

I risultati delle prove sono stati analizzati valutando le innovazioni introdotte considerando che l'obiettivo della TOP MELON S.R.L. è quello di ottenere produzioni di qualità elevata con pezzatura quanto più possibile omogenea e compresa nelle classi più richieste dal mercato.

Di seguito vengono illustrati i risultati della classificazione in funzione della pezzatura dei meloni provenienti dalle differenti prove condotte nel 2010 presso l'azienda Spinetti Giorgio.

## PRIMA ANNUALITÀ - 2010

### Prova 1: trapianto precoce (fine marzo) su tunnelone

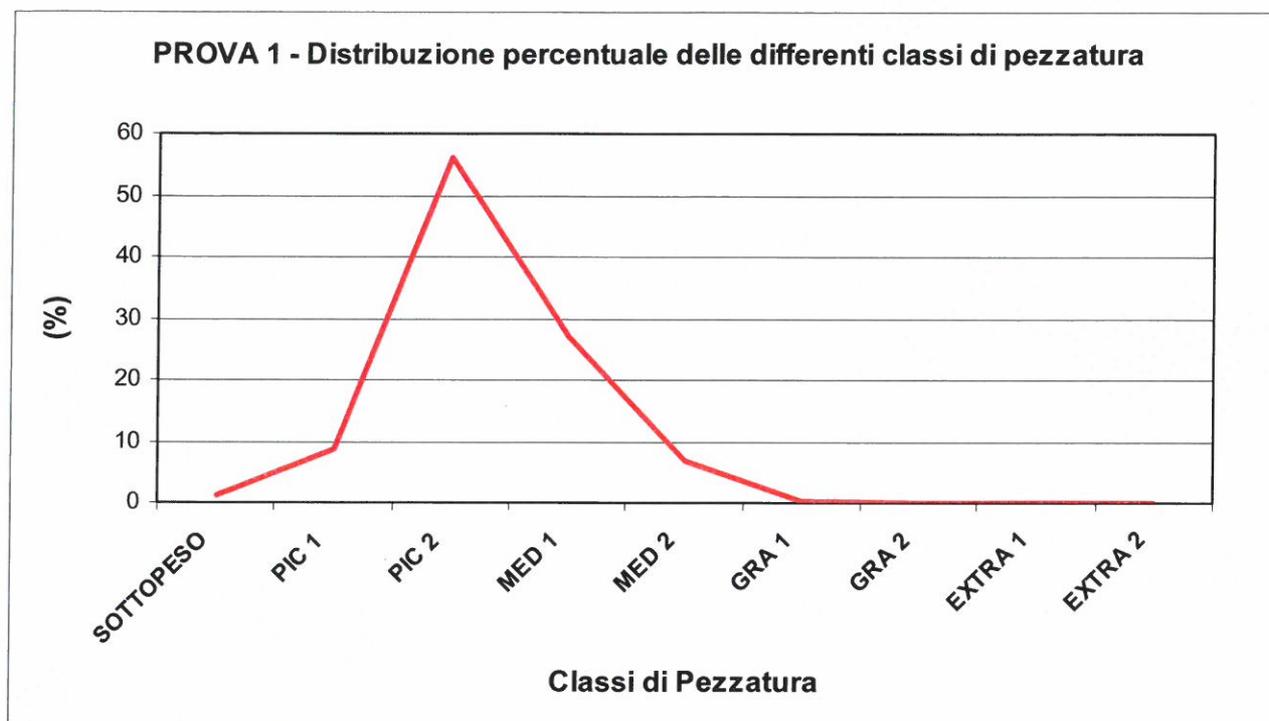
Località: Deruta (PG)

Numero complessivo piante osservate nei tre tunnel: 53

Date raccolta: 25/06/2010 - 27/06/2010 - 28/06/2010 – 29/06/2010 – 30/06/2010 – 01/07/2010

Tabella 2 - Prova 1 classi di pezzatura

Classi di pezzatura	Peso (Kg)	N. Frutti	% Frutti per Classe	Peso complessivo frutti per classe (Kg)
<b>SOTTOPESO</b>	<b>&lt;0,800</b>	4	1,27	3,08
<b>PIC 1</b>	<b>0,800-1,000</b>	27	8,54	25,11
<b>PIC 2</b>	<b>1,000-1,350</b>	177	56,01	210,49
<b>MED 1</b>	<b>1,350-1,650</b>	85	26,90	125,57
<b>MED 2</b>	<b>1,650-2,000</b>	22	6,96	38,83
<b>GRA 1</b>	<b>2,000-2,200</b>	1	0,32	2,13
<b>GRA 2</b>	<b>2,200-2,800</b>	0	0,00	0
<b>EXTRA 1</b>	<b>2,800-3,100</b>	0	0,00	0
<b>EXTRA 2</b>	<b>3,100-3,500</b>	0	0,00	0
	<b>Tot</b>	<b>316</b>	<b>100,00</b>	<b>405,20</b>



**Tabella 3 - Valutazione della redditività Prova 1**

CLASSI	Quotazione presunta (€/kg)	Peso t/ha	Min (€/ha)	Max (€/ha)
	max-min			
A	0	0,29	0	0
B - C	0,40- 0,60	22,23	8890,38	13335,57
D - E	0,60	15,51	9305,66	9305,66
F - G	0,40 - 0,50	0,20	80,19	100,24
H	0,30 - 0,35	0	0	0
I	0,20 - 0,30	0	0	0
<b>TOT</b>		<b>38,23</b>	<b>18.276,23</b>	<b>22.741,46</b>

La coltura sotto tunnel precoce ha evidenziato una produttività rilevante, superiore alla coltura tardiva sotto la stessa copertura, e la produzione è risultata medio-piccola, concentrata in classi di pezzatura che spuntano i prezzi migliori sul mercato sia italiano che estero. Lo scarto di produzione è risultato minimo.

Considerando l'epoca di produzione molto anticipata, si può prevedere che tale produzione possa spuntare prezzi ancora più elevati, aumentando ulteriormente la redditività di questa tecnica in coltura precoce.

## Prova 2: trapianto in aprile su tunnelino

Località: Collazzone (PG)

Strutturata come 2 sottoprove separate, una con pacciamatura verde e una con pacciamatura fumé.

### Sottoprova con pacciamatura verde

Tesi sperimentali: presenza di TNT (TNT SI), assenza di TNT (TNT NO)

Zona rilievi e raccolta per tesi sperimentale: 24 piante (8 piante centrali/fila per parcella TNT SI - 8 piante centrali/fila per parcella TNT NO)

Date raccolta: 06/07/2010 - 07/07/2010 - 08/07/2010 - 09/07/2010 - 10/07/2010 - 12/07/2010 - 13/07/2010 - 14/07/2010 - 16/07/2010

### Sottoprova con pacciamatura fumé

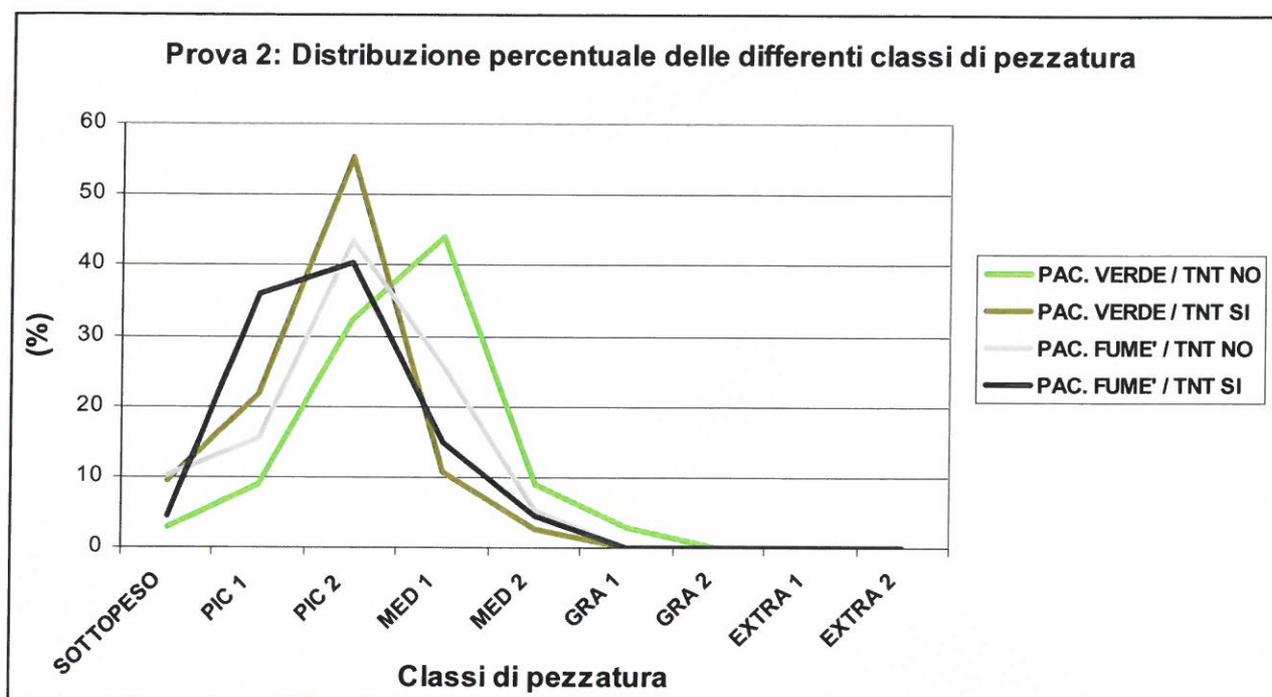
Tesi sperimentali: presenza di TNT (TNT SI), assenza di TNT (TNT NO)

Zona rilievi e raccolta per tesi sperimentale: 24 piante (8 piante centrali/fila per parcella TNT SI - 8 piante centrali/fila per parcella TNT NO)

Date raccolta: 29/06/2010 - 01/07/2010 - 06/07/2010 - 07/07/2010 - 08/07/2010 - 09/07/2010 - 10/07/2010 - 12/07/2010 - 13/07/2010 - 14/07/2010 - 16/07/2010

Tabella 4 - Prova 2 classi di pezzatura

	PACCIAMATURA VERDE						PACCIAMATURA FUME'					
	TNT NO			TNT SI			TNT NO			TNT SI		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
<b>SOTTOPESO</b>	1	2,94	0,74	7	9,46	4,80	4	10,26	2,53	3	4,48	2,35
<b>PIC 1</b>	3	8,82	2,59	16	21,62	14,53	6	15,38	5,67	24	35,82	21,74
<b>PIC 2</b>	11	32,35	13,23	41	55,41	47,63	17	43,59	20,39	27	40,30	31,95
<b>MED 1</b>	15	44,12	22,46	8	10,81	11,74	10	25,64	14,91	10	14,93	14,88
<b>MED 2</b>	3	8,82	5,35	2	2,70	3,53	2	5,13	3,38	3	4,48	5,23
<b>GRA 1</b>	1	2,94	2,02	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>GRA 2</b>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>EXTRA 1</b>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>EXTRA 2</b>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>34</b>	<b>100,00</b>	<b>46,37</b>	<b>74</b>	<b>100,00</b>	<b>82,22</b>	<b>39</b>	<b>100,00</b>	<b>46,87</b>	<b>67</b>	<b>100,00</b>	<b>76,133</b>



Sottoprova con pacciamatura verde

**Tabella 5 – Redditività Prova 2 - Sottoprova con pacciamatura verde**

CLASSI	Quotazione presunta (€/kg) max-min	Peso t/ha		Min (€/ha)		Max (€/ha)	
		Tnt no	Tnt si	Tnt no	Tnt si	Tnt no	Tnt si
A	0	0,15	1,00	0	0	0	0
B - C	0,40- 0,60	3,30	12,95	1318,00	5179,58	1977,00	7769,38
D – E	0,60	5,79	3,18	3475,00	1908,75	3475,00	1908,75
F – G	0,40 – 0,50	0,42	0	167,92	0	209,90	0
H	0,30 – 0,35	0,00	0	0	0	0	0
I	0,20 – 0,30	0,00	0	0	0	0	0
<b>TOT</b>		<b>9,66</b>	<b>17,13</b>	<b>4.960,92</b>	<b>7.088,33</b>	<b>5.661,90</b>	<b>9.678,13</b>

## Sottoprova con pacciamatura fumè

**Tabella 6 - Redditività Prova 2 - Sottoprova con pacciamatura fumè**

CLASSI	Quotazione presunta (€/kg) max-min	Peso t/ha		Min (€/ha)		Max (€/ha)	
		Tnt no	Tnt si	Tnt no	Tnt si	Tnt no	Tnt si
A	0	0,53	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
B - C	0,40- 0,60	5,43	11,18	2171,08	4473,75	3256,63	6710,63
D - E	0,60	3,81	4,19	2285,63	2512,50	2285,63	2512,50
F - G	0,40 - 0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,30 - 0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20 - 0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOT</b>		<b>9,76</b>	<b>15,86</b>	<b>4456,71</b>	<b>6.986,25</b>	<b>5542,25</b>	<b>9.223,13</b>

Il forte attacco fungino ha fortemente compromesso la quantità e la qualità della produzione. A titolo indicativo, la produzione si è comunque concentrata in classi di pezzatura medio-piccole, con un buon riscontro possibile sul mercato, considerando che si tratta comunque di una stagione anticipata: la redditività presunta della coltura si attesta quindi più vicina ai valori massimi riportati in tabella che a quelli minimi. Si riscontra una certa quantità di prodotto inferiore alla soglia di commerciabilità in entrambe le sottoprove.

