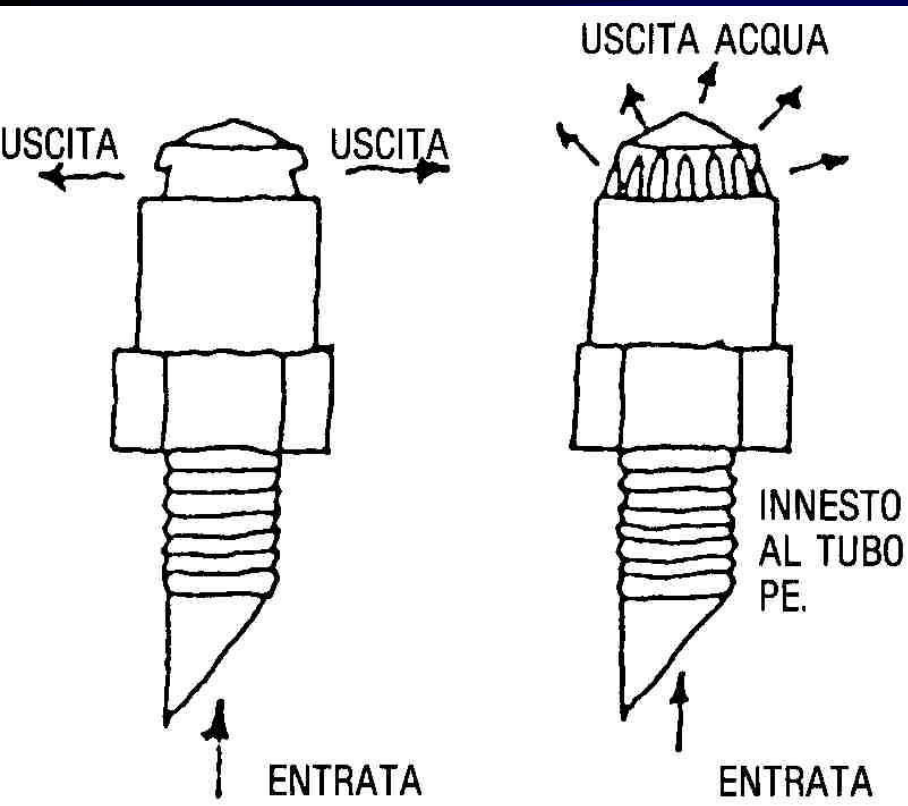


spruzzatori dinamici



gocce più grosse

spruzzatori statici



getto più nebulizzato

Attenzione: 1 g di acqua che evapora assorbe **590 cal**

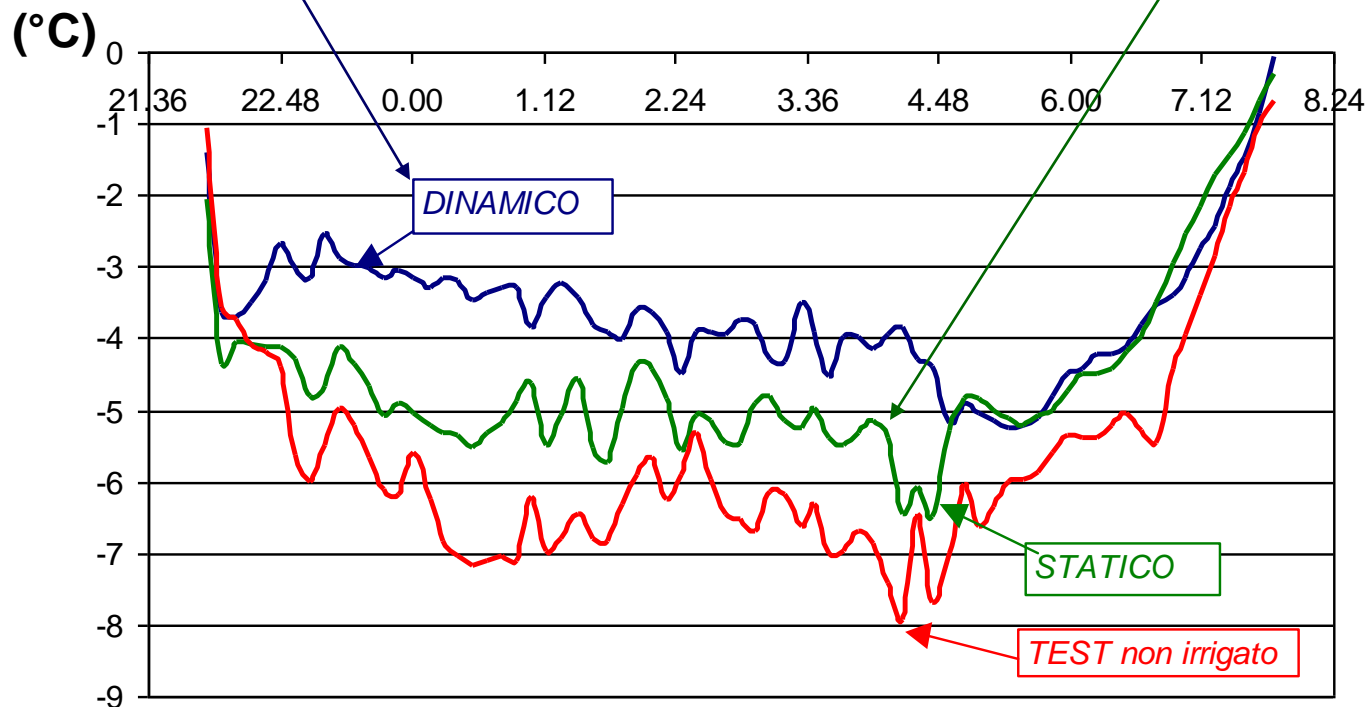


gocce più grosse



getto più nebulizzato

temperatura rilevata al suolo



