

# LIVELLI BIOLOGICI

## TEMPERATURA

- Temperatura minima letale (A)
- Temperatura minima biologica (B)
- Temperatura ottimale del giorno e della notte
- Temperatura massima biologica (D)
- Temperatura massima letale (E)
- Temperatura ottimale del substrato (F)

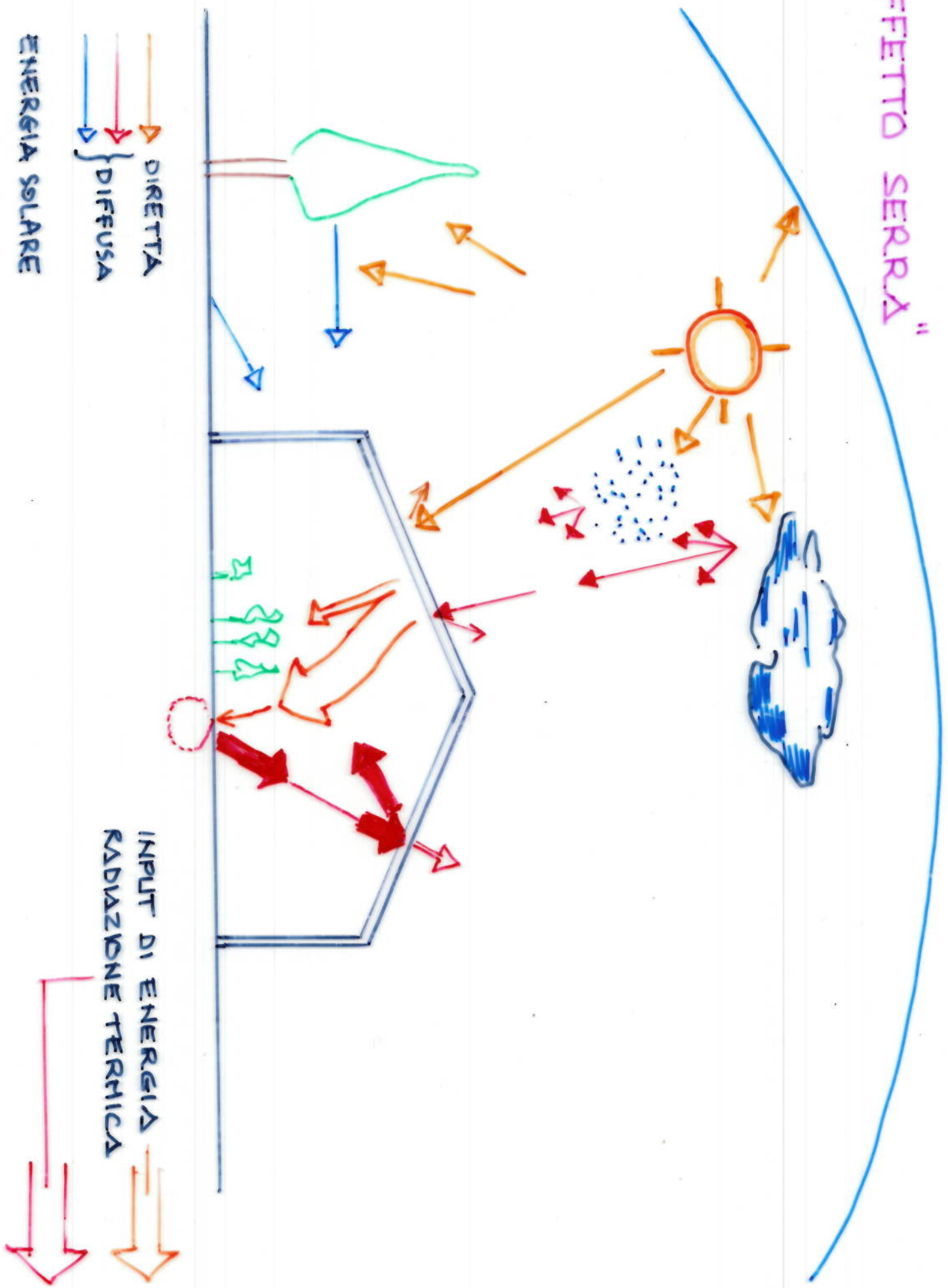
Specie	Temperature					
	A	B	C g		D	F
Pomodoro	0-2	8-10	13/16	22/16	28/30	15/23
Melanzana	0-2	9-10	15/18	22/16	30/12	15/20
Cetriolo	0-4	10/13	18/21	25/28	28/13	20
Zucca	0-2	10/12	15/18	24/30	33/38	15/20
Vite	-15	6/9	16/20	20/15	25/30	13/35

## Luce

radiazione visibile  $\lambda = 380 \div 760 \text{ nm} = \mu\text{m}$   
 $(320 \div 800) \mu\text{m}$

315-400	Ultravioletto	Effetti dannosi:
400-500	Blu	Fotomorfogenesi (piante compatte)
500-600	Verde	Fotosintesi ridotta
600-700	Rosso	Max effetto fotosintetico
700-750	Rosso lontano	Eccessivo allungamento stelo
> 750	Infrarosso	Nessun effetto - maggiore calore
- Piante a giorno lungo (GL)	(Cetriolo - Zucca)	
- Piante a giorno corto (GC)	(Fragola - Crisantemo)	
- Piante neutro diurne (GI)	(Pomodoro - Gnanzani)	