### **Prova 3: trapianto in maggio su TNT**

Località: Pantalla di Todi (PG)

Schema fattoriale a split-plot a blocco randomizzato con 3 ripetizioni: Blocchi 1, 2, 3

Tesi sperimentali di 1° ordine: presenza di TNT (TNT si), assenza di TNT (TNT no)

Tesi sperimentali di 2° ordine: pacciamatura verde, pacciamatura fumè

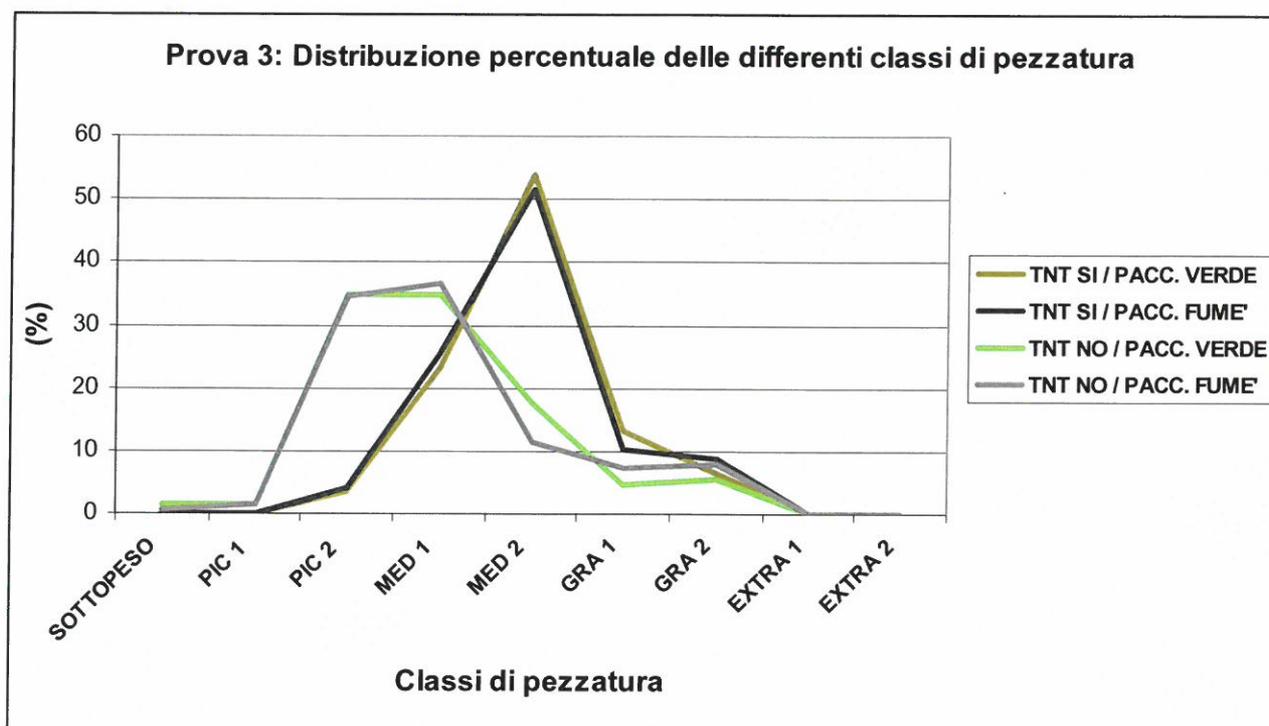
Zona rilievi e raccolta: 2 file e 8 piante centrali/fila

Pertanto per ciascuna delle tesi: TNT SI – pacciamatura verde, TNT SI – pacciamatura fumè, TNT NO pacciamatura verde, TNT NO – pacciamatura fumè sono state monitorate 48 piante.

Date raccolta: 27/07/2010 - 28/07/2010 - 02/08/2010 - 04/08/2010 - 07/08/2010 - 09/08/2010 - 12/08/2010 - 18/08/2010 - 20/08/2010 - 28/08/2010

Tabella 7 – Prova 3 classi di pezzatura

	TNT - SI						TNT - NO					
	PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'			PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
<b>SOTTOPESO</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	1,4	1,5	1	0,7	0,7
<b>PIC 1</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	1,4	1,8	2	1,4	1,9
<b>PIC 2</b>	5	3,5	6,6	6	4,1	7,7	51	34,7	60,6	48	34,5	58,3
<b>MED 1</b>	33	23,1	50,4	37	25,3	57,9	51	34,7	76,1	51	36,7	75,3
<b>MED 2</b>	77	53,8	139,6	75	51,4	138,1	26	17,7	46,6	16	11,5	27,8
<b>GRA 1</b>	19	13,3	39,5	15	10,3	31,6	7	4,8	14,7	10	7,2	21,2
<b>GRA 2</b>	9	6,3	20,8	13	8,9	30,0	8	5,4	19,1	11	7,9	27,0
<b>EXTRA 1</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>EXTRA 2</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	143	100,0	256,9	146	100,0	265,3	147	100,0	220,4	139	100,0	212,3



**Figura 8 - Redditività Prova 3**

Classi	Quotaz. presunta (€/kg) max-min	Peso t/ha				Min (€/ha)				Max (€/ha)			
		V si	F si	V no	F no	V si	F si	V no	F no	V si	F si	V no	F no
A	0	0,00	0,00	0,16	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - C	0,40- 0,60	0,69	0,80	6,50	6,27	274,79	320,21	2600,00	2509,17	412,19	480,31	3900,00	3763,75
D - E	0,60	19,79	20,42	12,78	10,74	11874,69	12250,94	7665,31	6442,19	11874,69	12250,94	7665,31	6442,19
F - G	0,40 - 0,50	6,28	6,42	3,52	5,03	2513,33	2567,08	1406,88	2011,25	3141,67	3208,85	1758,59	2514,06
H	0,30 - 0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20 - 0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOT</b>		<b>26,76</b>	<b>27,64</b>	<b>22,95</b>	<b>22,11</b>	<b>14.662,81</b>	<b>15.138,23</b>	<b>11.672,19</b>	<b>10.962,60</b>	<b>15.428,54</b>	<b>15.940,10</b>	<b>13.323,91</b>	<b>12.720,00</b>

Nel complesso la prova ha manifestato una buona redditività per tutte le tesi, con una certa prevalenza delle tesi con tnt, dove lo scarto è stato nullo e la produzione, di per sé più alta, si è concentrata nelle classi più apprezzate dal mercato locale. Pur ipotizzando che il valore atteso possa trovarsi più vicino a i valori minimi che a quelli massimi riportati (visto che la stagione di produzione di questa prova coincide con il momento della massima presenza di melone sul mercato), il reddito atteso dalle tesi con tnt può compensare i maggiori costi dovuti alla stesura e allo smaltimento dei teli.

### **Prova 3 bis: trapianto in giugno su TNT**

Località: Deruta (PG)

Schema fattoriale a split-plot a blocco randomizzato con 3 ripetizioni: Blocchi 1, 2, 3

Tesi sperimentali di 1° ordine: presenza di TNT (TNT si), assenza di TNT (TNT no)

Tesi sperimentali di 2° ordine: pacciamatura verde, pacciamatura fumé

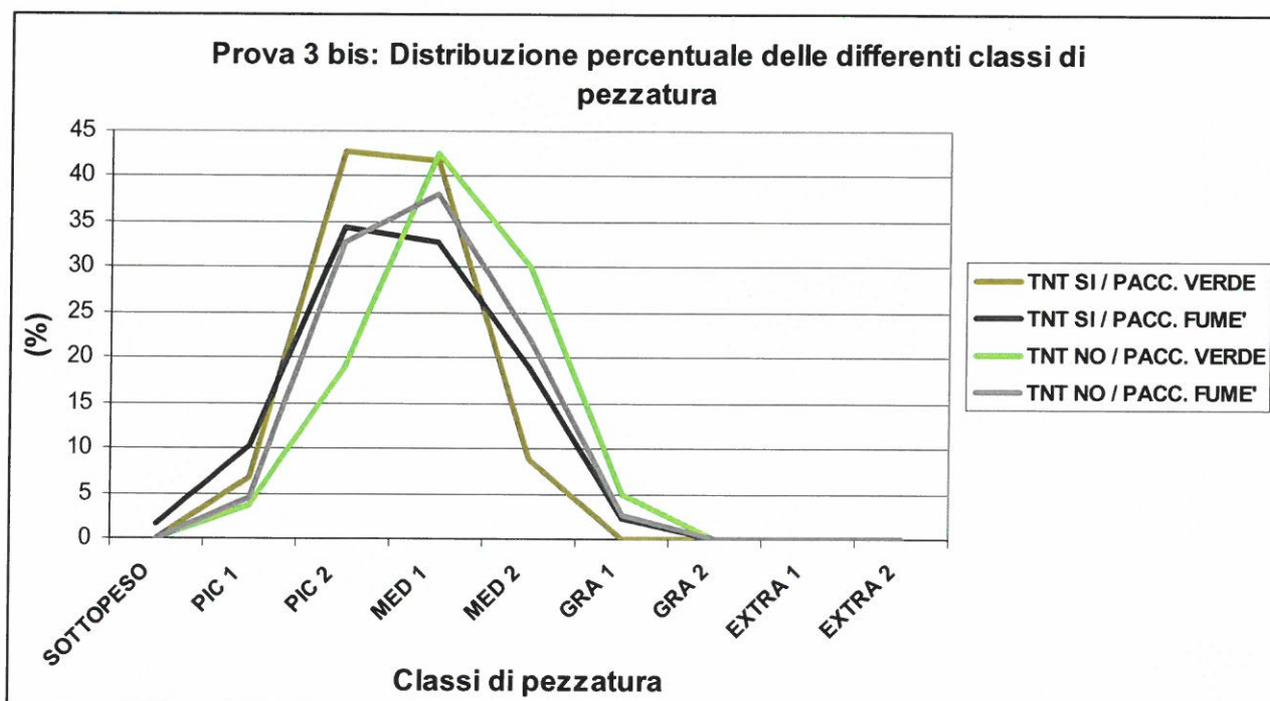
Zona rilievi e raccolta: 2 file e 8 piante centrali/fila

Pertanto per ciascuna delle tesi: TNT SI – pacciamatura verde, TNT SI – pacciamatura fumé, TNT NO pacciamatura verde, TNT NO – pacciamatura fumé sono state monitorate 48 piante.

Date raccolta: 28/08/2010 - 30/08/2010 - 01/09/2010 - 03/09/2010 - 06/09/2010 - 08/09/2010 - 13/09/2010 - 16/09/2010 - 20/09/2010 - 27/09/2010.

Tabella 9 - Prova 3 bis Classi di pezzatura

	TNT - SI						TNT - NO					
	PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'			PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
<b>SOTTOPESO</b>	0	0,0	0,0	2	1,6	1,5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>PIC 1</b>	7	6,8	6,6	13	10,2	12,1	3	3,8	2,9	5	4,4	4,6
<b>PIC 2</b>	44	42,7	51,3	44	34,4	52,2	15	18,8	18,6	37	32,7	45,7
<b>MED 1</b>	43	41,7	64,9	42	32,8	62,9	34	42,5	51,2	43	38,1	63,3
<b>MED 2</b>	9	8,7	15,8	24	18,8	42,8	24	30,0	42,7	25	22,1	45,3
<b>GRA 1</b>	0	0,0	0,0	3	2,3	6,5	4	5,0	8,2	3	2,7	6,3
<b>GRA 2</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>EXTRA 1</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>EXTRA 2</b>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	103	100,0	138,6	128	100,0	178,0	80	100,0	123,7	113	100,0	165,2



**Tabella 10 - Redditività Prova 3 bis**

Classi	Quotaz. presunta (€/kg) max-min	Peso t/ha				Min (€/ha)				Max (€/ha)			
		V si	F si	V no	F no	V si	F si	V no	F no	V si	F si	V no	F no
A	0	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - C	0,40- 0,60	6,04	6,70	2,25	5,24	2414,33	2681,38	898,17	2096,21	3621,50	4022,06	1347,25	3144,31
D - E	0,60	8,41	11,01	9,78	11,27	5043,25	6608,88	5867,19	6763,13	5043,25	6608,88	5867,19	6763,13
F - G	0,40 - 0,50	0,00	0,67	0,86	0,66	0,00	268,75	343,54	263,13	0,00	335,94	429,43	328,91
H	0,30 - 0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20 - 0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOT</b>		<b>14,44</b>	<b>18,54</b>	<b>12,88</b>	<b>17,17</b>	<b>7.457,58</b>	<b>9.559,00</b>	<b>7.108,90</b>	<b>9.122,46</b>	<b>8.664,75</b>	<b>10.966,88</b>	<b>7.643,86</b>	<b>10.236,34</b>

La prova non manifesta differenze di redditività significativa nelle diverse tesi, salvo una certa prevalenza delle tesi fumé, dovuta in parte alla maggiore produttività totale e in parte ad una maggiore concentrazione delle pezzature nella classe più richiesta.