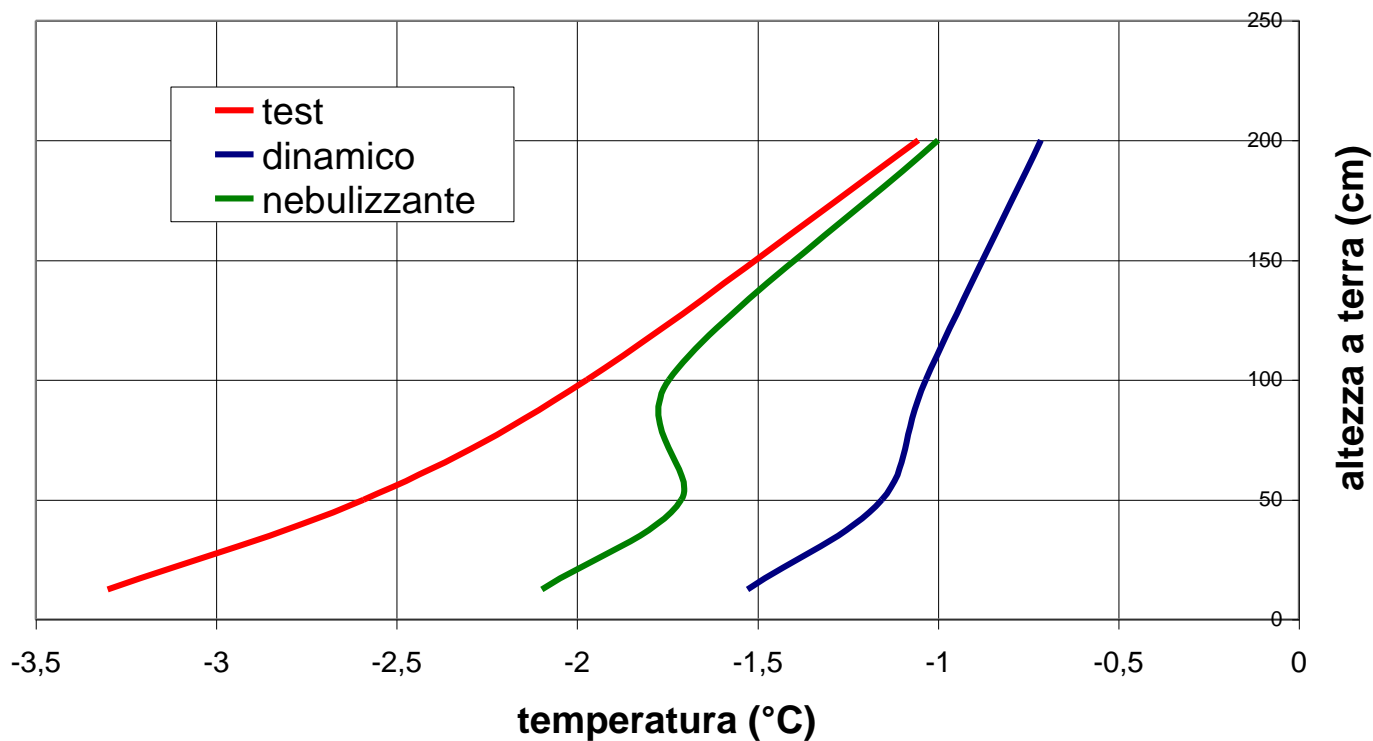


gocce più grosse



getto più nebulizzato

confronto tra tipo di erogatore (a parità di portata)
profili di temperatura 9/4/2003

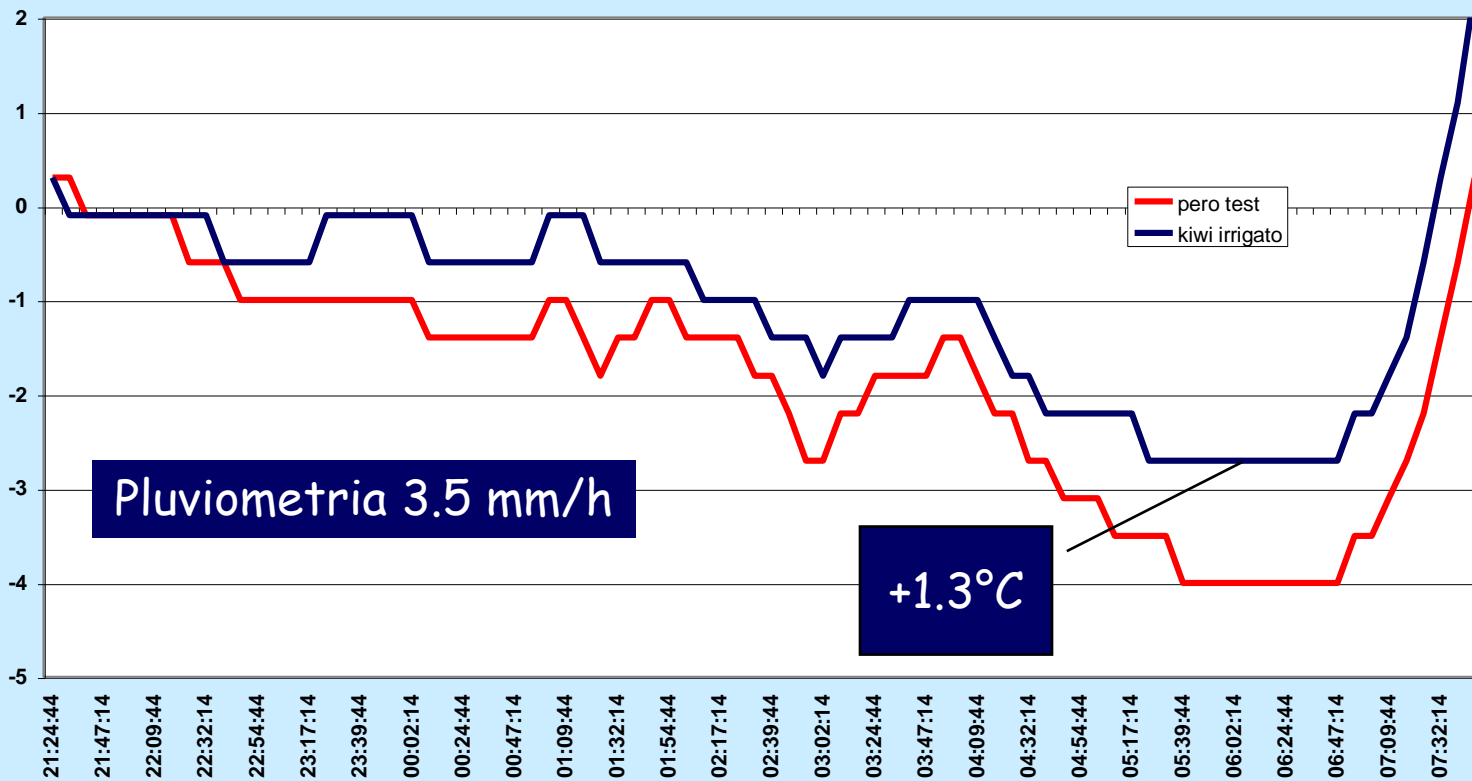


Irrigatore statico



getto più nebulizzato

Ballardini 18_19 Marzo 2003
con microirrigatori statici (nebulizzatori da 35 lt/ora)