# "EFFETTO SERRA"

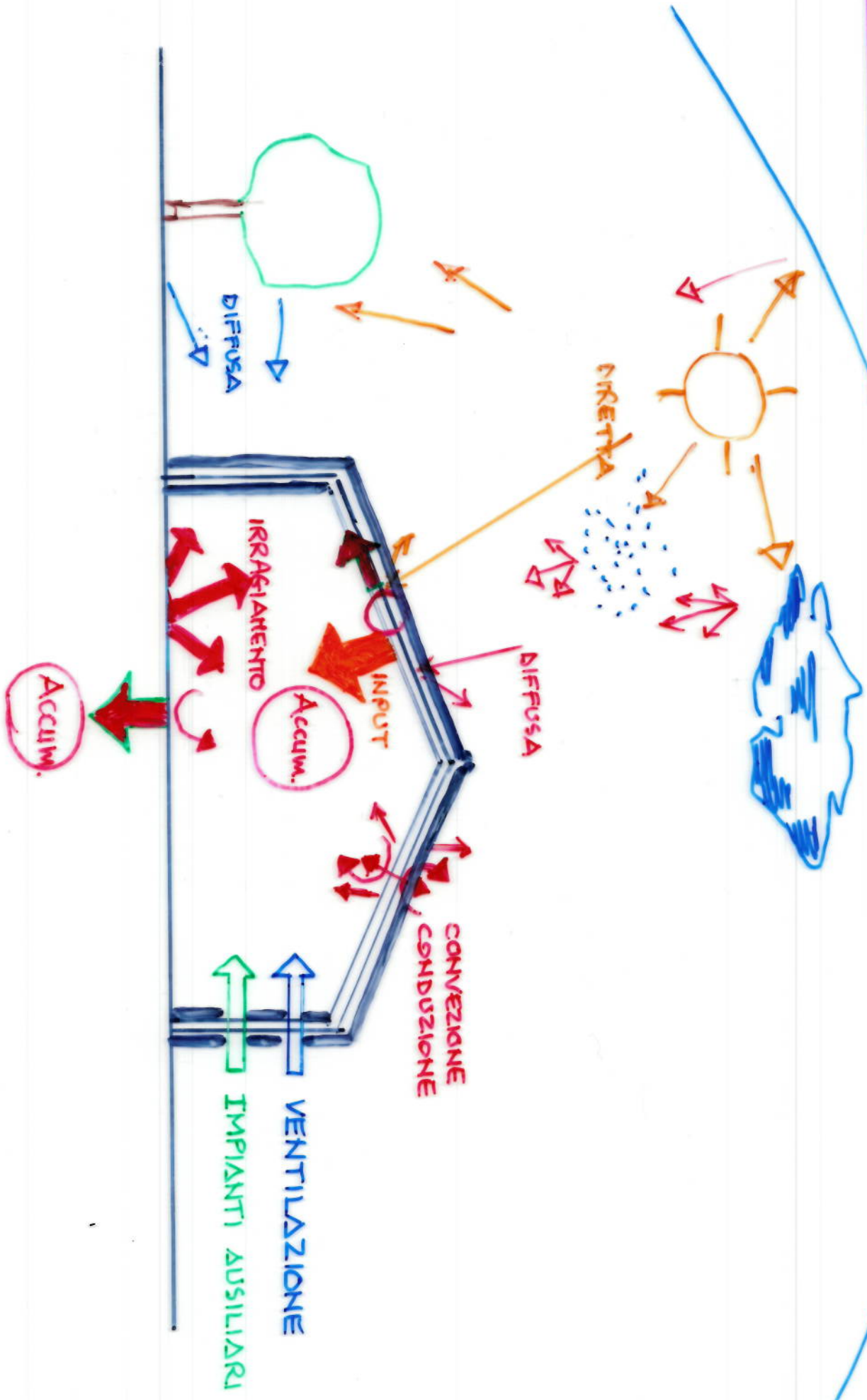


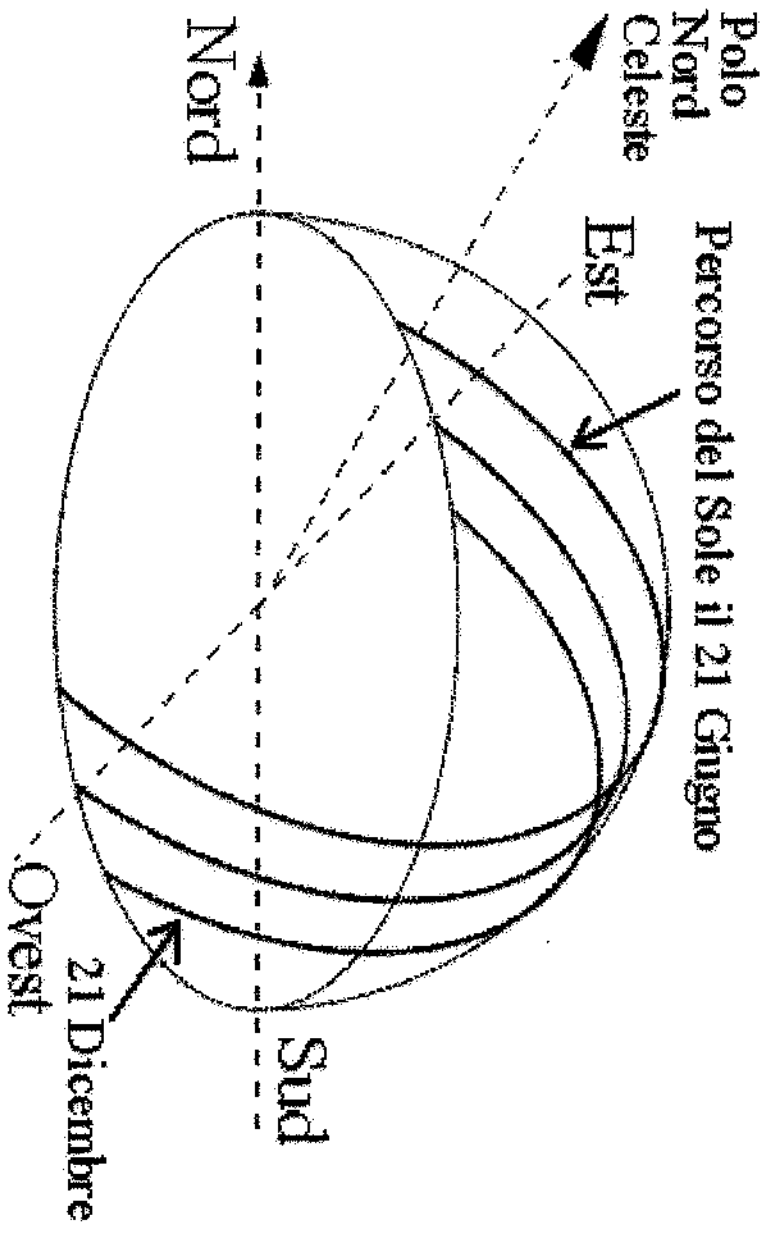
—▶ DIRETTA  
—▶ DIFFUSA  
—▶ ENERGIA SOLARE