**Prova 4: trapianto tardivo (agosto) su tunnelone**

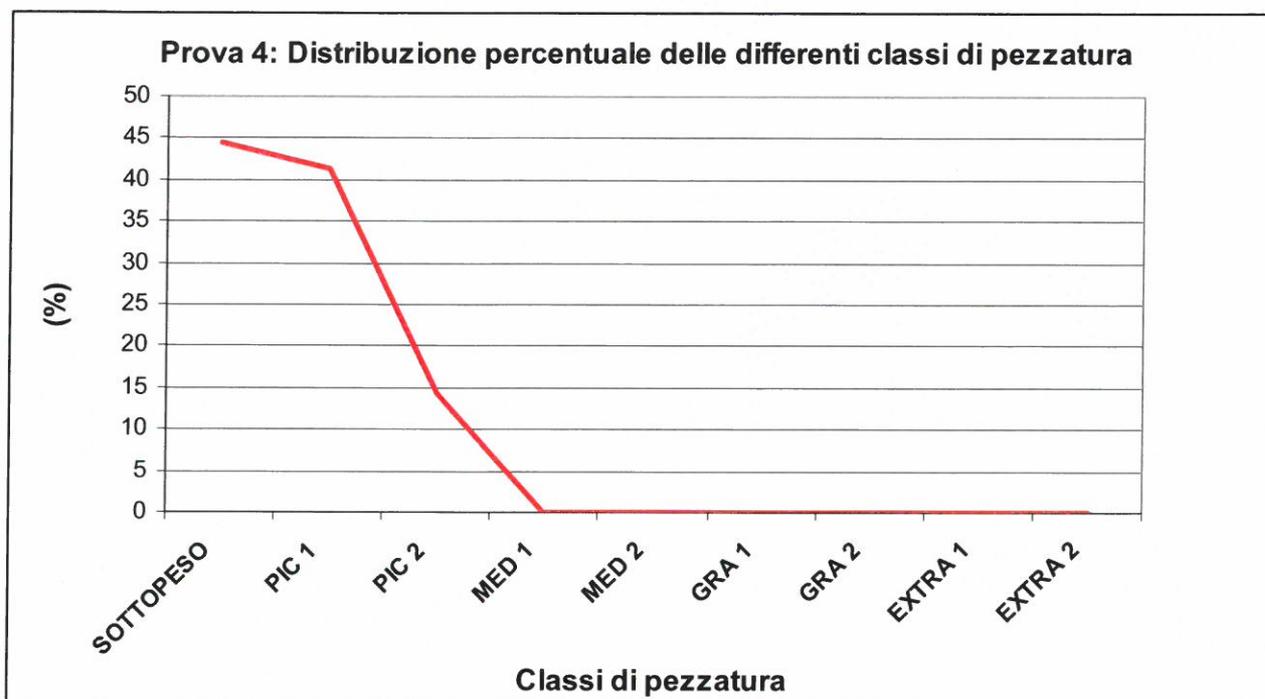
Località: Deruta (PG)

Numero complessivo piante osservate nei tre tunnel: 30

Date raccolta: 21/10/2010 – 22/10/2010

**Tabella 11 - Prova 4 Classi di pezzatura**

Classi di pezzatura	Peso (Kg)	N. Frutti	% Frutti per Classe	Peso complessivo frutti per classe (Kg)
<b>SOTTOPESO</b>	<b>&lt;0,800</b>	99	44,4	66,4
<b>PIC 1</b>	<b>0,800-1,000</b>	92	41,3	82,5
<b>PIC 2</b>	<b>1,000-1,350</b>	32	14,3	35,4
<b>MED 1</b>	<b>1,350-1,650</b>	0	0	0
<b>MED 2</b>	<b>1,650-2,000</b>	0	0	0
<b>GRA 1</b>	<b>2,000-2,200</b>	0	0	0
<b>GRA 2</b>	<b>2,200-2,800</b>	0	0	0
<b>EXTRA 1</b>	<b>2,800-3,100</b>	0	0	0
<b>EXTRA 2</b>	<b>3,100-3,500</b>	0	0,00	0
	<b>Tot</b>	<b>223</b>	<b>100,0</b>	<b>184,3</b>



**Tabella 12 - Redditività Prova 4**

CLASSI	Quotazione presunta (€/kg) max-min	Peso t/ha	Min (€/ha)	Max (€/ha)
A	0	11,06	0	0
B - C	0,40- 0,60	19,65	7859,15	11788,73
D - E	0,60	0	0	0
F - G	0,40 - 0,50	0	0	0
H	0,30 - 0,35	0	0	0
I	0,20 - 0,30	0	0	0
<b>TOT</b>		<b>30,71</b>	<b>7.859,15</b>	<b>11.788,73</b>

La produzione sotto tunnel in coltura tardiva ha risentito di un forte attacco di oidio sopraggiunto a ridosso della raccolta. Di conseguenza, la produzione è risultata inferiore a quella in coltura precoce e si è concentrata su piccole pezzature, tra cui una significativa quota di scarto non commerciabile. Considerando, però, che nella stagione a cui arriva in produzione questo tipo di coltura non è presente un grosso afflusso di prodotto sul mercato, i prezzi che possono spuntare anche piccole pezzature possono essere di un certo interesse. Nel complesso, quindi, una seconda coltura tardiva sotto tunnel, minimizzando al massimo gli interventi di preparazione del terreno, può concorrere a creare reddito ammortizzando così i costi di acquisto ed impianto della struttura.

Il personale della TOP MELON S.R.L. ha inoltre fornito un supporto ai tecnici della 3A-PTA nella fase di campionamento dei frutti da sottoporre alle analisi di caratterizzazione (Fig. 2 - 3).



**Fig. 2 - 3 – Supporto nella fase di campionamento dei frutti**

I risultati delle analisi di caratterizzazione chimico-fisica (carotenoidi, colore con colorimetro tristimolo, grado Brix e sforzo di taglio) forniti dalla 3A-PTA sono stati analizzati dal personale della TOP MELON S.R.L. per esprimere un giudizio sui vari mezzi di protezione/forzatura messi in prova nel 2010 al fine di ottimizzare la qualità del prodotto ottenibile nelle diverse epoche di coltivazione.

In riferimento alle colture realizzate sotto tunnelone (Prova 1 e Prova 4) si è evidenziato come in queste prove i parametri chimico-fisici che condizionano la qualità delle produzioni presentino valori relativamente inferiori rispetto a quelli rilevati nelle prove realizzate in pieno campo nell'epoca in cui viene normalmente coltivato il melone in Umbria. In particolare, sia in coltura precoce che tardiva, il grado zuccherino, che rappresenta uno dei caratteri che condizionano in maniera sostanziale le caratteristiche organolettiche dei frutti, è risultato più basso di 3÷4 punti rispetto ai dati provenienti dalla Prova 3 (trapianto in maggio) e di 5÷6 punti rispetto ai dati della Prova 3 bis (trapianto in giugno). Tuttavia, poiché tali produzioni arrivano sul mercato in epoche in cui risulta scarsa la presenza di melone, anche se con grado zuccherino relativamente basso e pezzatura mediamente piccola, trovano facile collocazione e possono fornire all'azienda un'ottima redditività, considerando anche l'elevata resa ad ettaro che sono in grado di garantire.

I risultati produttivi forniti dalla Prova 2: trapianto in aprile sotto tunnelino, sono stati condizionati dall'attacco di cancro gommoso delle cucurbitacee, che ha reso necessario il diradamento dei frutti in accrescimento su tutta la coltura, mascherando l'effetto dei mezzi di protezione messi in prova e ritardando la maturazione e la raccolta. Dal punto di vista qualitativo analizzando in parametri a disposizione ed in particolare il grado zuccherino, questi non si

discostavano in maniera evidente da quelli rilevati sui meloni provenienti da colture realizzate con la medesima varietà e nello stesso periodo presso l'azienda Spinetti Giorgio.

Relativamente alle prove condotte in pieno campo, la coincidenza dell'epoca di maggior rigoglio vegetativo e di maturazione dei frutti con il verificarsi di condizioni climatiche particolarmente favorevoli ha indotto la formazione di frutti dalle buone caratteristiche qualitative, soprattutto in relazione al grado zuccherino, di 2÷5 punti più elevato rispetto alle colture sotto copertura. La prova con trapianto a giugno (prova 3 bis) ha dato frutti più consistenti rispetto alla prova con trapianto a maggio (prova 3) a parità di varietà utilizzata. La quantità di caroteni e la colorazione hanno mostrato un livello di variabilità tale che non consente di rilevare correlazioni con le singole tecniche o le singole epoche di coltivazione. In generale, queste sono le prove che hanno evidenziato i migliori parametri qualitativi dei frutti: in particolare, la prova 3 bis ha prodotto frutti di buona qualità in tutte le tesi senza evidenti distinzioni, indicando come l'adozione di una qualsiasi delle combinazioni tnt-pacciamatura non influenzi significativamente i parametri qualitativi dei frutti.

Per concludere, dai risultati sperimentali del primo anno si può dedurre come i principali parametri alla base delle caratteristiche qualitative del frutto siano influenzati soprattutto dall'adozione di tecniche agronomiche che favoriscano l'esposizione dell'apparato fogliare alle condizioni ambientali che garantiscano la massima efficienza sia dell'attività fotosintetica che di traslocazione dei nutrienti. L'adozione di tecniche che permettano una migliore omogeneità di pezzatura può permettere all'azienda di economizzare sui costi di cernita e separazione in classi, concentrando il più possibile le produzioni in mercati definiti in funzione della gamma più adeguata alle richieste che il mercato detta in quel particolare momento. A questo scopo, l'uso del tnt si è rivelato particolarmente utile nel concentrare la raccolta in pochi giorni, permettendo una gestione aziendale più snella e permettendo di programmare in maniera scalare l'afflusso di prodotto sul mercato, evitando sovrapposizioni e quindi concentrazioni che potrebbero incidere sul prezzo di vendita. L'effetto si è manifestato con particolare evidenza nelle colture di pieno campo senza protezione, poiché nelle colture sotto copertura quest'ultima mascherava l'effetto della copertura con tnt.

## SECONDA ANNUALITÀ - 2011

Nell'annualità 2011 il personale della TOP MELON S.R.L. come nel 2010 ha operato in costante collaborazione con il personale della 3A-PTA, eseguendo presso il proprio stabilimento un controllo continuo dei meloni provenienti dalle prove. In particolare la TOP MELON S.R.L. in base alla sua esperienza ventennale ha analizzato i meloni che in corrispondenza di ogni raccolta, il personale della 3A-PTA ha trasportato presso la sede aziendale per sottoporli alla valutazione del peso unitario. Ha inoltre fornito un supporto ai tecnici della 3A-PTA nella fase di campionamento dei frutti da sottoporre alle analisi di caratterizzazione. Di seguito vengono illustrati i risultati della classificazione in funzione della pezzatura dei meloni provenienti dalle differenti prove condotte nel 2011 presso l'azienda Spinetti Giorgio.

### Prova 1: trapianto precoce (fine marzo) su tunnelone

Località: Deruta (PG)

Tesi sperimentali: Tunnel 2 (utilizzato solo il 2011) – Innestate; Tunnel 2 (utilizzato solo il 2011) – Non Innestate; Tunnel 1+2 (utilizzati il 2010 ed il 2011) – Innestate; Tunnel 1+2 (utilizzati il 2010 ed il 2011) – Non Innestate

Numero piante osservate per tesi: 24

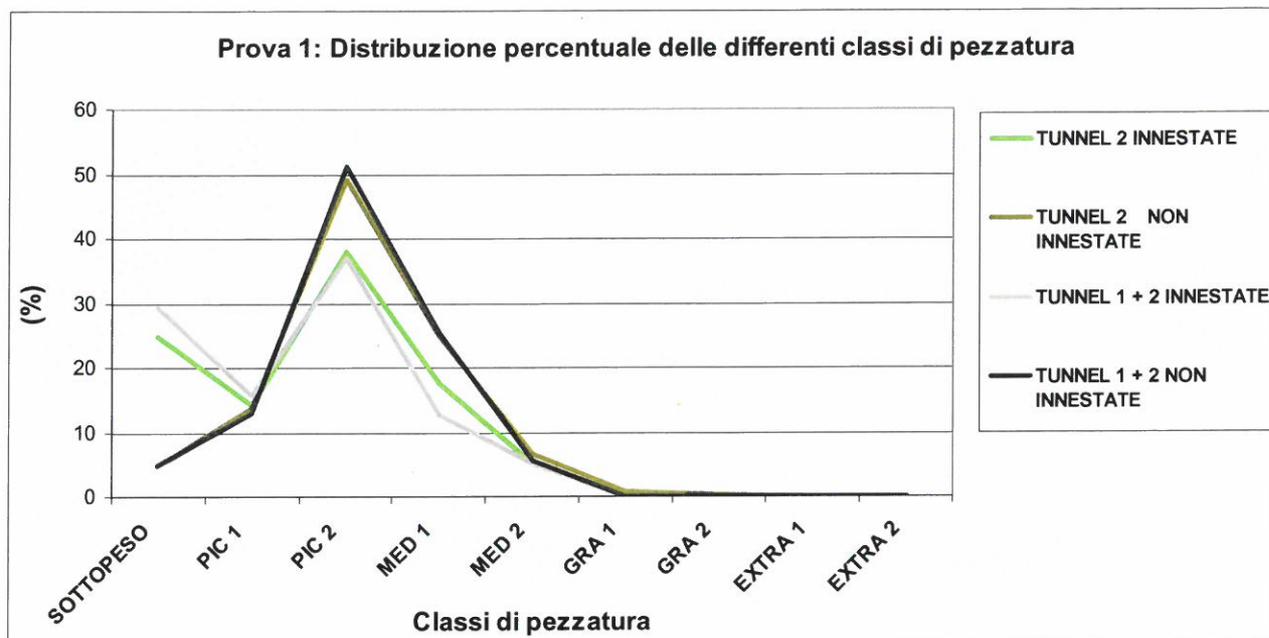
Date raccolta: 08/06/2011, 10/06/2011, 11/06/2011, 12/06/2011, 13/06/2011, 14/06/2011

**Tabella 13 – Prova 1 (2011) classi di pezzatura**

CLASSE	TUNNEL 2						TUNNEL 1 + 2					
	INNESTATE			NON INNESTATE			INNESTATE			NON INNESTATE		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
A- SOTTOPESO	68	24,91	39,34	13	4,69	9,24	97	29,39	57,78	12	4,88	8,22
B - PIC 1	39	14,29	35,29	38	13,72	34,79	52	15,76	46,85	32	13,01	29,39
C - PIC 2	104	38,10	120,40	136	49,10	161,04	122	36,97	142,14	126	51,22	149,22
D - MED 1	48	17,58	70,62	69	24,91	100,69	42	12,73	62,47	62	25,20	90,97
E - MED 2	14	5,13	24,82	18	6,50	31,67	17	5,15	30,11	14	5,69	25,86
F - GRA 1	0	0,00	0,00	2	0,72	4,20	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
G - GRA 2	0	0,00	0,00	1	0,36	2,26	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
H - EXTRA 1	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
I - EXTRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>273</b>	<b>100,00</b>	<b>290,48</b>	<b>277</b>	<b>100,00</b>	<b>343,87</b>	<b>330</b>	<b>100,00</b>	<b>339,35</b>	<b>246</b>	<b>100,00</b>	<b>303,66</b>

Tabella 14 – Reddittività Prova 1 (2011)

Classi	Quotazione presunta (Euro/kg) min-max	Peso (t/ha)				Min (Euro/ha)				Max (Euro/ha)			
		TUNNEL 2 INNESTATE	TUNNEL 2 NON INNESTATE	TUNNEL 1+2 INNESTATE	TUNNEL 1+2 NON INNESTATE	TUNNEL 2 INNESTATE	TUNNEL 2 NON INNESTATE	TUNNEL 1+2 INNESTATE	TUNNEL 1+2 NON INNESTATE	TUNNEL 2 INNESTATE	TUNNEL 2 NON INNESTATE	TUNNEL 1+2 INNESTATE	TUNNEL 1+2 NON INNESTATE
A	0	8,20	1,92	12,04	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B-C	0,40-0,60	32,44	40,80	39,37	37,21	12974,42	16318,42	15748,75	14884,33	19461,63	24477,63	23623,13	22326,50
D-E	0,60	19,88	27,57	19,29	24,34	11930,63	16544,00	11572,13	14603,38	11930,63	16544,00	11572,13	14603,38
F-G	0,40-0,50	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	538,33	0,00	0,00	0,00	672,92	0,00	0,00
H	0,30-0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOT		60,52	71,64	70,70	63,26	€ 24.905,04	€ 33.400,75	€ 27.320,88	€ 29.487,71	€ 31.392,25	€ 41.694,54	€ 35.195,25	€ 36.929,88



Osservando il comportamento delle differenti tesi si è visto come nei tunnel al primo anno di coltivazione (Tunnel 2) la produzione più elevata è stata quella fatta registrare dalle tesi non innestate, mentre nei tunnel al terzo ciclo di coltivazione (Tunnel 1+2) le innestate hanno messo in evidenza produzione più elevate.