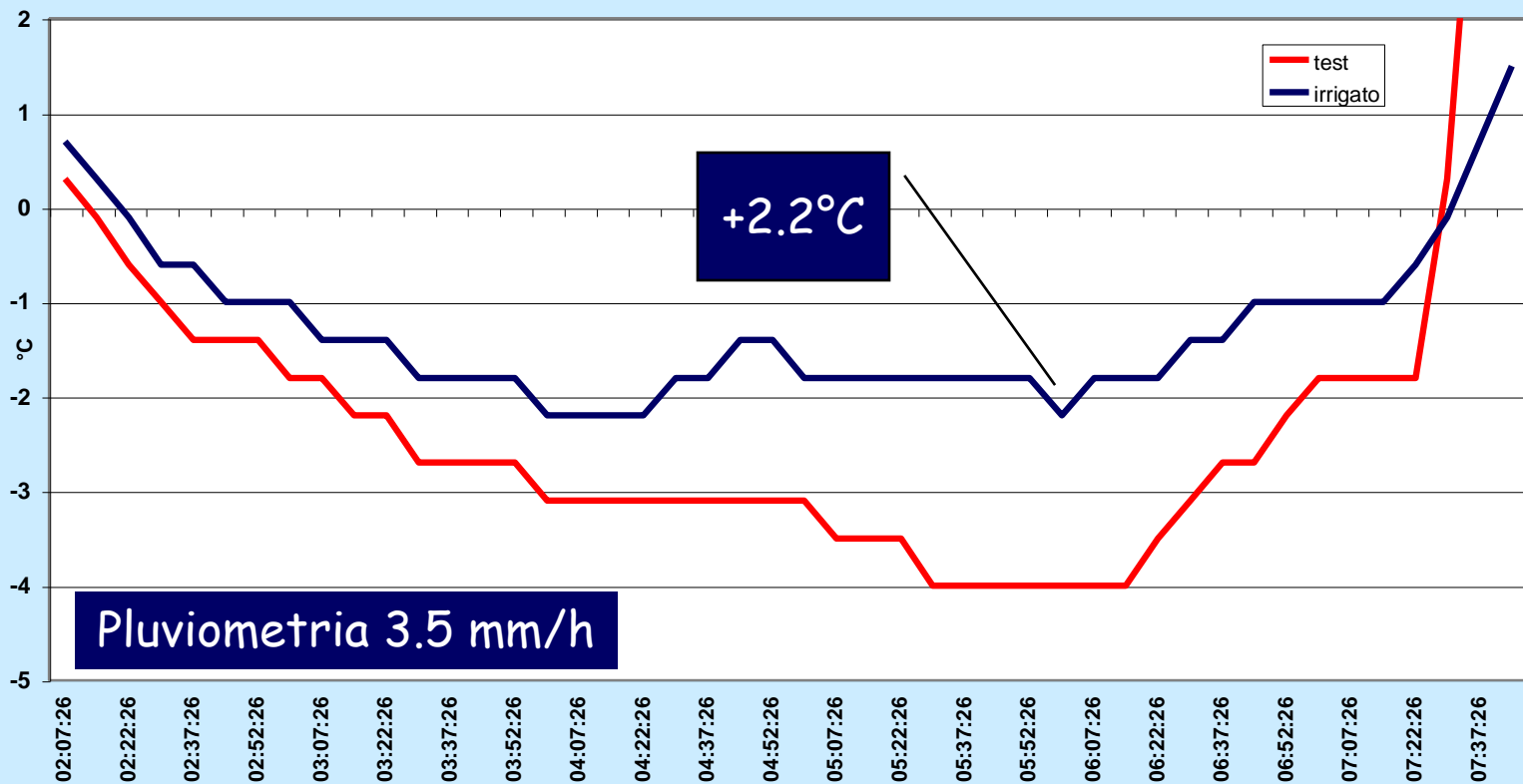




Irrigatore dinamico

gocce più grosse

Ballardini (Boncellino) 7 Aprile 2003
con irrigatori dinamici



Influenza di turno e portata degli erogatori

Esempio di come si calcola la pluviometria:

- Spruzzatori da 50 l/ora
- Posizionati a 2 metri sulla fila e 5 tra le file: 10 mq
 - 5 l/mq/ora - 5 mm/ora
- Se si irriga 2 minuti e 2 di pausa la pluviometria risultante sarà **2.5 mm/ora**

AZIENDE del Progetto DIsgELO

Sono sempre stati impiegati irrigatori di tipo *dinamico* (solo nell'azienda Quartieri sono stati adottati spruzzatori statici)

Portate: comprese tra 35 e 70 l/ora, generalmente uno per pianta o ogni due piante

(solo nelle aziende Babini e Tarozzi sono stati impiegate irrigatori con portate più elevate, fino a 125 e 215 l/h, ma a filari alternati)