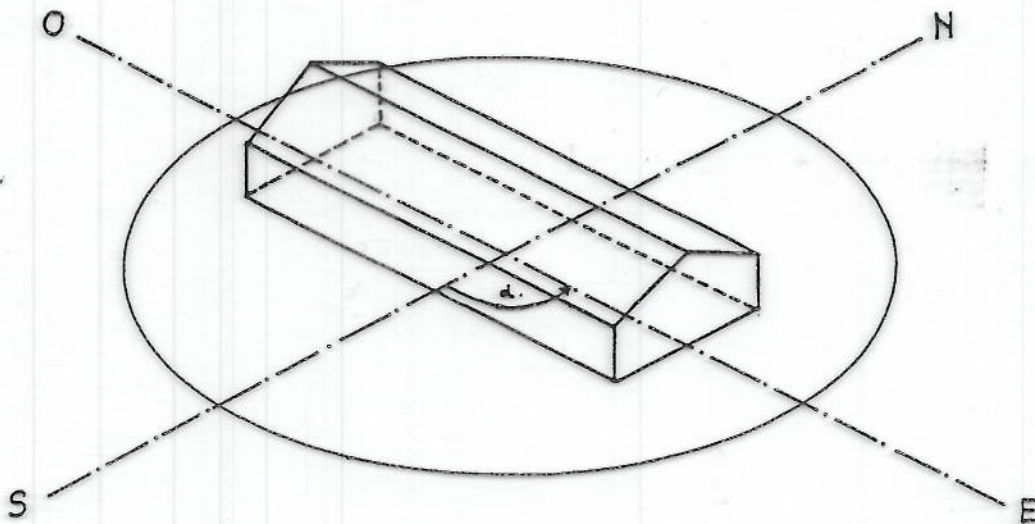
INPUT DI ENERGIA  
RADIAZIONE TERMICA

—▶  
—▶

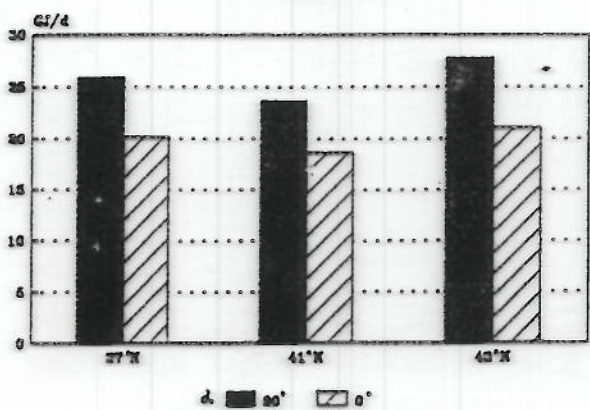
PROCESSI DI SCAMBIO TERMICO







LUGLIO



DICEMBRE

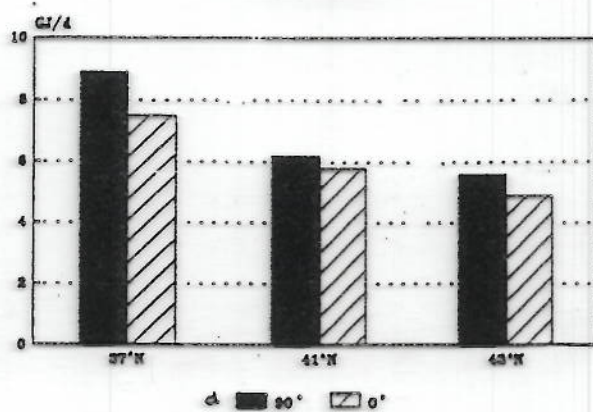


FIG. 4 - Energia globale captata da una serra di 1000 m<sup>2</sup> coperti per due diverse orientazioni ed alle latitudini di 37, 41 e 43 °N.

R.C. = 38° 6'

Latetia = 38° 58'