Riguardo alla distribuzione percentuale delle differenti classi di pezzatura la produzione si è concentrata nelle classi piccole e medie (C, D ed E). Tuttavia osservando le quattro curve si è visto come il comportamento è stato simile per le piante innestate e non innestate indipendentemente dai cicli colturali realizzati, con una maggiore percentuale di frutti sottopeso nel caso delle piante innestate. Questa elevata percentuale di sottoprodotto nelle tesi innestate sia da Tunnel 2 e Tunnel 1+2 ha condizionato la redditività portando ad un reddito presunto inferiore.

### **Prova 2: trapianto in aprile su tunnellino**

Località: Deruta (PG)

Tesi sperimentali: Pacciamatura verde - TNT NO; Pacciamatura verde - TNT SI; Pacciamatura fumè - TNT NO; Pacciamatura fumè - TNT SI.

Numero piante osservate per tesi: 30

Date raccolta: 19/06/2011, 21/06/2011, 22/06/2011, 24/06/2011, 25/06/2011, 27/06/2011 e 28/06/2011.

Tabella 15 – Prova 2 (2011) classi di pezzatura

CLASSI	PACCIAMATURA VERDE						PACCIAMATURA FUME'					
	TNT NO			TNT SI			TNT NO			TNT SI		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
SOTTOPESO	1	1,25	0,655	0	0	0	2	2,53	1,46	3	3,61	2,28
PIC 1	5	6,25	4,729	7	10,94	6,52	3	3,80	2,81	2	2,41	1,74
PIC 2	33	41,25	38,654	25	39,06	29,42	24	30,38	28,83	25	30,12	30,57
MED 1	30	37,5	45,408	18	28,13	27,14	26	32,91	38,85	31	37,35	46,01
MED 2	10	12,5	17,483	12	18,75	21,76	21	26,58	37,59	17	20,48	29,96
GRA 1	1	1,25	2,125	2	3,13	4,16	1	1,27	2,07	4	4,82	8,45
GRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	2,53	4,83	1	1,20	2,26
EXTRA 1	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
EXTRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>80</b>	<b>100,00</b>	<b>109,05</b>	<b>64</b>	<b>100,00</b>	<b>88,99</b>	<b>79</b>	<b>100,00</b>	<b>116,43</b>	<b>83</b>	<b>100,00</b>	<b>121,27</b>

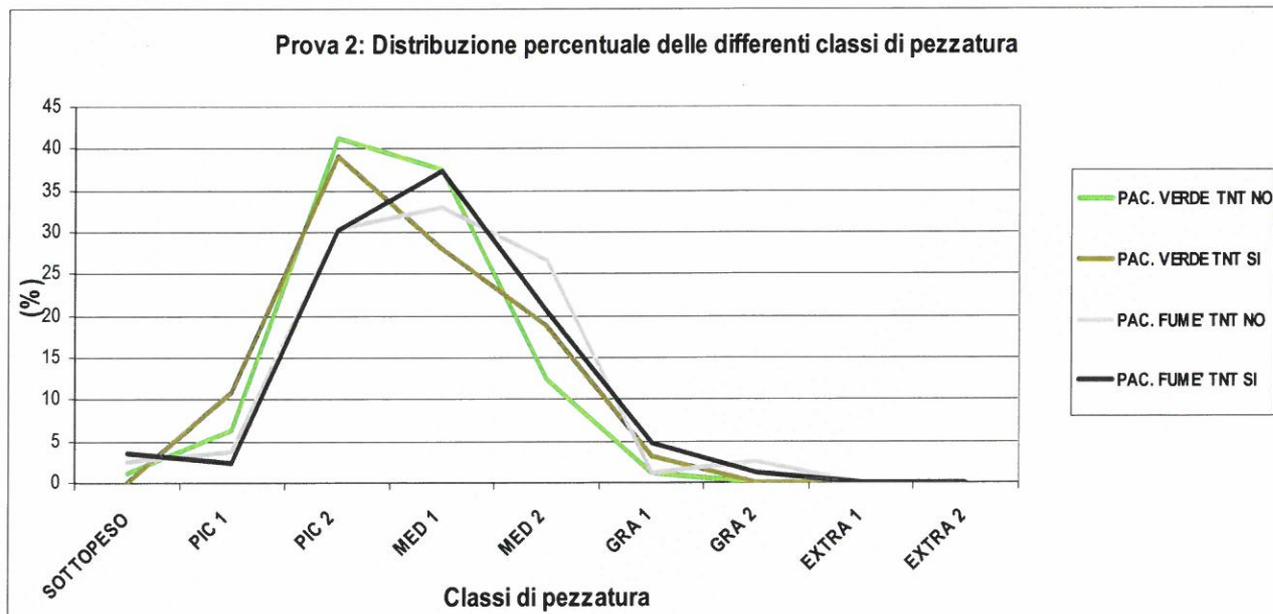


Tabella 16 – Redditività Prova 2 (2011)

Classi	Quotazione presunta (Euro/Kg) min-max	Peso (t/ha)				Min (Euro/ha)				Max (Euro/ha)			
		PAC. VERDE TNT NO	PAC. VERDE TNT SI	PAC. FUME' TNT NO	PAC. FUME' TNT SI	PAC. VERDE TNT NO	PAC. VERDE TNT SI	PAC. FUME' TNT NO	PAC. FUME' TNT SI	PAC. VERDE TNT NO	PAC. VERDE TNT SI	PAC. FUME' TNT NO	PAC. FUME' TNT SI
A	0	0,11	0,00	0,24	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B-C	0,40-0,60	7,23	5,99	5,27	5,38	2892,20	2396,13	2108,93	2153,87	4338,30	3594,20	3163,40	3230,80
D-E	0,60	10,48	8,15	12,74	12,66	6289,10	4889,40	7643,60	7596,50	6289,10	4889,40	7643,60	7596,50
F-G	0,40-0,50	0,35	0,69	1,15	1,78	141,67	277,00	459,80	713,93	177,08	346,25	574,75	892,42
H	0,30-0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOT		18,18	14,83	19,40	20,21	€ 9.322,97	€ 7.562,53	€ 10.212,33	€ 10.464,30	€ 10.804,48	€ 8.829,85	€ 11.381,75	€ 11.719,72

La produzione è stata nel complesso soddisfacente, non mettendosi in evidenza differenze rilevanti tra le tesi messe a confronto. Riguardo alla pezzatura la produzione si è concentrata maggiormente sulle classi D-E più richieste ed apprezzate dai consumatori italiani. Considerando l'epoca di raccolta comunque precoce rispetto alle normali coltivazioni in pieno campo la redditività presunta della coltura si attesta a valori più vicini a quelli massimi riportati in tabella. Si riscontra una certa quantità di prodotto appartenente alla classe A e quindi non commercializzabile.

### Prova 3: trapianto in maggio su TNT

Località: Deruta – Loc. Casalina (PG)

Tesi sperimentali: Pacciamatura verde - TNT NO; Pacciamatura verde - TNT SI; Pacciamatura fumè - TNT NO; Pacciamatura fumè – TNT SI

Numero piante osservate per tesi: 60

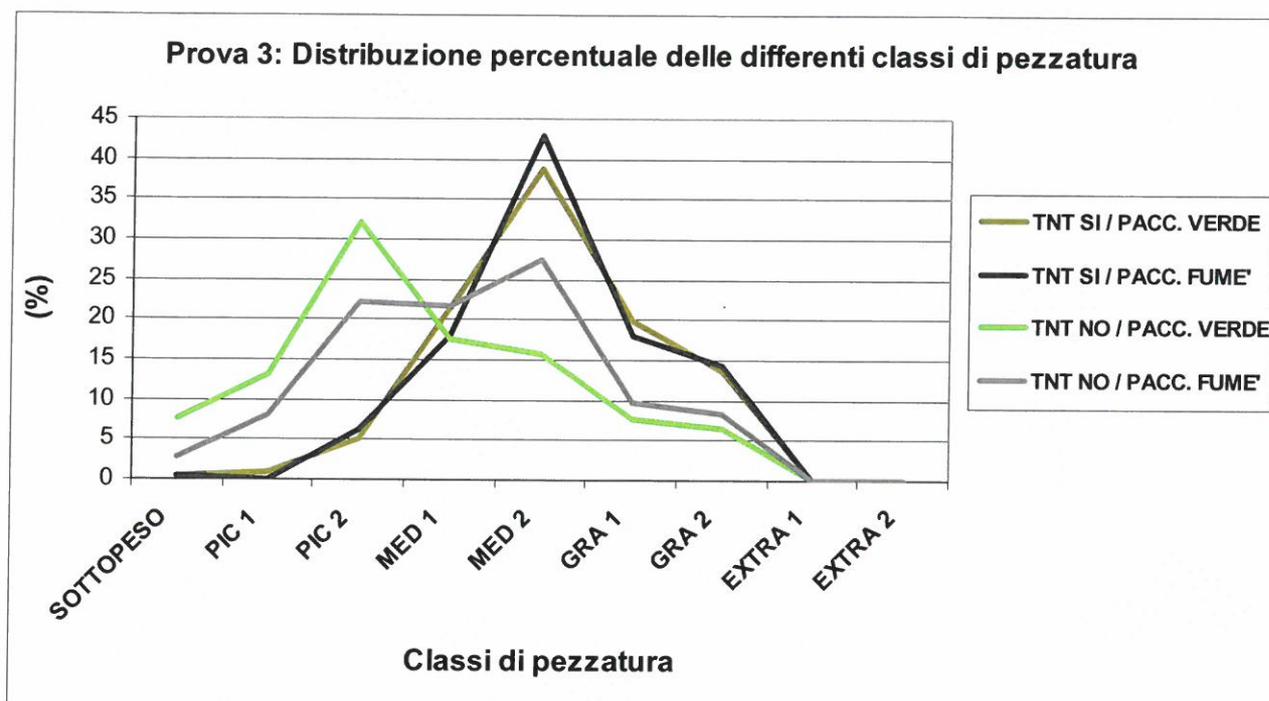
Date raccolta: 18/07/2011, 20/07/2011, 22/07/2011, 23/07/2011, 25/07/2011, 26/07/2011, 29/07/2011, 31/07/2011, 01/08/2011, 02/08/2011, 03/08/2011, 04/08/2011, 05/08/2011, 06/08/2011, 08/08/2011, 09/08/2011, 10/08/2011, 12/08/2011, 13/08/2011.

Tabella 17 - Prova 3 (2011) classi di pezzatura

CLASSI	TNT - SI						TNT - NO					
	PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'			PACCIAMATURA VERDE			PACCIAMATURA FUME'		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
SOTTOPESO	1	0,42	0,77	1	0,42	0,59	15	7,54	10,33	6	2,65	4,01
PIC 1	2	0,84	1,93	0	0,00	0,00	26	13,07	23,85	18	7,96	16,20
PIC 2	12	5,06	14,73	15	6,30	18,75	64	32,16	75,48	50	22,12	58,53
MED 1	51	21,52	77,03	43	18,07	65,12	35	17,59	51,99	49	21,68	73,51
MED 2	92	38,82	168,49	102	42,86	186,44	31	15,58	55,92	62	27,43	113,68
GRA 1	47	19,83	98,53	43	18,07	89,69	15	7,54	31,49	22	9,73	46,29
GRA 2	32	13,50	75,89	34	14,29	80,98	13	6,53	30,64	19	8,41	44,59
EXTRA 1	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
EXTRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>237</b>	<b>100,0</b>	<b>437,4</b>	<b>238</b>	<b>100,0</b>	<b>441,6</b>	<b>199</b>	<b>100,0</b>	<b>279,7</b>	<b>226</b>	<b>100,0</b>	<b>356,8</b>

Tabella 18 - Redditività Prova 3 (2011)

Classi	Quotazione presunta (€/Kg) min-max	Peso (t/ha)			Min (Euro/ha)				Max (Euro/ha)					
		TNT SI / PACC. VERDE	TNT SI / PACC. FUME'	TNT NO / PACC. FUME'	TNT SI / PACC. VERDE	TNT SI / PACC. FUME'	TNT NO / PACC. FUME'	TNT SI / PACC. VERDE	TNT SI / PACC. FUME'	TNT NO / PACC. VERDE	TNT NO / PACC. FUME'			
A	0	0,06	0,05	0,86	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B-C	0,40-0,60	1,39	1,56	8,28	6,23	555,47	624,83	3310,90	2490,97	833,20	937,25	4966,35	3736,45	
D-E	0,60	20,46	20,96	8,99	15,60	12275,95	12577,90	5395,25	9359,30	12275,95	12577,90	5395,25	9359,30	
F-G	0,40-0,50	14,54	14,22	5,18	7,57	5814,03	5688,80	2071,23	3029,33	7267,54	7111,00	2589,04	3786,67	
H	0,30-0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOT		36,45	36,80	23,31	29,73	€ 18.645,45	€ 18.891,53	€ 10.777,38	€ 14.879,60	€ 20.376,69	€ 20.626,15	€ 12.950,64	€ 16.862,42	



La coltura ha messo in evidenza un ottimo livello produttivo, con una prevalenza delle tesi con tnt rispetto a quelle senza tessuto. Si è evidenziato inoltre come con il tessuto si riduceva la presenza di meloni sottopeso e la produzione si concentrava maggiormente nelle classi più richieste dal mercato, con una maggiore tendenza alla produzione di meloni delle classi medie e grandi. In riferimento ai due tipi di film per la pacciamatura, non si sono evidenziate differenze apprezzabili tra le tesi con tessuto (TNT SI/PACC. VERDE e TNT SI/PACC. FUMÈ), mentre tra le due tesi senza tnt, le parcelle con pacciamatura verde hanno fornito frutti di dimensioni mediamente più piccole rispetto a quelle con pacciamatura fumè. Pur considerando che la produzione si andava a collocare nel periodo in cui risultava massima la presenza di melone sul mercato e pertanto il valore atteso della produzione risultava più vicino ai valori minimi riportati in tabella, i redditi più elevati fatti registrare dalle tesi con tnt possono compensare i maggiori costi legati all'acquisto, alla stesura del tessuto sopra la coltura ed allo smaltimento a fine ciclo.