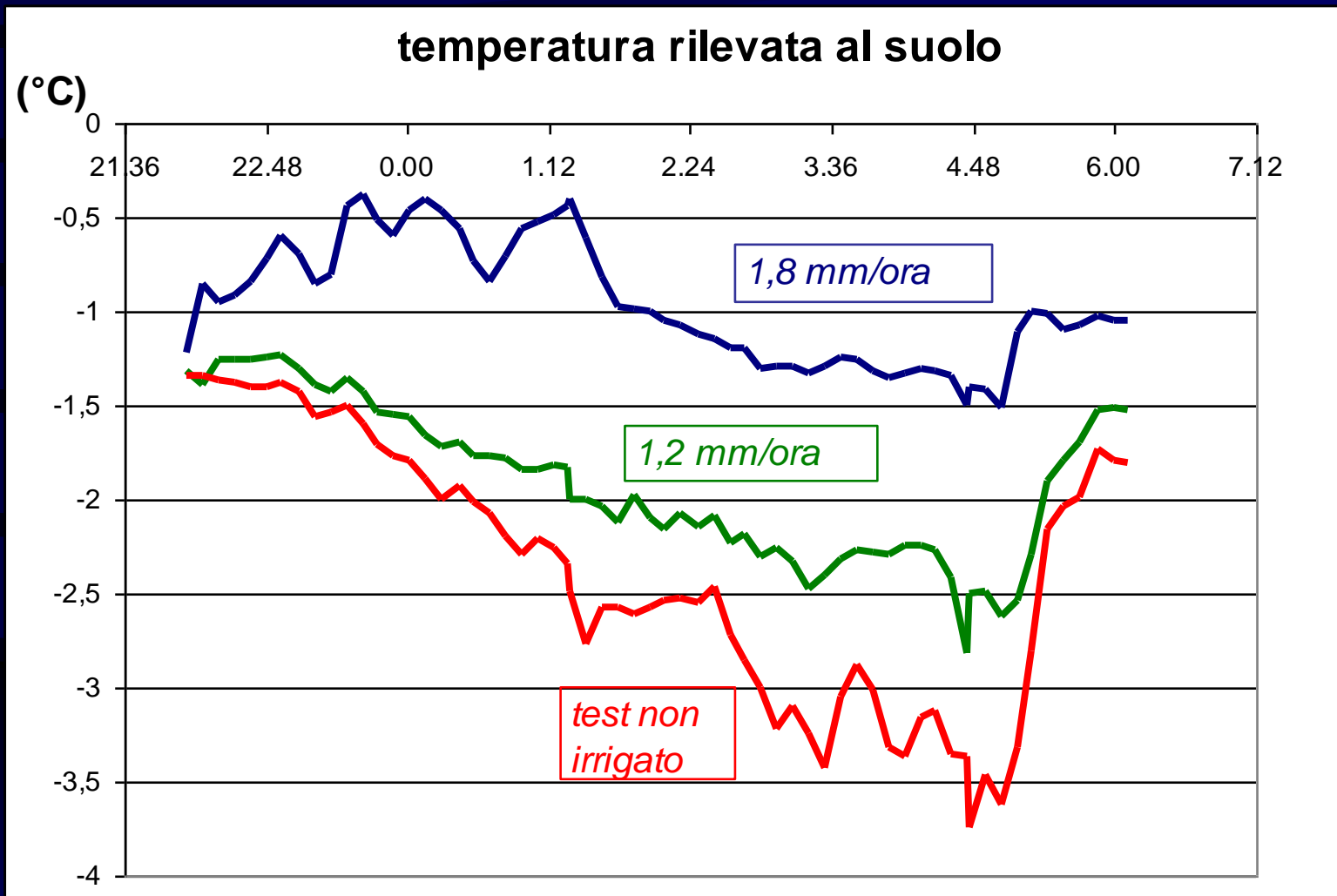
Turno: in continuo / turnato max 2' irrigazione-10' pausa

Pluviometria risultante:

2.2 - 3.9 mm/h negli impianti con funzionamento continuo,

1 - 2.5 mm/h (al netto degli intervalli irrigui) negli impianti divisi in settori

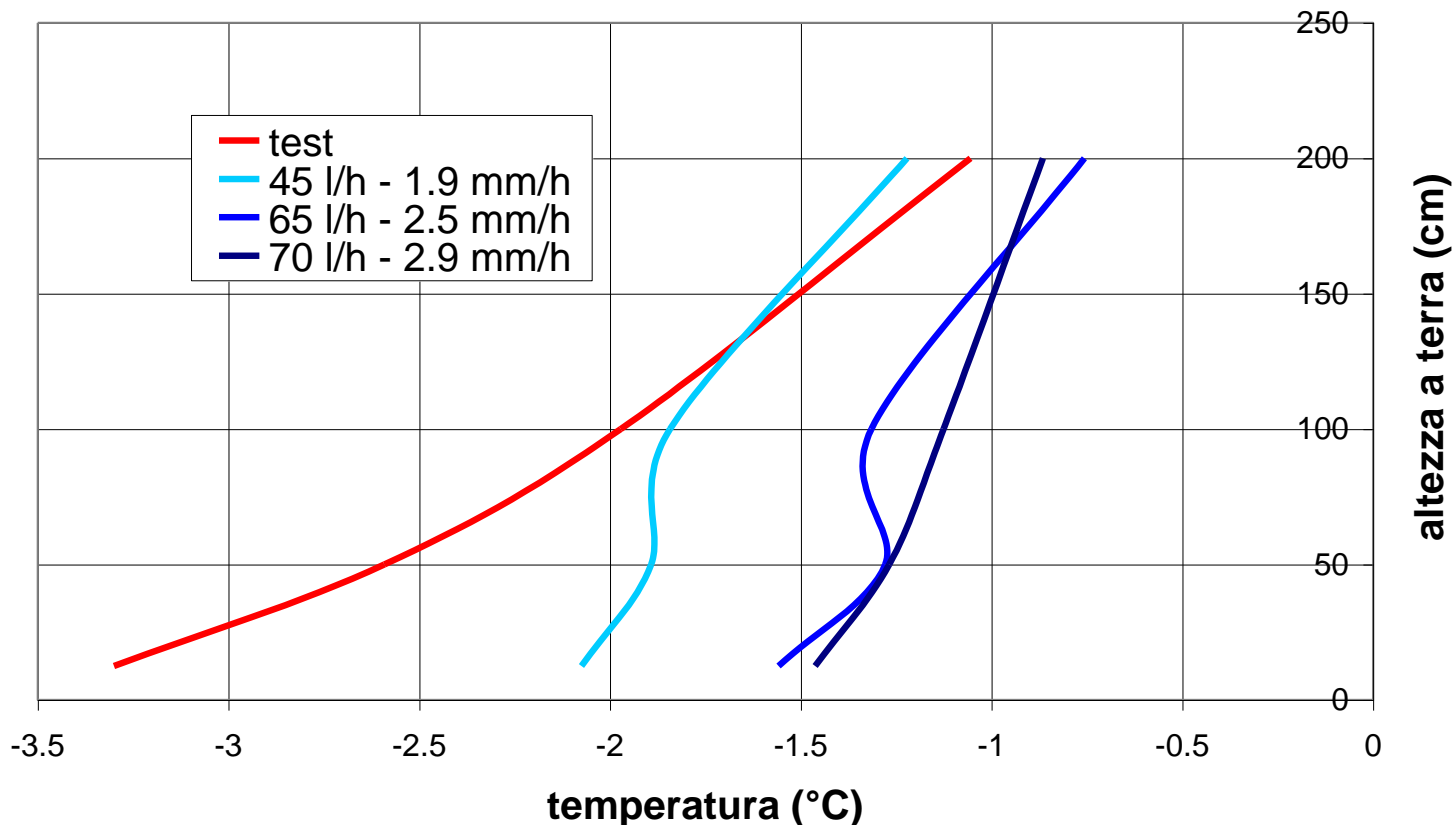
Influenza della pluviometria



Attenzione: non scendere sotto i **2 mm/h** di pluviometria

Influenza della pluviometria

confronto tra portate - profili di temperatura 9/4/2003
2' di irrigazione e 4' di pausa