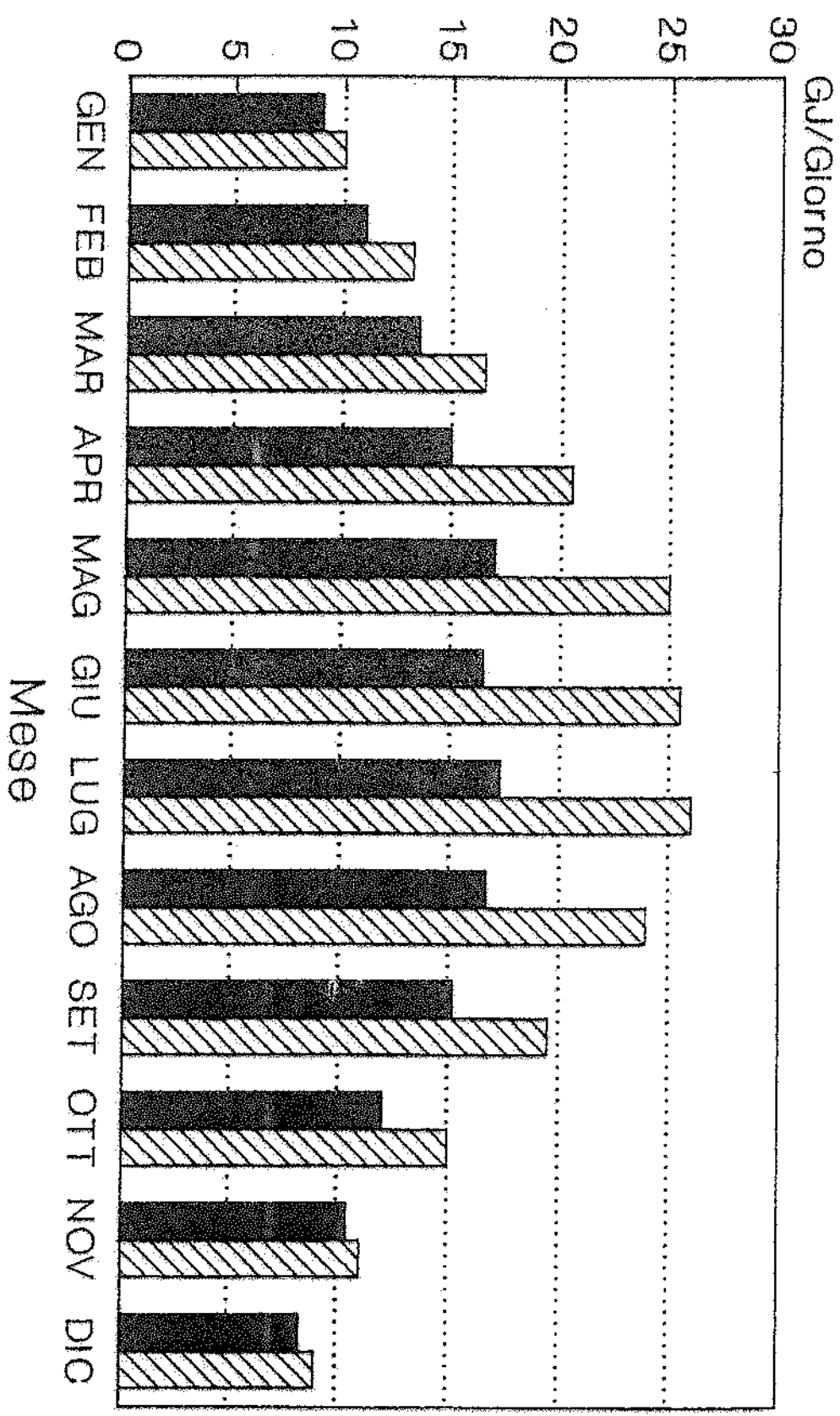


Fig. 3 - Andamento nel corso dell'anno dei valori medi giornalieri mensili dell'energia globale captata dai due tipi di serre per latitudini di 37 °N.

**Tabella 1** – Caratteristiche tecniche di alcuni dei più comuni materiali utilizzati per la costruzione delle serre

Materiali	PAR (1)	PAR (2)	U (W/m <sup>2</sup> °C) (1)	U (W/m <sup>2</sup> °C) (2)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Indice prezzi
<b>Vetro</b>						
vetro, 3 mm	89-91%	83%	5.5-6.45	10.5	7.83	Vetro=1
doppio vetro, 3 mm	79%		3.1-3.70		15	3-4
vetro Hortiplus a bassa emittanza	82%	2-3.5				1.7
<b>Plastiche rigide</b>						
polimetacrilato	86%	72%	3-4	5.8	5	6-8
policarbonato	78%		3.1-3.3		1.2-1.5	3-4
<b>Film Plastici</b>						
PE lunga durata	90%	83%	6.1-7.8	11.2	0.16	PE=1
PE impermeabile infrarosso	85-90%		6.1-7.7		0.17	1.1
PE lunga durata doppio strato	81%		5-6.1		0.34	2
EVA	91%		6.5-8.4		0.17	1.3-1.4
PVC	92%		6.1-8.1		0.23	1.4

PAR= trasmissione % della radiazione (400-700 nm) sulla fotosintesi in assenza(1) o con condensa (2)

Table 2-7. Advantages and disadvantages of greenhouse coverings [Compiled from Aldrich, 1985; Ball, 1986; Jewett, 1985; Anon., 1981a; White, 1987].

Covering	Type	Advantage	Disadvantage
A. Glass	Soda lime	High transmittance, high weatherability, low thermal expansion, resistant to heat, UV and abrasion	Low impact resistance, high cost, heavy, requires sash bars for installation
B. Acrylic (PMMA)	Tempered low iron Patterned Double	Resists hail damage, larger panes possible Greater diffuse radiation 30 to 40% reduced energy transfer	Very high cost
C. Polycarbonate (PC)	Rigid, structured, 2 layer	High transmittance, superior UV resistance and weatherability, no yellowing, light weight, easy fabrication	Easily scratched, high thermal expansion, high cost, flammable, slight embrittlement with age
D. Polyvinyl fluoride (PVF)	Rigid or semiflexible, 2 layered, structured Film	High impact resistance, wide range of service temperatures	Poor weatherability and UV resistance, high expansion and easily scratched
E. Polyvinyl chloride (PVC)	Film	High transmittance, resistant to UV, high impact resistance, heat shrinkable	High cost, tears easily if punctured, not available in wide widths
F. Fiber reinforced plastic (FRP)	Film, rigid, corrugated or structured	High transmittance initially, available in many forms	Darkens quickly, turns black over structural members, embrittlement, low impact resistance
G. Polyethylene (PE)	Semiflexible, flat or corrugated	Low cost, strong, easily fabricated and installed, high impact resistance, diffuses radiation	Susceptible to UV degradation, requires PVF lamination, turns yellow, flammable, medium life
H. Polyester	Film with or without IR blockers and UV resistance Film, laminated PMMA	Lowest cost, easy to install, large sheets, high impact resistance	Short life, low heat transfer resistance, low service temperature requirements
		High transmittance, high service temperatures, high weatherability, UV resistant	Low impact resistance, narrow sheets, UV degradable



# BILANCIO ENERGETICO

$$Q = q + q' + q'' + q_z - Q_{\text{sole}}$$

(di funzioni indipendenti e condizioni cinematiche se usa la formula LILJEJORDA)

$Q$ : Calore apportato con impianti

$$q = (\text{Perdita per Conduzione-Convezione}) = K \cdot S \cdot (t_i - t_e) \text{ [kcal/h]}$$

$S$  = superficie delle pareti in  $\text{m}^2$

$K$  = coefficiente di trasmissione [kcal/h/°C]

$t_i$  = temperatura interna [°C]

$t_e$  = temperatura esterna

$$q' = (\text{Perdita per ricambio d'aria}) = R \cdot V \cdot 0,36 \cdot (t_i - t_e) \text{ [kcal/h]}$$

$R$  = tasso di rinnovamento o numero di rinnovamenti del volume [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

$V$  = Volume della serra [ $\text{m}^3$ ]

$$q'' = (\text{Perdita attraverso il suolo}) \text{ Conduzione (oltre 50cm il suolo non è influenzato dall'aria)} \approx 1/10 \text{ del totale delle perdite} = U A \cdot (t_i - t_e)$$

$U$  = resistenza totale muro e fondamento [kcal/h·m²]

$A$  = superficie del muro interrato e fondamenti

$$q_z = (\text{perdita per irraggiamento dei vegetali e suolo}) = 4,4 \times 10^{-8} \cdot A_g \cdot P \cdot (t_i^{*4} - t_e^{*4}) \text{ [kcal]} \text{ (dipende dalle temperature)}$$

$A_g$  = superficie d'irraggiamento [ $\text{m}^2$ ]