#### Prova 4: trapianto tardivo (agosto) su tunnelone

Località: Deruta – Loc. Casalina (PG)

Tesi sperimentali: Tunnel 2 (utilizzato solo il 2011) – Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Innestate in coltura precoce 2011; Tunnel 2 (utilizzato solo il 2011) – Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Non Innestate in coltura precoce 2011; Tunnel 2 (utilizzato solo il 2011) – Non Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Non Innestate in coltura precoce 2011; Tunnel 1+2 (utilizzato nel 2010 e nel 2011) – Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Innestate in coltura precoce 2011; Tunnel 1+2 (utilizzato nel 2010 e nel 2011) – Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Non Innestate in coltura precoce 2011; Tunnel 1+2 (utilizzato nel 2010 e nel 2011) – Non Innestate trapiantate su porzioni di tunnel che avevano ospitato piante Non Innestate in coltura precoce 2011

Numero piante osservate per tesi: 24

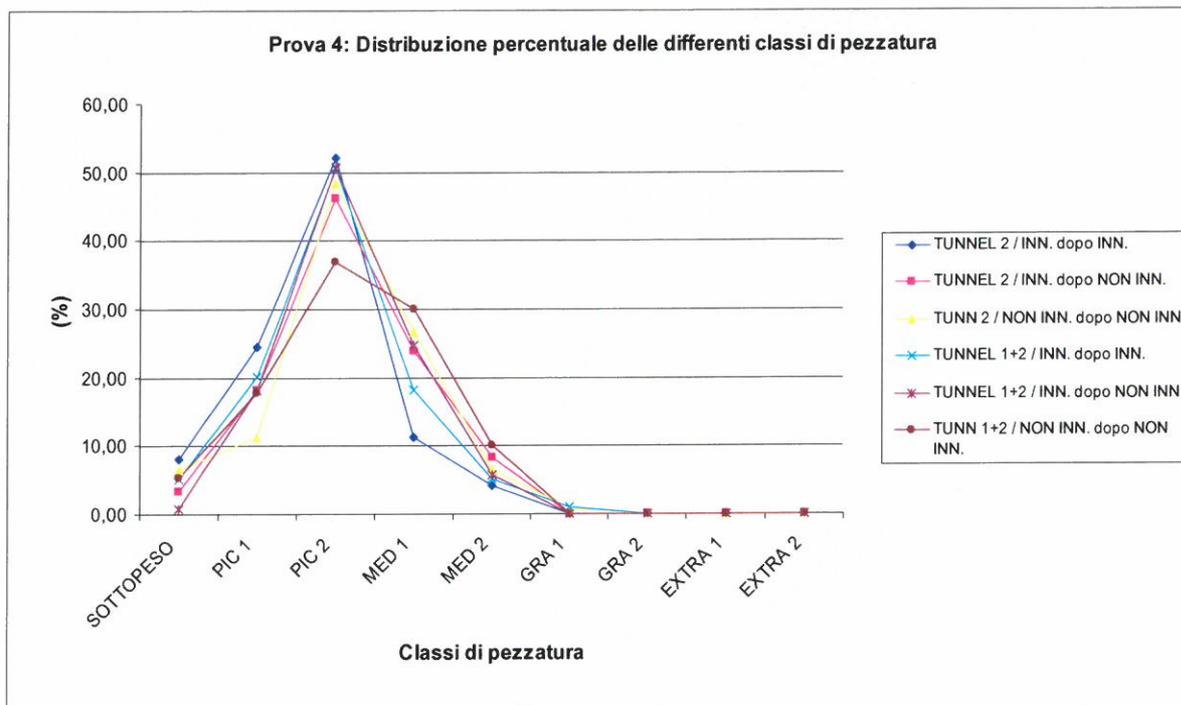
Date raccolta: 10/10/2011; 13/10/2011

Tabella 19 - Prova 4 (2011) classi di pezzatura

CLASSI	TUNNEL 2									TUNNEL 1 + 2								
	INN. dopo INN.			INN. dopo NON INN.			NON INN. dopo NON INN.			INN. dopo INN.			INN. dopo NON INN.			NON INN. dopo NON INN.		
	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)	N.	% Frutti classe	Peso classe (Kg)
A - SOTTOPESO	8	8,16	5,83	4	3,31	3,09	8	6,45	5,74	5	5,05	3,79	1	0,72	0,76	7	5,38	5,02
B - PIC 1	24	24,49	21,81	22	18,18	19,99	14	11,29	12,64	20	20,20	18,58	25	18,12	22,82	23	17,69	20,60
C - PIC 2	51	52,04	58,34	56	46,28	64,75	60	48,39	71,50	50	50,51	58,28	70	50,72	82,59	48	36,92	56,83
D - MED 1	11	11,22	16,44	29	23,97	42,08	33	26,61	49,68	18	18,18	25,96	34	24,64	50,21	39	30,00	57,36
E - MED 2	4	4,08	7,37	10	8,26	18,09	8	6,45	13,80	5	5,05	8,79	8	5,80	14,00	13	10,00	23,05
F - GRA 1	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,81	2,13	1	1,01	2,02	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
G - GRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
H - EXTRA 1	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
I - EXTRA 2	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>98</b>	<b>100,00</b>	<b>109,78</b>	<b>121</b>	<b>100,00</b>	<b>147,99</b>	<b>124</b>	<b>100,00</b>	<b>155,48</b>	<b>99</b>	<b>100,00</b>	<b>117,42</b>	<b>138</b>	<b>100,00</b>	<b>170,37</b>	<b>130</b>	<b>100,00</b>	<b>162,84</b>

Tabella 20 - Redditività Prova 4 (2011)

Classi	Quotazione presunta (Euro/Kg) min-max	Peso (t/ha)						Min (Euro/ha)						Max (Euro/ha)					
		TUNNEL 2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 2 / INN. NON INN.	TUNNEL 1+2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 1+2 / INN. NON INN.	TUNNEL 1+2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 1+2 / INN. NON INN.	TUNNEL 2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 2 / INN. NON INN.	TUNNEL 1+2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 1+2 / INN. NON INN.	TUNNEL 2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 2 / INN. NON INN.	TUNNEL 1+2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 1+2 / INN. NON INN.	TUNNEL 2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 2 / INN. NON INN.	TUNNEL 1+2 / INN. dopo INN.	TUNNEL 1+2 / INN. NON INN.
A	0	1,21	0,64	1,20	0,79	0,16	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B-C	0,40-0,60	16,70	17,65	17,53	16,01	21,96	16,13	7060,83	7011,25	6405,00	8784,00	6452,08	10018,75	10591,25	10516,88	9607,50	13176,00	9678,13	9678,13
D-E	0,60	4,96	12,53	13,23	7,24	13,38	16,75	7520,63	7935,00	4343,75	8025,63	10050,00	2975,00	7521,63	7935,00	4343,75	8025,63	10050,00	10050,00
F-G	0,40-0,50	0,00	0,00	0,44	0,42	0,00	0,00	0,00	177,08	168,33	0,00	0,00	0,00	0,00	221,35	210,42	0,00	0,00	0,00
H	0,30-0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,20-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOT		22,87	30,83	32,39	24,46	35,49	33,93	€ 9.654,17	€ 14.581,46	€ 10.917,08	€ 16.809,63	€ 16.502,08	€ 12.993,75	€ 18.111,88	€ 18.073,23	€ 14.161,67	€ 21.201,63	€ 19.726,13	€ 19.726,13



Come nel primo anno i valori della produzione fatti registrare nella prova tardiva sono stati inferiori rispetto alla precoce ed inoltre si è evidenziato un attacco di oidio sopraggiunto in prossimità della raccolta, aggravato dalla presenza di una forte infestazione di afidi. Considerando il comportamento delle differenti tesi si è osservato come nei tunnel 2 (al primo anno di coltivazione) i valori produttivi più elevati sono stati ottenuti dalle tesi in cui era stata impiantata la successione non innestate – non innestate, mentre nei tunnel al quarto ciclo di coltivazione (tunnel 1+2) la produzione media più elevata è stata quella riferita alle parcelle con successione innestate dopo non innestate. Questo comportamento può trovare spiegazione nel fatto che la coltura risponde negativamente nel caso di successioni innestato – innestato considerando che sia nella prova precoce che tardiva è stato utilizzato lo stesso ipobionte. Riguardo alla distribuzione percentuale delle differenti classi di pezzatura, non si evidenziano differenze significative tra le tesi a confronto.

Anche relativamente alle prove condotte nel 2011 presso l'azienda Spinetti Giorgio, il personale della TOP MELON S.R.L. ha analizzato i risultati delle analisi di caratterizzazione chimico-fisica forniti dalla 3A-PTA per esprimere un giudizio sui vari mezzi di protezione/forzatura messi in prova.

In base ai dati provenienti dalle prove sperimentali in coltura protetta (precoce e tardiva) sotto tunnel, si può dedurre come l'uso di piante innestate in coltura ripetuta precoce sotto tunnel induca la produzione di frutti più grandi e colorati, ma non significativamente diversi per gli altri parametri qualitativi. La prova nel complesso ha prodotto frutti non molto zuccherini, come ci

aspetta da produzioni precoci, soprattutto a causa della scarsa insolazione occorsa durante il ciclo, ma la scarsa presenza di melone sul mercato in periodi così anticipati può permettere comunque di spuntare prezzi rilevanti. Usualmente, in questo periodo l'azienda immette sul mercato meloni acquistati all'ingrosso nelle regioni del Sud Italia, ma la possibilità di coltivarli direttamente in Umbria può costituire per l'azienda una strategia vincente: la combinazione di una buona produttività, un buon prezzo di vendita e minori costi di trasporto, con produzione di frutti di discreta qualità per il periodo, può rendere la coltivazione precoce sotto tunnel piuttosto redditiva.

Per quanto riguarda la coltura tardiva sotto la stessa copertura, si sono prodotti frutti più zuccherini rispetto alla coltura precoce, anche se meno ricchi in caroteni. Nel complesso, si tratta di produzioni di buona qualità che possono spuntare prezzi interessanti, arrivando sul mercato in un periodo in cui la concorrenza è quasi nulla.

Per quanto riguarda l'uso di tnt sotto tunnelino (2a prova), non si sono evidenziati vantaggi particolari ai fini dell'ottenimento di un prodotto di qualità per i parametri considerati. Nella prova di pieno campo (3a prova), la correlazione maggiore con i parametri qualitativi si ha fra tesi con e senza tnt, indipendentemente dal tipo di pacciamatura utilizzato. Il tnt ha indotto in generale la formazione di frutti di pezzatura medio-grande, più apprezzati dal mercato. Gli altri parametri qualitativi non mostrano differenze significative.

I risultati del consumer test eseguito nel 2011 su meloni provenienti dalla prova di pieno campo (3a prova) con diverse pacciamature a confronto con frutti provenienti dagli appezzamenti aziendali non soggetti a sperimentazione confermano la non significativa influenza dei parametri testati (nel caso particolare il tipo di pacciamatura) sulle qualità organolettiche del frutto, che per i consumatori sembra invece più legato alle caratteristiche varietali.

## **4.5 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE (DICA)** **- DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRONICA E** **DELL'INFORMAZIONE (DIEI)**

### **4.5.1 REALIZZAZIONE DI UN RETE INNOVATIVA DI SENSORI "WIRELESS" BASATA SU TECNOLOGIA RFID PER IL MONITORAGGIO SULLA PIANTA DELLA DIFFERENZA DI TEMPERATURA FOGLIA-ARIA E DEL GRADO DI BAGNATURA DELLE FOGLIE NELLE COLTURE AGRICOLE PER L'AUTOMAZIONE DEGLI IMPIANTI IRRIGUI A RISPARMIO IDRICO E PER LA GESTIONE DEGLI INTERVENTI FITOSANITARI**

Di seguito vengono illustrate le attività svolte ed i risultati conseguiti dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) e dal Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'informazione (DIEI) nell'ambito del progetto "Top Melon" Introduzione di innovazione nella produzione di melone in Umbria.

#### **4.5.1.1 PRIMA PARTE ATTIVITÀ E RISULTATI 2009-2010**

### **Introduzione**

Il melone è una coltura la cui produzione quali-quantitativa è fortemente condizionata dalla disponibilità idrica e dal controllo di diverse tipologie di fitopatologie. L'introduzione di processi produttivi innovativi non può pertanto prescindere dallo studio e dall'applicazione di tecniche che consentano di ottimizzare sia l'utilizzo dell'acqua per l'irrigazione, sia l'applicazione degli interventi fitosanitari.