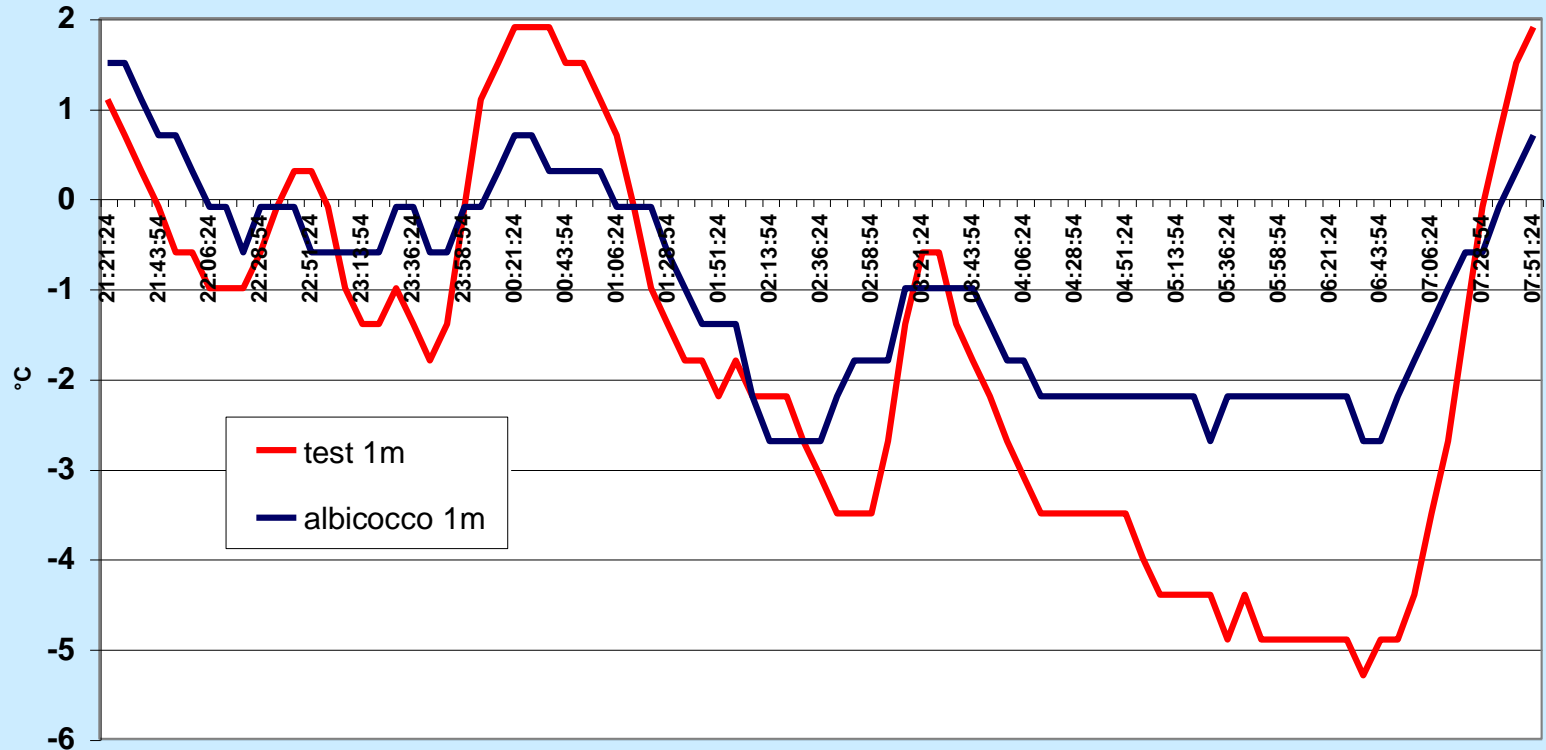


Attenzione: non scendere sotto i **2 mm/h** di pluviometria

turno-portata-pluviometria

in funzione delle strategie di difesa (acqua disponibile, superfici da difendere, fenofasi colturali)

Quartieri (Vignola): rendimento della difesa con turnazione
5' irrigazione-5' pausa: 2.5 mm/h 22-23 Marzo 2003