$P$  = coefficiente di permeabilità alle radiazioni

$P_{pe} = 0,8$

$P_{rc} = 0,3$

$P_{vetro} = 0,04$

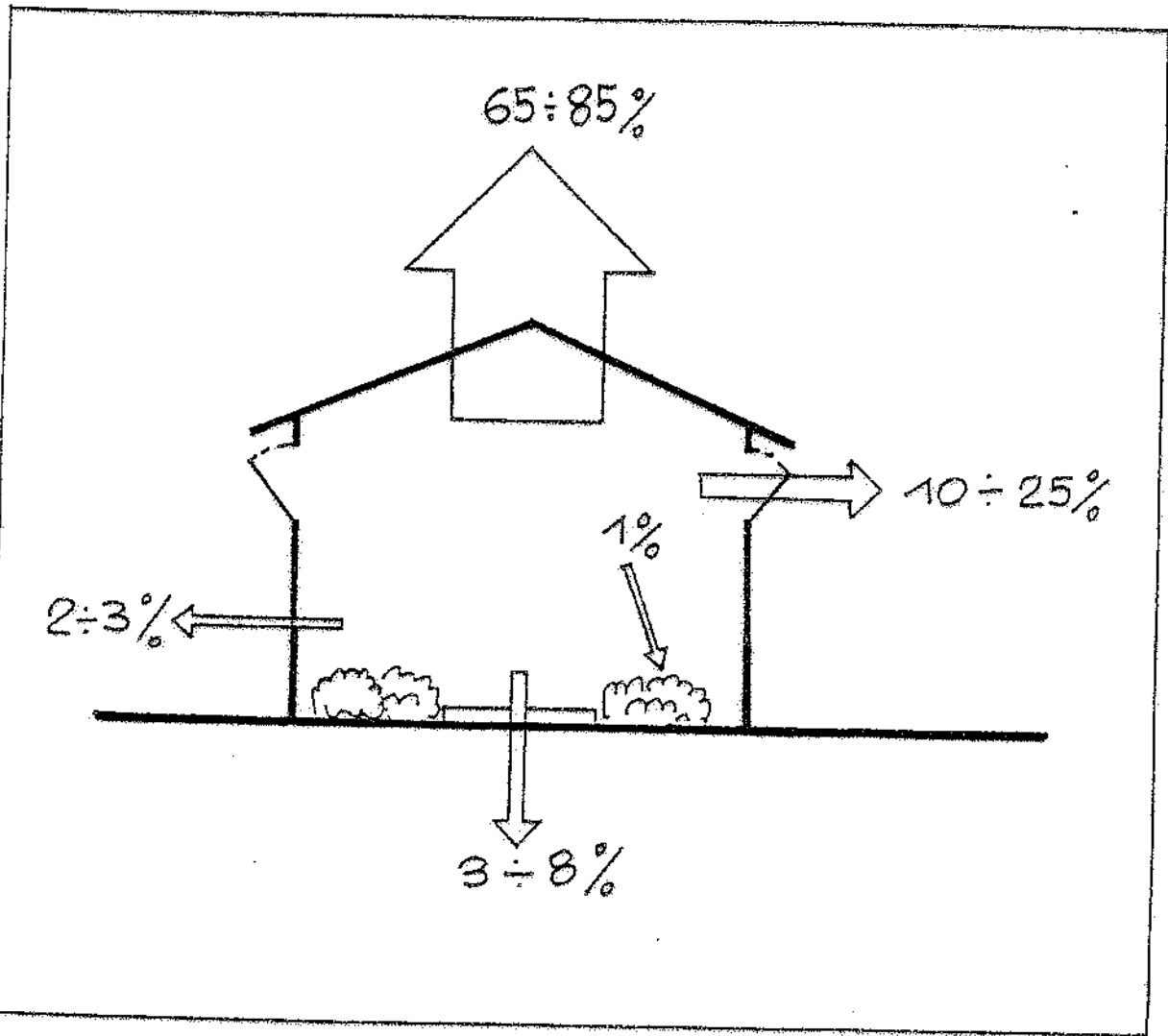


FIG. 5 - Dispersioni energetiche in una serra.

# SISTEMI DI RISCALDAMENTI

## - Generatori di aria calda

- Interni ed esterni (esplosione prodotti combusti)
- Utilizzo di tubazioni in plexiglas forate  $h=1,5m$
- fare attenzione alle ancore
- Aeratermi = centrale termica esterna (acqua - aria) batterie radiante con ventilatore

## - Pannelli radianti a termosifone

- Utilizzato per pareti del tipo a parete
- ore 25 è aggiunto una pompa e tubi di  $\phi$  minore

## - Riscaldamento in atmosfera Comune

- Senza allargare i gas residui di combustione
- Installazione poco costosa, mobile
- produzione di  $CO_2$
- senza inerzia
- miglior rendimento
- Potere gas simili fotovoltaici
- $CO_2$  di notte non utile
- Prezzo combustibile elevato
- Perdute elevate di vapore acqueo