### ***Monitoraggio dello stato idrico delle colture***

Lo stato idrico della pianta è il risultato dell'interazione tra la richiesta atmosferica in termini di traspirazione e la disponibilità di acqua nel terreno esplorato dall'apparato radicale. Una condizione di deficit idrico si verifica quando la suzione dell'apparato radicale, a causa di un'insoddisfacente disponibilità idrica, non soddisfa la domanda traspirativa. Pertanto, il monitoraggio della disponibilità idrica di una coltura risulta fondamentale per una corretta gestione degli interventi irrigui al fine di evitare sia la manifestazione di condizioni di stress che

inciderebbero in maniera negativa sulla resa colturale, sia la distribuzione di volumi eccessivi di acqua che oltre a rappresentare uno spreco di risorsa potrebbero contribuire al dilavamento di sostanze inquinanti.

Nonostante l'importanza del suddetto monitoraggio, questo risulta ancora poco diffuso e la calendarizzazione degli interventi irrigui è affidata all'esperienza di tecnici e agricoltori senza ricorrere a strumenti e tecniche rigorose e oggettive.

Tra i sistemi di monitoraggio, quelli più diffusi si basano sulla misura del contenuto idrico del suolo mediante sensori di vario tipo (tensiometri, sonde capacitive ecc.), tuttavia si tratta di una misura indiretta dello stato idrico della pianta. Inoltre, soprattutto nei sistemi di irrigazione localizzata, il contenuto idrico risulta fortemente variabile in funzione della distanza dal punto di emissione e della profondità. Ciò determina un incremento dell'incertezza delle misure di contenuto idrico ottenute con i sensori installati nel terreno.

Per ottenere una misura attendibile del deficit idrico, può quindi risultare necessario effettuare misurazioni dirette sulla pianta. Ad esempio, può essere utilizzata la temperatura dell'apparato fogliare (canopy), che è una misura utile per identificare le condizioni idriche delle piante (Tanner, 1963; Ehler et al., 1978; Noble et al., 2000; Patel et al., 2001; Wanjura et al., 2006; Gonzalez et al., 2006) ed in particolare il deficit idrico della pianta può essere correlato con la differenza di temperatura foglia-aria. Infatti, in condizioni di buona disponibilità idrica, la temperatura fogliare risulta inferiore a quella dell'aria circostante, mentre nel caso di deficit idrico il differenziale di temperatura foglia-aria diviene positivo (a causa di una ridotta traspirazione, la temperatura delle foglie supera di qualche grado quella dell'aria circostante – Jackson et al., 1988).

### ***Monitoraggio della bagnatura fogliare***

E' ampiamente noto che la presenza di condizioni di bagnatura fogliare favorisce lo sviluppo di molte malattie fungine. Un monitoraggio in continuo della presenza e durata della bagnatura fogliare è quindi fondamentale per una corretta e oculata gestione degli interventi fitosanitari.

**Attività 5. Realizzazione di una rete innovativa di sensori “Wireless” per il monitoraggio sulla pianta della differenza di temperatura foglia-aria e del grado di bagnatura delle foglie nelle colture agricole per l’automazione degli impianti irrigui a risparmio idrico e per la gestione degli interventi fitosanitari.**

In questo primo anno di attività delle unità operative del DICA e del DIEI, oltre alla fase sperimentale (svolta dal 17 Giugno 2010 al 30 Settembre 2010 e che verrà descritta nel dettaglio di seguito), sono state svolte le attività di studio dello stato dell'arte e di analisi di mercato.

## **Studio sullo stato dell'arte**

Luglio-Dicembre 2009: in questo periodo l’attività è stata principalmente rivolta all’analisi bibliografica e dello stato dell’arte nel campo dei sistemi di gestione integrata dell’irrigazione tramite misura di temperatura fogliare e di contenuto idrico del suolo.

L'uso della temperatura fogliare come indicatore dello stress idrico della coltura è stato oggetto di numerose ricerche negli ultimi 30 anni (Jackson, 1982; Idso et al., 1982). Infatti, numerosi autori ritengono che la temperatura della foglia o comunque della copertura vegetale (canopy) sia una misura utile per identificare le condizioni idriche delle piante (Tanner, 1963; Ehrel et al., 1978; Noble et al., 2000; Patel et al., 2001; Wanjura et al., 2006) e il deficit idrico colturale, in particolare, può essere correlato con la differenza di temperatura foglia-aria ( $\Delta T$ ). In condizioni di buona disponibilità idrica le foglie sono più fredde dell'aria circostante, mentre nel caso di deficit idrico il differenziale di temperatura foglia-aria diviene positivo e la temperatura della foglia può essere anche di 2°-3°C superiore rispetto a quella che si ha in condizioni non stressate (Clark & Hiler, 1973).

L'uso della temperatura della canopy per rilevare lo stress idrico è basato sul principio che l'acqua persa per traspirazione, subendo un processo di evaporazione, assorbe energia termica dalle foglie raffreddandole (in condizioni di buona disponibilità idrica) portandole al di sotto della temperatura dell'aria circostante (Percy et al., 1971). Jackson et al. (1988) hanno evidenziato come lo stress idrico provoca la parziale chiusura degli stomi, riducendo così la traspirazione e provocando il riscaldamento delle foglie fino ad una temperatura superiore a quella dell'aria circostante.

L'utilizzo della temperatura fogliare come indicatore di stress idrico risulta, quindi, non nuovo. Negli anni sono state sviluppate e sperimentate numerose tecniche per la misura del differenziale foglia-aria. Tali tecniche includono i termometri a infrarossi portatili, le cui misure puntuali e non in continuo devono essere tarate in base all'emissività e alla riflessione solare (Jackson et al.,

1977; Mahan et al., 2008), le termocoppie (Noble et al., 2000) e la riflessione nel campo dell'infrarosso stimata con tecniche di remote sensing che permettono la misurazione su aree maggiormente estese (Gonzales-Dugo et al., 2006).

L'utilizzo di questi sistemi, nonostante l'ampia diffusione, ha dei limiti di vario tipo: nel caso dei termometri a infrarosso da terra e da satellite, per esempio, qualora si utilizzi la tecnica colturale della pacciamatura, è necessario aspettare la piena copertura vegetale per ottenere dei risultati attendibili; inoltre, l'eventuale presenza di attacchi parassitari o fitopatie comporta un'errata interpretazione del segnale infrarosso proveniente dalla coltura.

Per contro, l'uso di immagini da satellite permette di ottenere informazioni di tipo spaziale, mentre tipicamente le tecniche da terra forniscono informazioni puntuali e solo incrementando notevolmente i punti campionati si possono avere indicazioni sulla variabilità spaziale del fenomeno osservato. Il principale limite legato all'incremento del numero dei punti campionati è dato dall'elevato costo che tale rilevazione normalmente richiederebbe.

Da questo punto di vista la diffusione della tecnologia RFID, con la possibilità di integrare semplici sensori di temperatura in circuiti di piccolissime dimensioni potrebbe risultare utile nell'ottenere a costi contenuti una "visione" spaziale delle condizioni di stress idrico delle piante. Numerosi studi hanno dimostrato l'efficacia e l'applicabilità della temperatura fogliare o di indici derivati da misure di remote sensing, per la gestione dell'irrigazione (D'urso, 2001; Mahan et al., 2005; Koksall, 2008).

In letteratura si ritrovano diversi esempi di gestione dell'irrigazione (o di semplice monitoraggio dello stress idrico) basati su sensori di temperatura. Patel et al. (2001), ad esempio, descrivono il monitoraggio delle condizioni di stress idrico basato sulla temperatura della canopy ( $T_c$ ) del caiano (*Cajanus cajan* (L.) Millsp. ) rilevata per mezzo di sensori portatili a infrarosso. Il differenziale termico  $T_c - T_a$  rilevato tra le 13.45 e le 14.00 evidenzia un'ottima correlazione (inversa) con il contenuto idrico a diverse profondità e risulta quindi potenzialmente utilizzabile nell'individuazione delle condizioni di stress idrico. Anche Abraham et al. (1999) dimostrano le potenzialità e l'efficacia dei sensori di temperatura riportando il confronto tra due sistemi di irrigazione automatizzata per la coltura okra (*Abelmoschus esculentus* L.), uno basato su sensori nella zona radicale (RZS, Root Zone Sensor), l'altro su sensori di temperatura a contatto con la foglia. In questo ultimo caso l'intervento irriguo veniva effettuato quando il differenziale termico tra aria e foglia (rilevato alle 8,30, alle 12.30 e alle 15.30) risultava inferiore o pari a 3 °C.

Spesso la temperatura della canopy viene utilizzata per elaborare un indice (CWSI, Crop Water Stress Index) che ha dimostrato (Idso et al., 1982) di descrivere in maniera efficace la dinamica dello stress idrico colturale e quindi di poter essere utilizzato nella gestione irrigua.

Vari studi (Gonzalez-Dugo et al., 2006; Barbosa da Silva, 2007; Erdem et al., 2010) dimostrano l'efficacia di CWSI nel monitoraggio dello stress idrico e nella previsione della resa colturale, anche del melone.

Un approccio più evoluto rispetto ai precedenti è quello è il cosiddetto protocollo BIOTIC (Biologically Identified Optimal Temperature Interactive Console) che consiste nel monitorare lo stress idrico colturale in funzione della temperatura ottimale della coltura ( $T_{f\_opt}$ ) e della sua durata (ST, Stress Time) (Mahan et al., 2005). L'applicazione del protocollo richiede ovviamente uno studio preliminare (per la specifica combinazione coltura-clima) per l'individuazione sia di  $T_{f\_opt}$  che della durata cumulata giornaliera (ST). Ad esempio Wanjura et al. (2006) riportano i risultati di una gestione irrigua per il cotone in cui gli interventi irrigui si attivavano quando la ST della condizione sopra la temperatura  $T_{f\_opt}$  (individuata in un valore pari a 28 °C) risultava superiore a 5,5 ore. Inoltre, incrementando con passo 1 ora, fino a 8,5 ore il valore di ST hanno realizzato e messo a confronto vari regimi irrigui. L'approccio BIOTIC, a differenza di altri metodi utilizzati nella gestione irrigua a partire dalla temperatura della canopy, è un metodo che ha dei fondamenti di tipo biologico-metabolico. Infatti il valore di  $T_{f\_opt}$  viene determinato all'interno di una finestra termica (TKW, Thermal Kinetic Window) in cui l'attività metabolica è a livelli ottimali (Upchurch et al., 1988).

L'acqua disponibile per le piante è costituita quasi totalmente dall'acqua trattenuta dal terreno agrario. Per questo motivo, il livello di umidità presente nel terreno agrario costituisce da sempre un valido indicatore (sebbene indiretto) della disponibilità idrica per la pianta. Infatti esistono vari metodi e strumenti che permettono di determinare direttamente l'umidità del terreno senza ricorrere ad altre variabili. Una prima possibile classificazione di tali tecniche distingue gli strumenti (o metodi) che rilevano il contenuto idrico o umidità (come % di acqua in volume o in peso) da quelli che rilevano il potenziale idrico del terreno. Si ritiene utile fornire una descrizione dettagliata di entrambe le suddette variabili.

L'umidità del terreno può essere espressa in vario modo, a seconda che essa venga riferita alla massa della sua parte solida, al volume totale o al volume dei pori. Considerando un campione di terreno, l'umidità ponderale  $\Theta_p$ , è definita come rapporto tra la massa d'acqua contenuta nel campione e la massa della parte solida asciutta (peso secco); essa viene indicata anche col termine di umidità ponderale poiché, in uno stesso luogo, il rapporto fra le masse coincide con il rapporto tra i corrispondenti pesi:

$$\Theta_p = \text{peso acqua} / \text{peso secco} = \text{peso umido} - \text{peso secco} / \text{peso secco}$$

Per peso della parte solida asciutta si intende il peso del campione di terreno dopo una permanenza in stufa a 105°C per un tempo non inferiore alle 24 ore. Occorre osservare che dopo

tale trattamento il terreno, e in particolare se argilloso, può contenere ancora quantità apprezzabili di acqua.

L'umidità volumetrica,  $\Theta_v$ , è definita come il volume di acqua contenuto nel campione di terreno in rapporto al volume totale (volume apparente):

$$\Theta_v =$$

$$\frac{\text{volume acqua/volume apparente}}{(\text{peso acqua/densità acqua})/(\text{peso secco/densità apparente})}$$

Nei suoli sabbiosi l'umidità volumetrica alla saturazione, cioè quando l'acqua occupa tutti i pori, è dell'ordine del 40% ; nelle stesse condizioni, per i terreni di medio impasto e per quelli argillosi si hanno rispettivamente valori del 50% e del 60%. In questi ultimi si può verificare il caso in cui, alla saturazione,  $\Theta_v$  assuma valori maggiori della porosità a causa del rigonfiamento delle particelle argillose quando queste si inumidiscono. Ovviamente, considerando unitaria la densità dell'acqua, l'umidità ponderale  $\Theta_p$  e l'umidità volumetrica  $\Theta_v$ , sono legate dalla relazione:

$$\Theta_v = \rho_a \Theta_p$$

dove  $\rho_a$  è la densità apparente del campione asciutto.

Per spiegare il motivo per cui la disponibilità idrica per le piante, a parità di contenuto idrico, è differente in suoli con diversa tessitura, occorre analizzare il rapporto energetico che intercorre tra acqua e terreno, introducendo il concetto di potenziale idrico.

Il potenziale idrico,  $h$ , è definito in relazione all'energia fornita, (o ottenuta), per portare isotermicamente l'acqua contenuta nel terreno ad una quota di riferimento in condizioni di acqua libera e pura, intendendo con ciò acqua non trattenuta in alcun modo dal terreno e priva di soluti. Il potenziale idrico è quindi nullo nel caso di acqua che si trovi in questo stato di riferimento alla pressione atmosferica. In condizioni naturali ciò si verifica per terreni, non salsi, che si trovino alla saturazione (cioè con tutti i pori pieni di acqua).