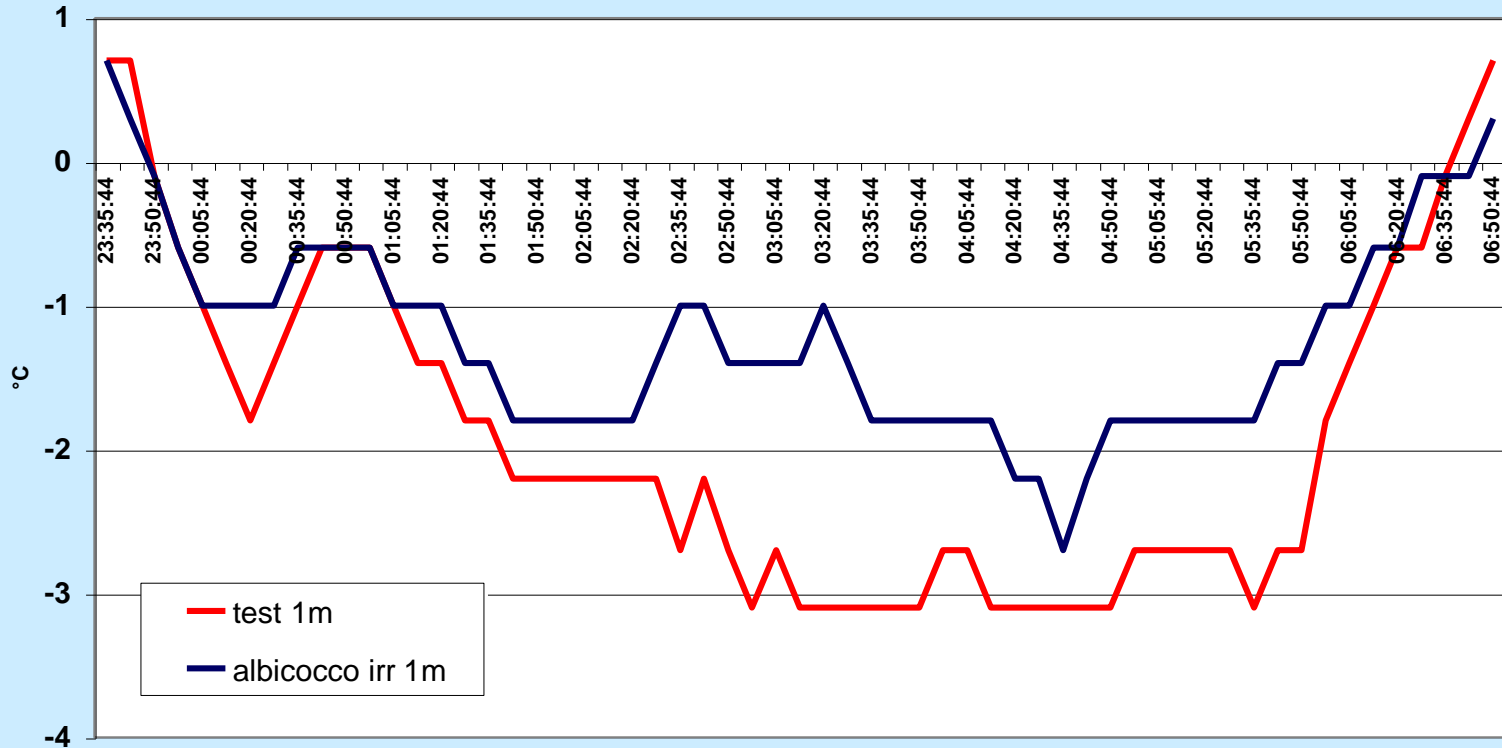


Spruzzatori da 50 l/h a 2 x 5m: 5 mm/h di pluviometria
difesa solo albicocco

turno-portata-pluviometria

in funzione delle strategie di difesa (acqua disponibile, superfici da difendere, fenofasi colturali)

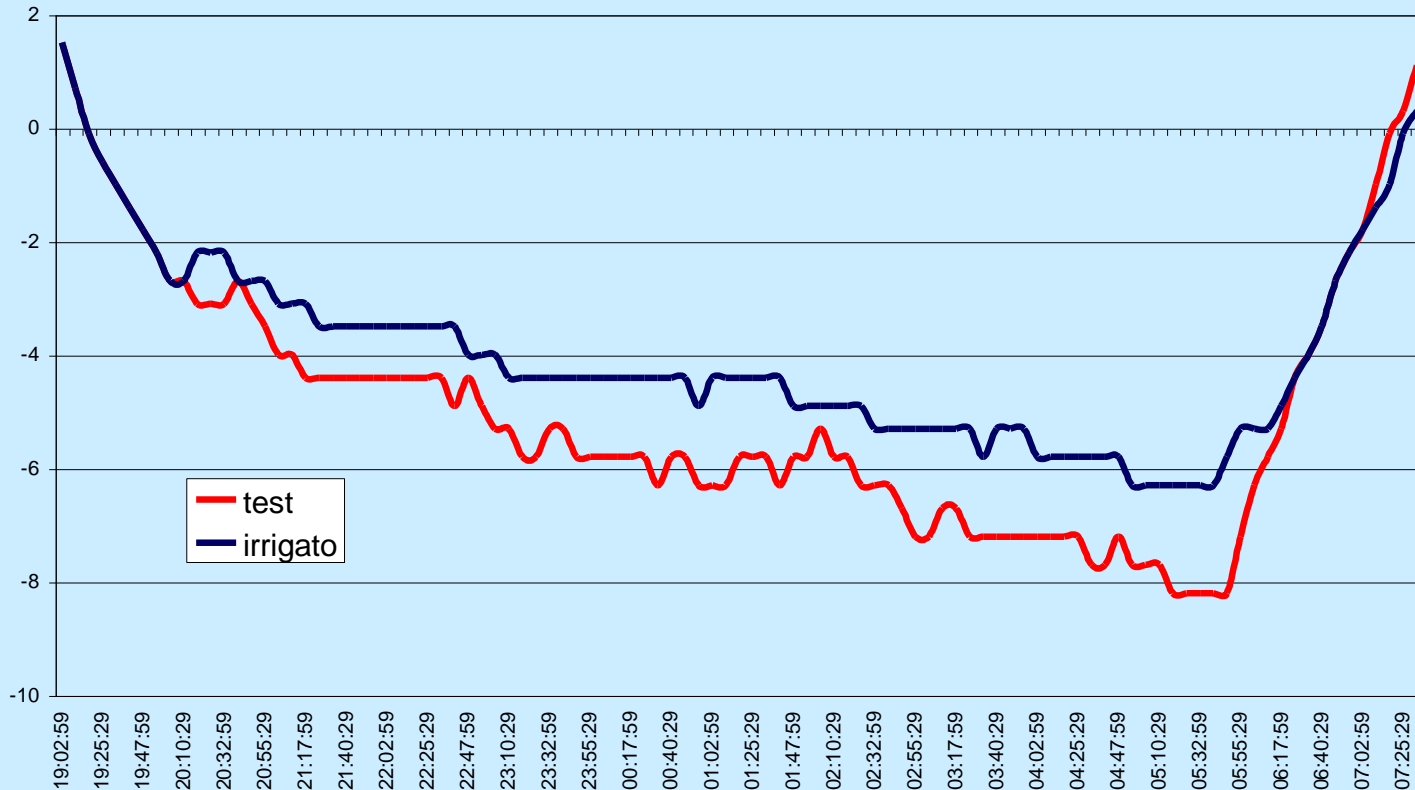
Quartieri (Vignola): rendimento della difesa con turnazione
2' irrigazione-10' pausa: 1 mm/h
6_7 Aprile 2003



Spruzzatori da 35 l/h a 1.5 x 3.75m: 6.3 mm/h di pluviometria
difesa albicocco e pero