A apparecchiature a più azioni e operazioni climatizzanti

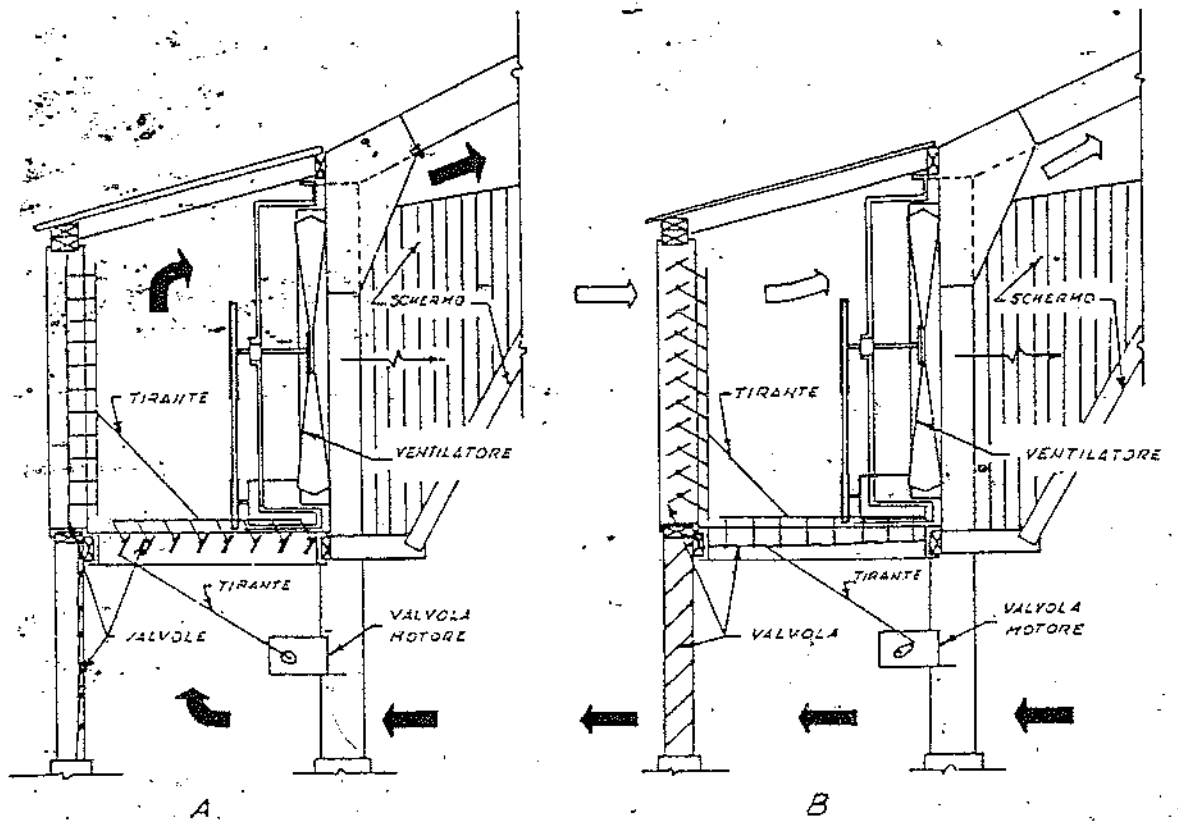


Fig. 43. - Apparecchiatura capace di più operazioni climatizzanti. A) L'apparecchiatura è in funzione per determinare la ricircolazione dell'aria all'interno della serra. B) Dispositivo funzionante per realizzare la ventilazione. (Da Walker J.N. e Cotter D.J., 1966)

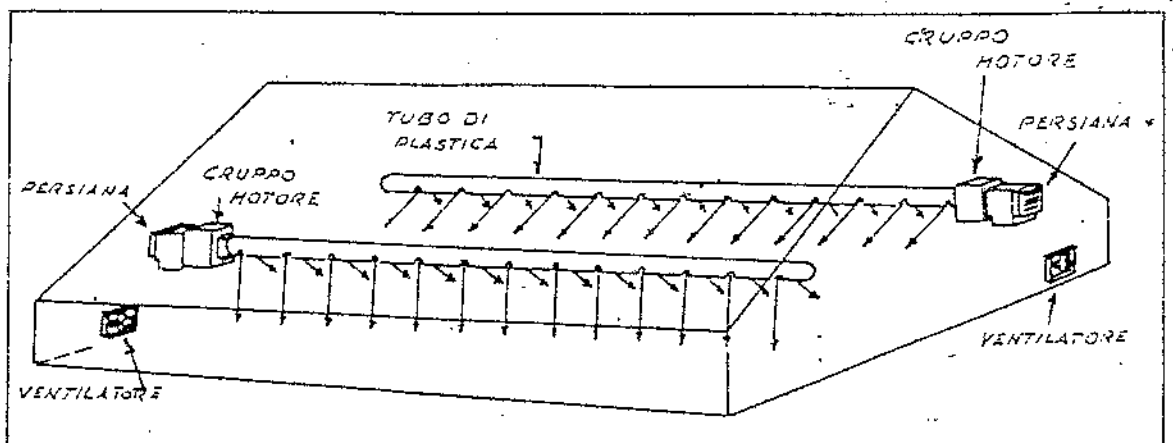
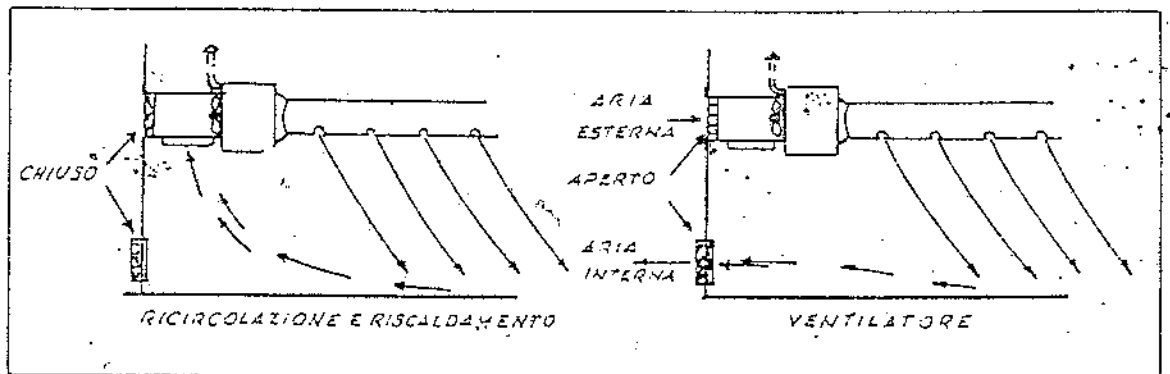


Fig. 46. - Sistema di riscaldamento e ventilazione mediante l'ausilio di tubi di plastica. (Da Florists' Review, 1968)

# Per riscaldare il terreno

Minore energia che per riscaldare l'aria  
 $\uparrow 10^\circ\text{C} \Rightarrow 6^h$      $\uparrow 10^\circ\text{C} \Rightarrow 15^h$

- L'apparato radicale e' il primo a formarsi
- Condizioni: Assorbimento  $\text{H}_2\text{O}$  e minerali, attività microflora e microfauna