Nella maggior parte dei casi il potenziale dell'acqua ha valori negativi, cioè occorre spendere energia per portare l'acqua nelle condizioni di riferimento. In altre parole, l'acqua nel terreno è sottoposta a una pressione negativa ovvero le particelle di terreno trattengono l'acqua esercitando su di essa una suzione. Nella definizione del potenziale idrico concorrono più fattori; tra questi, il più importante per i terreni agricoli è il potenziale matriciale  $h_m$ , dovuto alle forze di capillarità e di assorbimento che derivano dall'interazione tra acqua e suolo.

Per esprimere il potenziale matriciale non esistono funzioni analitiche ma solo relazioni empiriche (dette curve di ritenzione) che lo legano all'umidità del terreno e che si differenziano

in funzione del tipo di terreno. A parità di terreno, inoltre, la curva di ritenzione presenta caratteristici fenomeni di isteresi, ovvero andamenti che si differenziano nella fase di essiccamento e in quella di umettamento.

Ovviamente, le tecniche che permettono di rilevare il potenziale sono di più immediata utilizzazione in campo irriguo, in quanto si ha un'immediata idea della disponibilità idrica per la pianta, indipendentemente dalle caratteristiche del suolo.

Nell'ambito dei metodi di gestione basati sulla determinazione della disponibilità idrica nel terreno si possono adottare anche altri criteri di classificazione: uno distingue tra tecniche di determinazione dirette e indirette (mediante le quali viene determinata una grandezza fisica del terreno che può essere messa in relazione con il suo contenuto idrico o il suo potenziale); l'altro fa una distinzione tra metodologie (bilancio idrologico, gravimetrico) e strumenti, indicati generalmente dall'acronimo RZS (Root Zone Sensors). I sensori RZS sono particolarmente idonei ad essere integrati con sistemi di automazione dell'irrigazione.

Una descrizione molto dettagliata di tutte le tecniche impiegabili nella rilevazione dell'umidità del suolo si può trovare in una guida tecnica pubblicata dalla International Atomic Energy Agency (IAEA, 2008).

Negli ultimi anni l'uso degli RZS, grazie al progresso tecnologico e alla riduzione dei costi si sta diffondendo sempre di più. I principali vantaggi nell'utilizzo di tali sensori sono: a) non è necessario stimare l'evapotraspirazione della coltura b) sono interfacciabili con sistemi e centraline di gestione automatica dell'irrigazione c) possono essere utilizzati nelle più svariate condizioni ambientali (in certi casi senza richiedere specifiche calibrazioni). L'investimento economico necessario rimane comunque giustificato solo per colture ad alto reddito (ortive, frutteti, vigneti) per le quali la gestione dei volumi irrigui influenza molto gli aspetti qualitativi delle produzioni. Inoltre, con l'utilizzo dei sensori è possibile attuare in maniera più oggettiva il cosiddetto "stress idrico controllato" che in molte colture permette di raggiungere i migliori livelli produttivi sia per qualità che quantità.

I punti deboli nell'utilizzo degli RZS possono essere ricondotti essenzialmente al fatto che l'umidità del terreno costituisce un'indicazione di tipo indiretto dello stato idrico della pianta (ancorché correlato con la disponibilità idrica del terreno). In particolare, soprattutto nei sistemi d'irrigazione localizzata, l'umidità del terreno risulta fortemente variabile in funzione della distanza dal punto di emissione e della profondità. Inoltre gli stessi apparati radicali (che determinano le fluttuazioni locali di umidità del terreno) possono essere caratterizzati da una distribuzione e una densità molto variabili nello spazio. Ciò determina un incremento dell'incertezza delle misure di contenuto idrico ottenute con i sensori installati nel terreno e rende estremamente critica la scelta del punto e della profondità di installazione dei sensori al

fine di ottenere informazioni veritiere e rappresentative dello stato idrico della pianta (Pardossi A. et al., 2009).

In letteratura vi sono numerosi esempi applicativi di gestione irrigua mediante gli RSZ.

In particolare i dati raccolti da tali sensori possono essere utilizzati in due modi: 1) come semplice monitoraggio che supporta la gestione degli interventi irrigui attuata dal tecnico o dall'agricoltore; 2) in maniera integrata con sistemi d'irrigazione che regolano automaticamente i tempi e i volumi sulla base delle informazioni ricevute in tempo reale.

I sensori più utilizzati nella pratica sono i tensiometri e i Watermark<sup>®</sup> (fra quelli che rilevano il potenziale) e i sensori di tipo FDR (Frequency Domain Reflectometry) e TDT (Time Domain Transmissometry) (fra quelli che rilevano il contenuto idrico).

Nel primo caso l'attuazione degli interventi irrigui avviene mediamente nel range -20 ÷ -70 cbar (Pardossi et al. 2009). Il valore di -20 cbar coincide in genere con l'umidità alla capacità di campo, ed è quindi il limite superiore da non superare per evitare perdite per percolazione. La scelta della soglia di intervento varia in funzione della coltura, del tipo di terreno, dello stadio vegetativo, del metodo irriguo. Ad esempio Enciso et al. (2009) riportano i risultati produttivi della cipolla in tesi sperimentali differenti per soglia di intervento irriguo (-20, -30 e -50 cbar) rilevate per mezzo di sensori Watermark<sup>®</sup> installati a 20 cm di profondità: gli autori evidenziano come il valore -50 cbar sia un limite da non superare per evitare effetti negativi sulla resa. Simili soglie di intervento e profondità di installazione vengono anche riportate nel lavoro di Thompson et al. (2006) nella valutazione dei sensori watermark sul peperone e sul melone. In generale, dunque, per colture molto sensibili a condizioni di stress idrico, quali le ortive, si utilizzano soglie non superiori (in valore assoluto) a 50 cbar che portano ai caratteristici frequenti interventi irrigui (ma con bassi volumi).

Le sonde che rilevano il contenuto idrico non forniscono, come più volte detto, un dato di immediata utilizzazione, in quanto la disponibilità idrica per la pianta, a parità di umidità, varia con il tipo di terreno (Allen R.G.,2000). Se si conosce la curva di ritenzione del terreno è possibile gestire gli interventi risalendo al significato energetico dei valori di contenuto idrico e quindi attuare una gestione identica a quella vista per i sensori che rilevano il potenziale. Più comunemente, considerando anche che le suddette sonde (soprattutto FDR) non forniscono un valore effettivo di contenuto idrico (in quanto richiederebbero una precedente calibrazione), le variazioni di contenuto idrico vengono utilizzate per determinare la variazione di volume idrico disponibile nello spessore radicale in base al quale stabilire il momento e il volume dell'intervento irriguo.

Allo scopo di perseguire l'obiettivo finale di una gestione integrata dell'irrigazione e degli interventi fitosanitari, nel primo anno di sperimentazione si è scelto di installare un sistema che permettesse la raccolta delle informazioni (di temperatura fogliare, bagnatura fogliare e contenuto idrico). Nel secondo anno, per la gestione dell'irrigazione, verrà realizzata un'interfaccia tra i dati raccolti e l'impianto irriguo. Sulla base di tali esigenze sono state delineate le specifiche tecniche minime per la scelta del sistema.

## **Analisi di mercato**

Gennaio-Aprile 2010: in questo periodo l'attività è stata rivolta principalmente all'analisi delle tecnologie disponibili in commercio potenzialmente idonee al raggiungimento degli obiettivi preposti.

Tra i sistemi disponibili in commercio, l'attenzione è stata focalizzata sui seguenti:

- eKo Pro Series (Crossbow Technology [www.xbow.com](http://www.xbow.com))
- Wireless Weather Envoy (Davis Instruments [www.davisnet.com](http://www.davisnet.com))
- Wireless Monitor Receiver (Irrrometer Company [www.irrometer.com](http://www.irrometer.com))

Questi sistemi anche se utilizzano tecnologie differenti presentano una configurazione comune: sono costituiti da una varietà di sensori collegati a dei nodi che trasmettono via wireless i dati acquisiti ad una stazione base che ha il compito di immagazzinare le informazioni ricevute (Figura I-1). I nodi sono alimentati da batterie ricaricabili tramite pannello fotovoltaico, perciò non necessitano di un'alimentazione esterna; questa caratteristica, unita al fatto che i nodi trasmettono in maniera wireless, offre la libertà di dislocare i sensori in prossimità delle piante da monitorare evitando connessioni via cavo particolarmente problematiche e delicate in un terreno agricolo che deve subire più lavorazioni durante l'intero ciclo colturale.

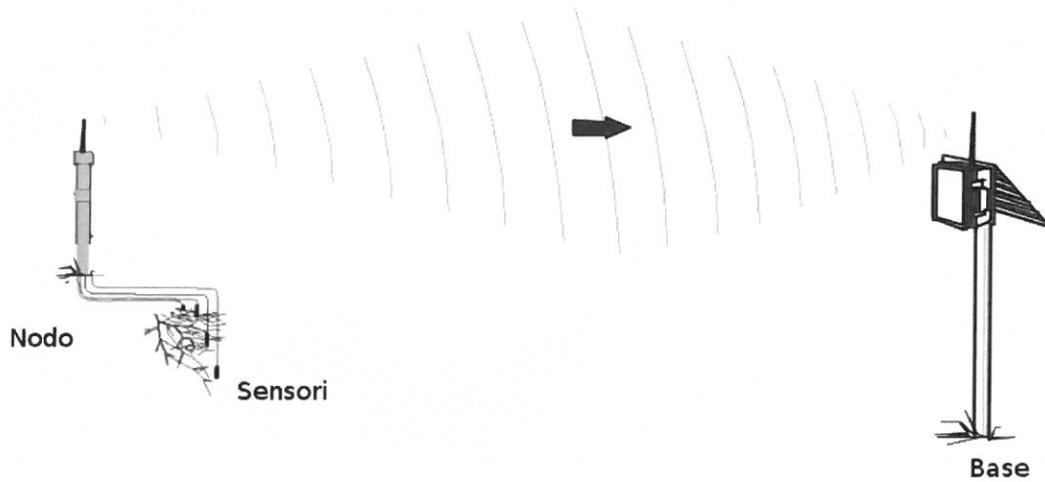


Figura I-1: Schema di trasmissione wireless dal nodo alla base

Dei tre sistemi elencati sopra, verranno riassunte le caratteristiche essenziali, in modo da comprendere le motivazioni che hanno permesso la scelta di uno (Eko Pro Series) rispetto agli altri.

## ***eKo Pro Series (Crossbow Technology)***

Caratteristiche tecniche (Figura I-2):

- Ogni nodo dispone di 4 porte (ad ogni porta può essere collegato 1 o 2 sensori)
- Frequenza di lavoro da 2.405 a 2.480 GHz (Standard IEEE 802.15.4)
- Distanza massima tra nodo e base: 450 m
- 16 canali (possono essere collegati fino a 35 nodi per gateway)
- Numero massimo di sensori gestibili dalla base: 140 (nel caso di sensore singolo collegato alla porta)
- Software per la gestione dei dati: incluso

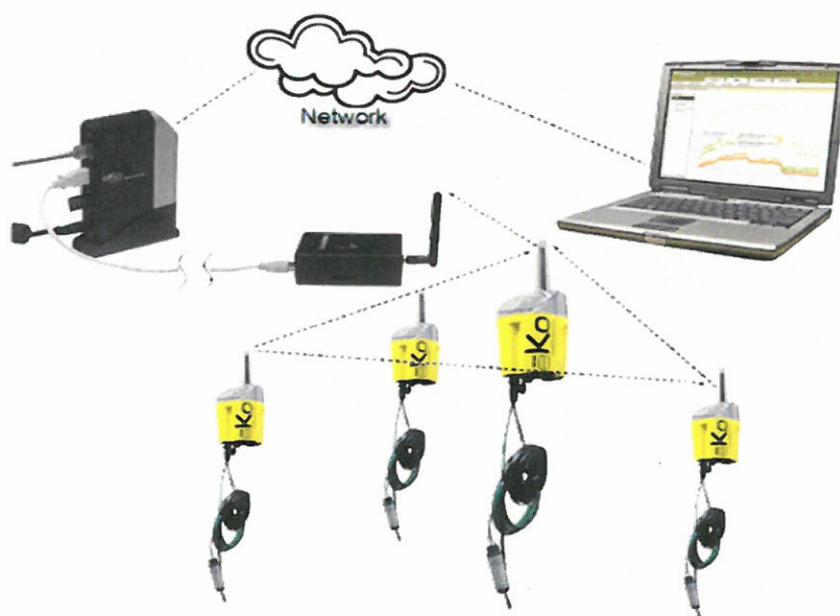


Figura I-2: Panoramica del sistema eKo Pro Series

## ***Wireless Weather Envoy (Davis Instruments)***

Caratteristiche tecniche:

- Ogni nodo (Figura I-3) dispone di 12 porte (4 per sensori di temperatura, 4 per sensori di umidità, 2 per altri tipi di sensori, ad esempio bagnatura fogliare; ad ogni porta può essere collegato un solo sensore)
- Frequenza di lavoro da 868.0 a 868.6 MHz
- Distanza massima tra nodo e base: 300 m (Figura I-4)
- 8 canali
- Numero massimo di sensori gestibili dalla base: 12
- Software per la gestione dei dati: incluso