Influenza di turno-portata-pluviometria

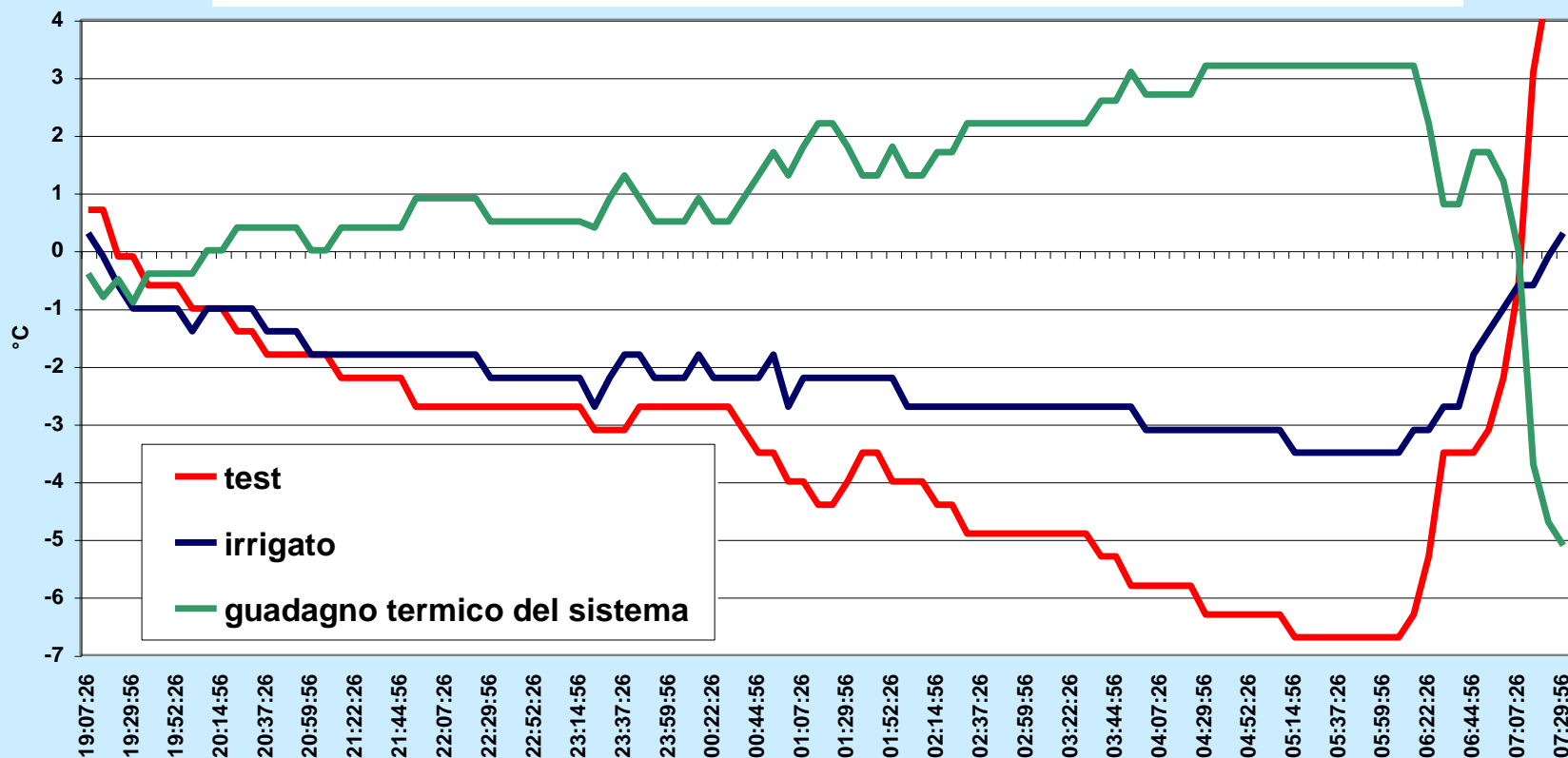
Az.Solmi: rendimento della difesa con turnazione
3'irrigazione-6' pausa: 1.1 mm/h 7_8 Aprile 2003



pluviometria di 1-1.5 mm/h portano incrementi di 1-2°C
insufficienti con temperature sotto i -5-6°C

Influenza di turno-portata-pluviometria

Ballardini (Boncellino): rendimento della difesa con irrigazione in continuo: 3-3.5 mm/h 7_8 Aprile 2003