Facile messa in opera e manutenzione

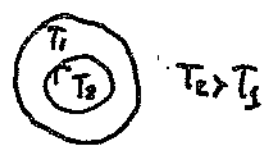
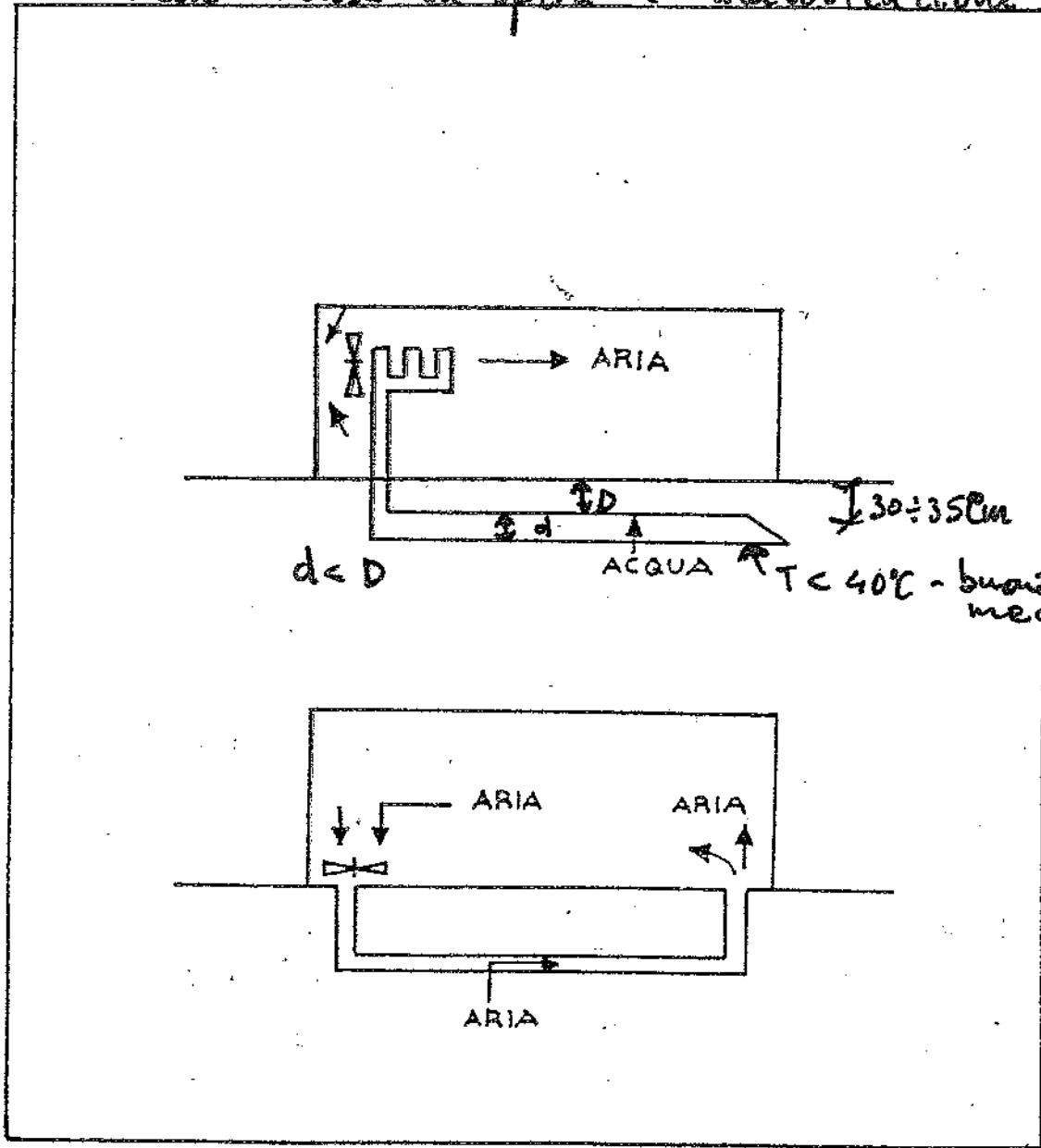
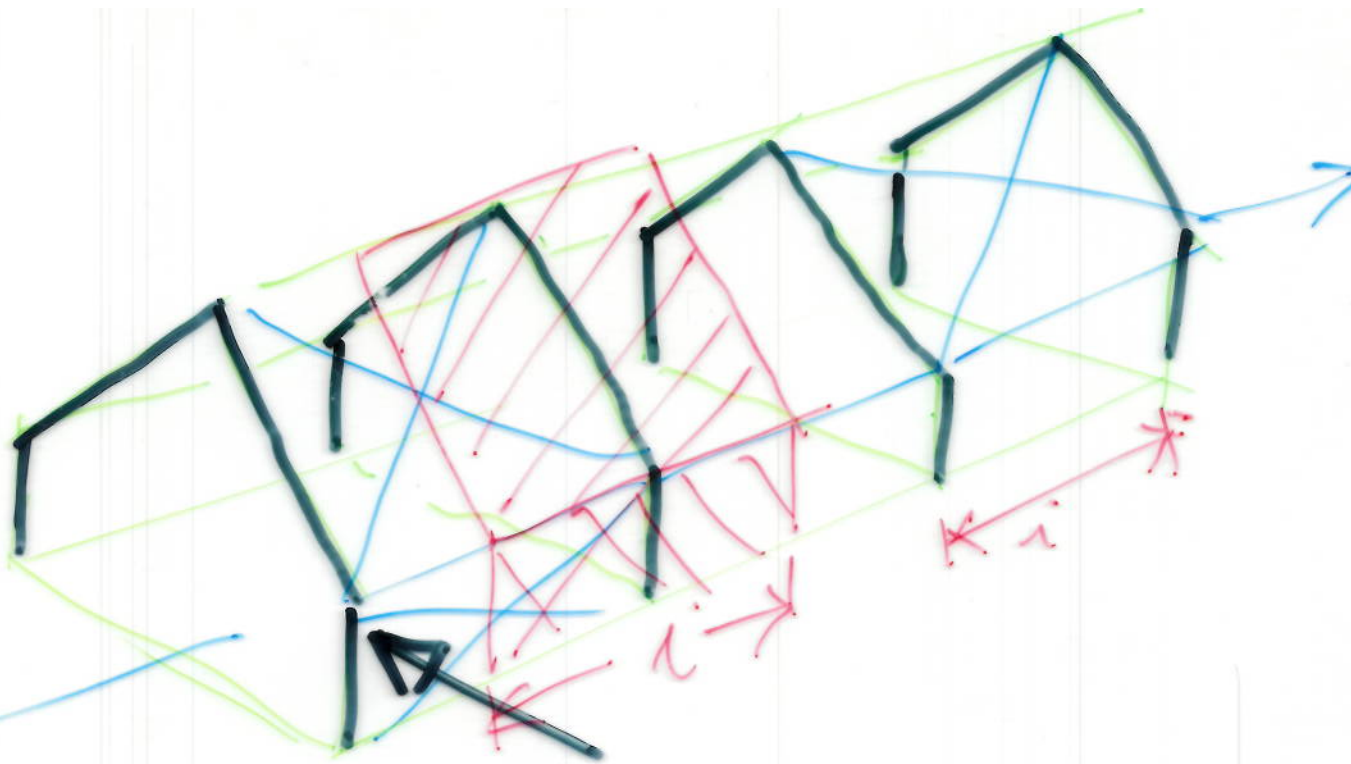


FIG. 8 - Sistemi di trasferimento, accumulo e cessione dell'energia nel terreno mediante tubazioni interrate.

## Riscaldamento basale

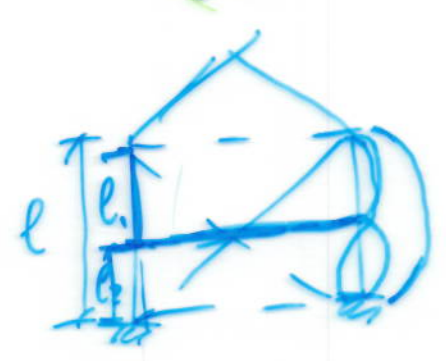
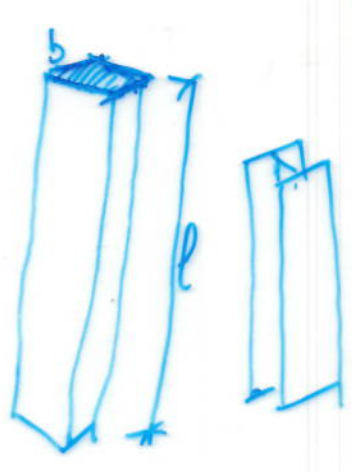
- elettrico con cavi resistenti rispetto di Pb
- reti galvanizzate
- Terrano asciutto
- Strato di terra
- Sabbia
- Cavi elettrici
- coibentazione
- drenaggio





$$d = \frac{b}{5}$$

$$\frac{b}{l} = i$$



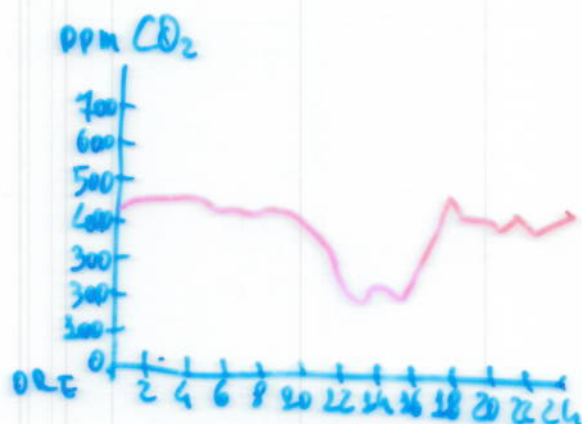
# UMIDITA'

- Umidita' Assoluta
- Umidita' Relativa

Specie	CO <sub>2</sub> (ppm)	UR (%)
Pomodoro	1000-2000	55-60
Cetivolo	1000-3000	70-80
Fragola	1000-3000	60-70
Zucca	1000-3000	60-80
Lattuga	1000-2000	60-80
Rosa	1000-2000	70-75
Garofano	500-1000	70-80
Crisantemo	600-1200	60-70
Coton-Ficus	600-1200	80-90

# ANIDRIDE CARBONICA

- Fonte di carbonio inorganico nel processo fotosintetico, alla formazione di composti organici complessi
- La concentrazione in Aria 0,03% (300ppm)
- Concimazione o arricchimento carbonico in serra





# CONCIMAZIONE CARBONICA

Nell'atmosfera la  $CO_2$  è il  $\frac{3}{10}$  in peso  
oppure 300 ppm

Durante il giorno può scendere a 150-200ppm  
limitando la sintesi clorofilliana

L'esatto livello di arricchimento di  $CO_2$   
per una coltura è difficile da determinare  
comunque normalmente si incrementa la  $CO_2$   
di 1000-1500ppm (il massimo è 5000ppm)

- Si possono avere diminuzioni di concentrazione  
PER infiltrazione dall'esterno

- La velocità del vento provoca  
 $\Delta P$  tra interno ed esterno

- La produzione in Serra di  $CO_2$  è  
preferibile avvenire calda per favorire  
la sua diffusione

- Il movimento dell'aria interna favorisce  
la sua diffusione

- Incrementi di  $CO_2$  portano anche ad  
un incremento di consumo idrico  
1,1-1,5 kg di  $CO_2$  permettono di raggiungere  
una concentrazione di 2000ppm/ha

Per sfruttare la  $CO_2$  ai fini della  
fotosintesi clorofilliana deve essere presente  
la luce



# ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

Procedere al controllo e alla durata della fase luminosa **FOTOPERIODO**

Controllare la formazione fisica della pianta attraverso la regolazione della radiazione totale, della sua qualità e durata **FOTOMORFOGENESI**

- Le basse intensità di luce in inverno possono provocare lentezza della fase di crescita (bassa luminosità e bassa Temp.)

- Illuminazione **Sostitutiva**  
(10.000 - 15.000 lux nei fitotroni o camere)  
500-600 W/m<sup>2</sup>

- Illuminazione **Supplementare**  
(2.000 ÷ 3000 lux) 50-100 W/m<sup>2</sup>

- Illuminazione **Fotoperiodica**  
(per induzione a fiore 5-50 W/m<sup>2</sup>)

- Lampade al meandrescenza

- Tubi fluorescenti (non adatti al fotoperiodo)

- Lampade al mercurio (forte intensità luce)

- Lampade al sodio (molto costose ma possono provocare allungamento dello stelo (colore giallo/arancione))

- Meglio poche lampade ad alta potenza che molte a bassa potenza  
(lumen = flusso luminoso / unità di tempo)



- La disposizione delle lampade deve realizzare una illuminazione omogenea
- Fare attenzione all'ombra dell'apparecchio
- Usare il Voltaggio consigliato dalla ditta costruttrice
- Rendere massima l'ingresso della luce naturale (pulire bene)

### La luce **Supplementare:**

- accelera la crescita delle piante e la loro maturazione
- incrementa la densità di coltura
- incremento della qualità delle piante e dei prodotti
- riduzione del numero dei fiori abortiti e dei germogli ciechi
- uniforme distribuzione dei germogli e seguente sviluppo
- vantaggi incrementati se abbinati alla concimazione carbonica

Molte colture a fiore richiedono una interruzione del periodo notturno per il controllo vegetativo e l'induzione a fiore