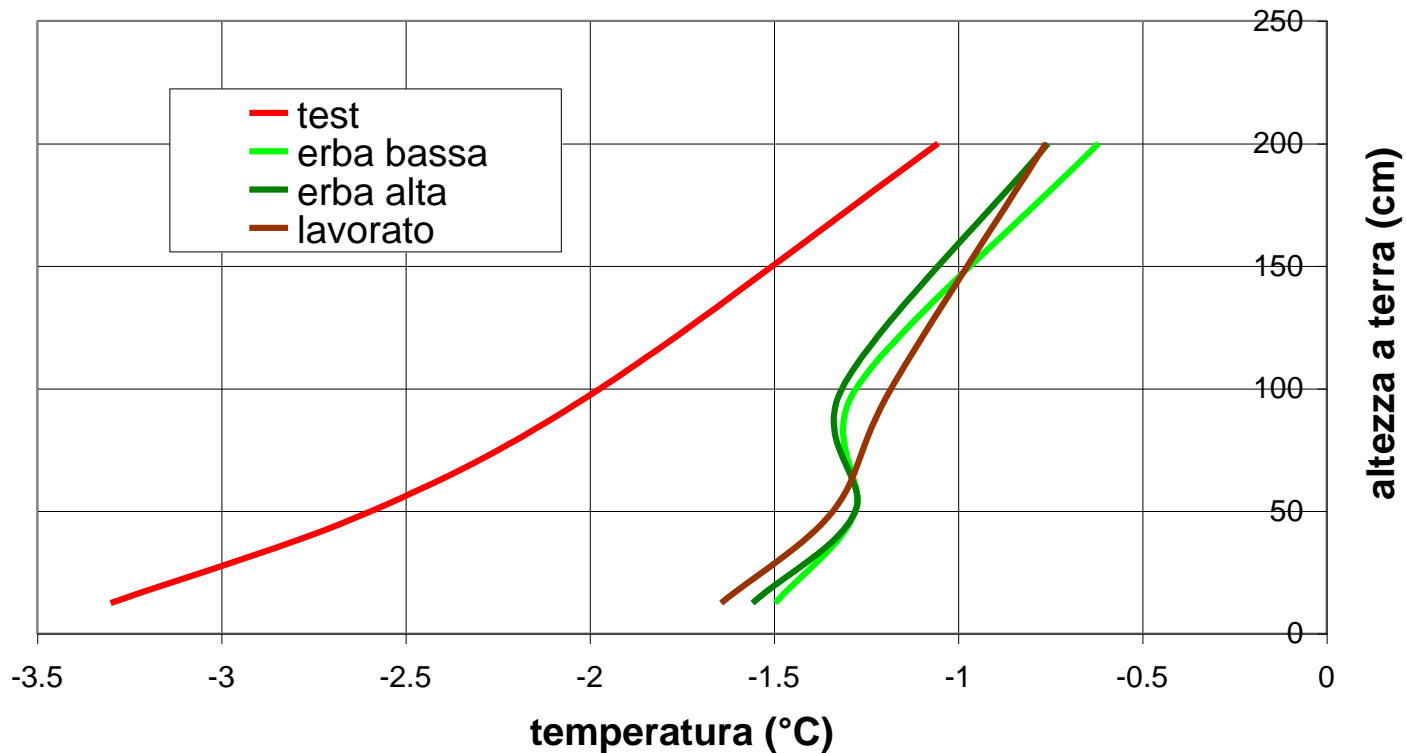


pluviometria di 3-3.5 mm/h: non servono sopra i -5-6°C

Molti usano gruppi motopompa, variando la pressione nel corso della gelata

Influenza della gestione dell'interfilare

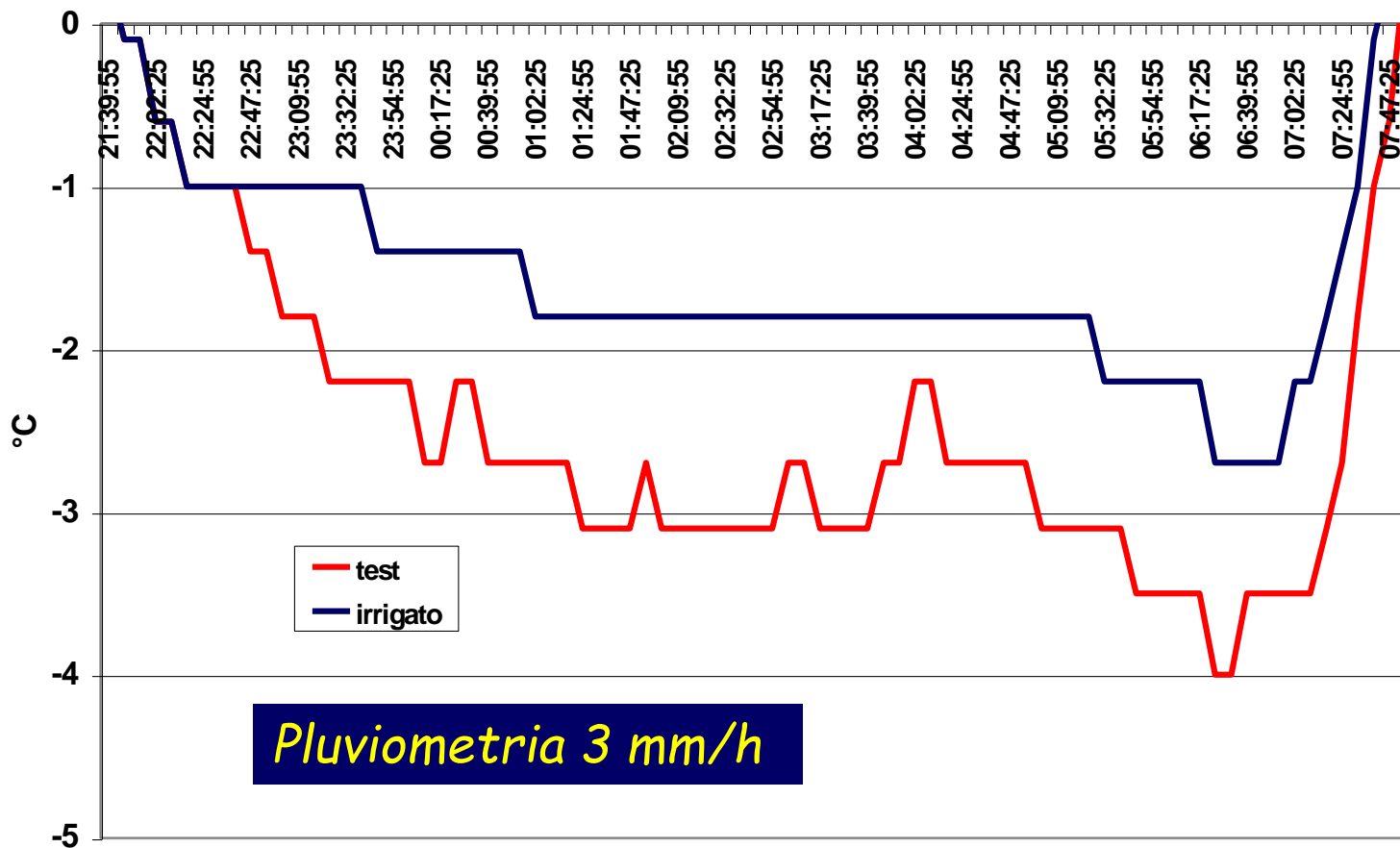
confronto tra gestione interfilare (a parità di portata 65l/h)
profili di temperatura 9/4/2003



Pluviometria: 2.5 mm/h

Efficacia del sottochioma in collina

Brusa (Codrignano) 23_24 Marzo 2003
(in pendio)



Pendenza degli appezzamenti: 5-10%

Risultati sperimentali del progetto DIsGELLO

- Gli spruzzatori dinamici sono più efficaci degli statici, a parità di portata
- questa efficienza si evidenzia per temperature inferiori a -4°C
- con portate di 40-50 l/h è prudentiale un turno di 2min irrigui e 4 di pausa
- non scendere sotto pluviometrie di 1.5 - 2 mm/h, al netto delle pause e della messa in pressione dell'impianto
- Pluviometrie superiori a 3-3.5 mm/h servono solo con temperature inferiori a $-5-6^{\circ}\text{C}$

Problematiche lasciate aperte dal progetto DIsGELLO

- Non si escludono discrete potenzialità di applicazione del sistema sottochioma anche in fondovalle e collina (anche se in queste situazioni è preferibile il soprachioma)
- Non sono emersi risultati chiari sul ruolo dell'inerbimento (che è comunque auspicabile, meglio se unito ai residui della potatura)
- Andrebbe proseguita la messa a punto del soprachioma localizzato (anche se si viene a perdere l'effetto combinato del congelamento dell'acqua sull'interfila)
- Andrebbe proseguita la messa a punto del soprachioma turnato (anche se rimangono molto elevati i rischi)