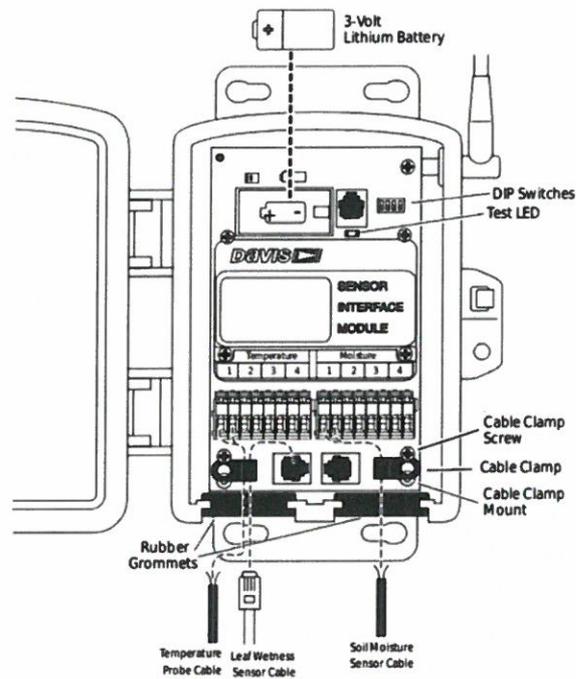


Figura I-3: Connessioni dei sensori di temperatura, di umidità e bagnatura fogliare al nodo 6345

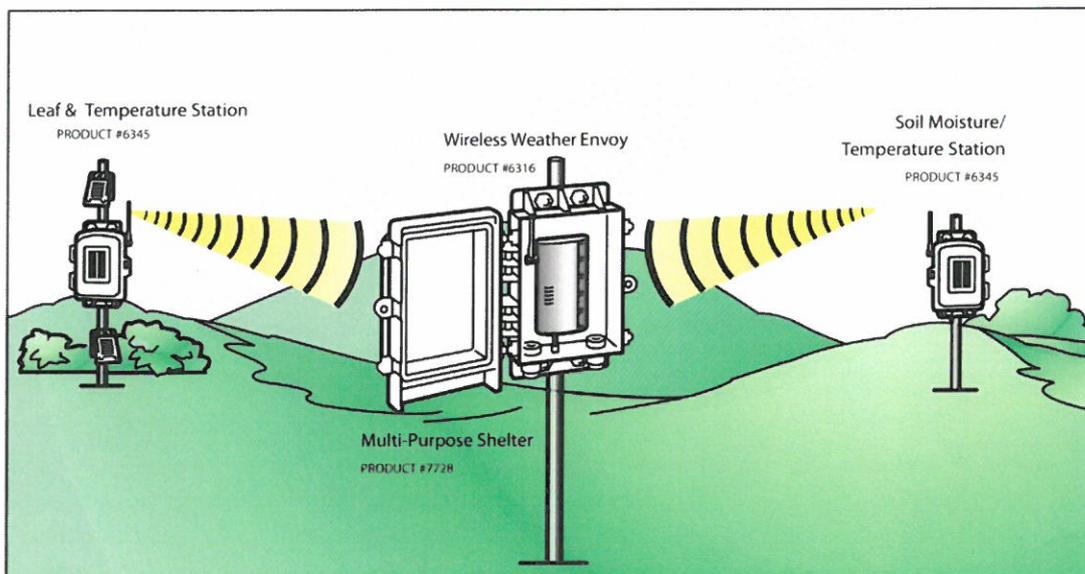


Figura I-4: Lo schema mostra due nodi 6345 che inviano i dati al Wireless Weather Envoy 6316

### **Wireless Monitor Receiver (Irrrometer Company)**

Caratteristiche tecniche (Figura I-5):

- Ogni nodo (Figura I-6) dispone di 4 porte (ad ogni porta può essere collegato un solo sensore)
- Frequenza di lavoro 433 MHz
- Distanza massima tra nodo e base: 450 m
- 16 canali
- Numero massimo di sensori gestibili dalla base: 64
- Software per la gestione dei dati: incluso

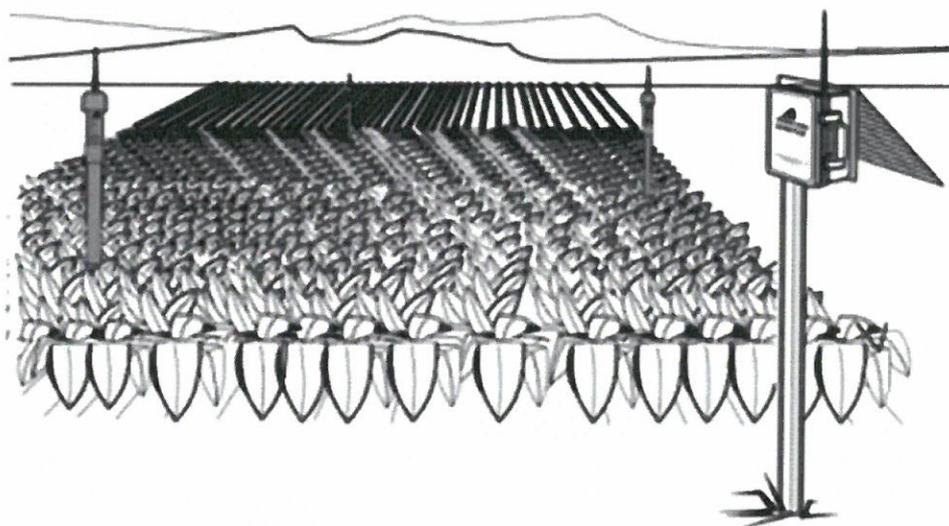


Figura I-5: Sistema Irrometer, i nodi WMT-950 trasmettono alla base WMR-950



Figura I-6: Nodo WMT-950 (a sinistra) e base ricevente WMR-950 (a destra)

L'attenta analisi delle caratteristiche tecniche precedentemente illustrate ha portato a scegliere il sistema eko Pro Series sviluppato da Crossbow e commercializzato dall'azienda Instrument Devices.

Tale sistema presenta indubbi punti di forza e vantaggi così riepilogabili:

1. Il vantaggio più importante rispetto alle soluzioni Davis e Irrometer è che, mentre tali sistemi sono vincolati all'utilizzo di solo certi tipi di sensori, il sistema eKo Pro Series consente l'integrazione di qualsiasi tipo di sensore resistivo e qualsiasi tipo di sensore alimentato con segnale di uscita che non superi i 3V di tensione. Questi sensori una volta collegati opportunamente al nodo EN2100 mediante connettore Switchcraft possono essere interfacciati in maniera agevole attraverso il software eKo View. Tale caratteristica risulta indispensabile dato che per effettuare la misura del differenziale di temperatura foglia-aria sarà sviluppato un sensore custom, poichè non esiste in commercio un sensore con tali caratteristiche.
2. Il software eKo View consente di immagazzinare i dati ricevuti come valori in tensione (molto utile in fase di sviluppo di un sensore), ma permette anche di creare una conversione diretta delle tensioni nell'unità di grandezza finale e gestire il controllo delle misure tramite un' interfaccia grafica molto semplice e intuitiva.
3. Utilizzando delle connessioni con cavi a 6 fili il sistema eKo Pro Series permette di collegare 2 sensori per porta in modo abbastanza semplice, inoltre nel caso in cui non si utilizzi la tensione fornita dal nodo (3,7V) per alimentare il sensore, ma una alimentazione esterna è possibile misurarne il valore in tensione.
4. Si possono collegare ad un unico gateway (unità che riceve e immagazzina i dati) fino a 35 nodi, ciò rende possibile espandere il sistema ad un numero di sensori molto superiore rispetto agli altri sistemi, con un vantaggio sia economico sia pratico perchè tutti i dati sono gestiti e immagazzinati in un unico server.
5. Il sistema eKo Pro Series utilizza il protocollo di comunicazione Xmesh che consente tramite tecnica di multi-hopping di estendere il range di copertura, di ridurre i consumi del sistema (quindi l'autonomia) e di aumentarne l'affidabilità (come descritto più dettagliatamente in seguito).
6. Il software eKo View permette agli utenti di monitorare i sensori in remoto qualora il sistema sia connesso ad internet.

## Descrizione del sistema eKo Pro Series

### Panoramica sul sistema eKo Pro Series

eKo Pro Series di Crossbow è un sistema wireless per il rilevamento ambientale e agricolo, il monitoraggio delle colture, lo studio del microclima e la ricerca sull'ambiente.

Le reti wireless mesh eKo sono basate su tecnologia proprietaria XMesh di Crossbow. Queste reti, auto-configurabili e auto-riparabili, permettono ai nodi di estendere il loro range di comunicazione tramite messaggi hopping (tipicamente fino a 8 salti).

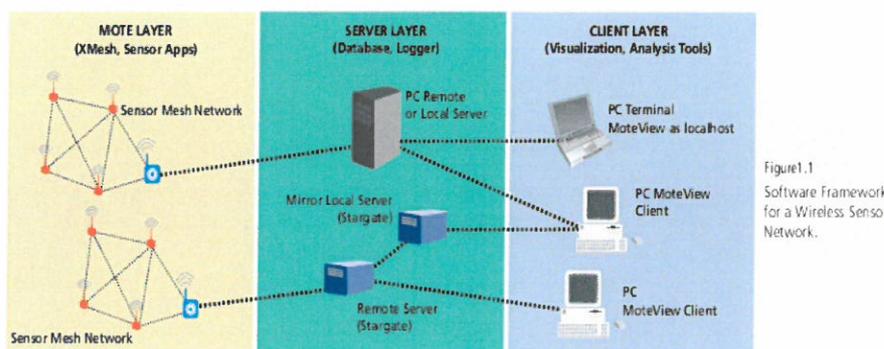


Figura I-7: Software framework per una rete di sensori wireless (WSN)

Ogni nodo utilizza il protocollo di rete a bassa potenza Crossbow Xmesh, trasmette i dati dei propri sensori, ma nel contempo inoltra anche i dati ricevuti da altri nodi eKo. Se necessario, possono essere inseriti ovunque dei nodi eKo privi di sensori che agiscono esclusivamente come ripetitori. Ogni Nodo eKo (EN2100) controlla il traffico radio nella sue vicinanze e tiene traccia di tutti i possibili percorsi radio per comunicare con l'unità radio-base; nel caso in cui un percorso sia degradato o inutilizzabile, automaticamente sceglie il miglior percorso alternativo possibile.

Il Gateway eKo (EG2100) ha pre-installato il web server eKoView che consente all'utente di visualizzare da remoto (internet) i dati acquisiti da un qualsiasi browser. Il Gateway può essere collegato a qualsiasi hub/switch o router connesso a Internet. XMesh, dotato di funzionalità multi-hop, è un protocollo per reti wireless mesh sviluppato da Crossbow. Una rete wireless Xmesh è composta da vari nodi sensore eKo (EN2100) che comunicano tra loro e ripetono, tramite multi-hop, i messaggi di altri nodi fino a raggiungere l'unità eKo base-radio (EB2110), collegata a sua volta all'unità eKo Gateway.

La tecnica di comunicazione multi-hop estende in modo efficace il range di comunicazione e riduce drasticamente la potenza necessaria alla trasmissione dei messaggi; tipicamente possono essere supportati fino a 35 nodi eKo per ogni Gateway (Figura I-7). Xmesh fornisce due

importanti benefici, maggiore copertura radio e maggiore affidabilità. Due nodi, per comunicare, non devono essere necessariamente in contatto radio diretto, un messaggio può essere inviato tramite uno o più nodi intermedi. Se la comunicazione tra due nodi risulta pessima, si ovvia il problema automaticamente stabilendo un percorso alternativo escludendo l'area di cattivo servizio. Generalmente i nodi operano in modalità a basso consumo, rimanendo la gran parte del tempo in "sleep", permettendo così alle batterie anni di durata.

### **Il nodo eKo (EN2100)**

Il nodo eKo (EN2100, Tabella I-1), è un robusto sensor-package completamente integrato, concepito per operare in ambienti esterni con un bassissimo consumo di energia. Include una scheda radio/processor della famiglia IRIS e una antenna a dipolo; è alimentato da batterie ricaricabili, tramite pannello solare interno.

Ogni nodo eKo, a seconda delle differenti condizioni d'installazione, ha una portata radio compresa tra 150 e 500 metri. I nodi formano autonomamente una rete wireless mesh; più nodi si aggiungono e più la copertura di questa rete è capillare sul territorio.

I nodi sono forniti, pronti all'uso, pre-programmati e pre-configurati con il protocollo di rete Xmesh. Questa caratteristica consente, plug-and-play, una facile e immediata espandibilità della rete di sensori.

<b>Porte sensori</b>	
Numero e tipo di porte	4: un sensore eKo per ogni porta (protocollo ESB di Crossbow)
Intervallo di misura	Una misura ogni 15 minuti
Connettori	Tipo Switchcraft a 6 vie
<b>Radio</b>	
Frequenza	da 2.405 a 2.480 GHz
Canali	16: selezionabili da commutatore rotativo
Tipo	DSSS, IEEE 802.15.4
Potenza in uscita	3 dBm (tipica)
Sensibilità di ricezione	-101 dBm (tipica)
Range all'aperto per singolo radio HOP	da 150m a 500m con antenna in vista. Estendibile tramite rete wireless multi-hop
Antenna	dipolo, interna
<b>Alimentazione</b>	
Corrente di lavoro	0.4mA (senza sensori, campionamento di 15 min.)
Pannello solare	incorporato di dimensioni 3.25cm x 6.53cm
Batterie	3 AA NiMH ricaricabili (durata 3 mesi senza ricarica, tempo di vita > 5 anni)
<b>Meccanica</b>	
Grado di protezione	IP66 (protetto da polvere e da getti d'acqua ad alta pressione)
Temperatura operativa	da -40°C a +60°C

Umidità operativa	da 0 a 100% RH (anche con condensa)
Dimensioni	95 x 89 x 267 cm
Peso	550g circa

Tabella I-1: Specifiche del Nodo EN2100



Figura I-8: Nodo EN2100

### **eKo Base Radio – EB2110**

eKo Base Radio (EB2110, Tabella I-2) supporta, in un pacchetto completamente integrato, la connessione tra i nodi Sensore eKo e il Gateway.

<b>Radio</b>	
Frequenza	da 2.405 a 2.480 GHz
Canali	25
Tipo	DSSS, IEEE 802.15.4
Potenza in uscita	3 dBm (tipica)
Sensibilità di ricezione	-101 dBm (tipica)
Range all'aperto per singolo radio HOP	da 150m a 500m con antenna in vista. Estendibile tramite rete wireless multi-hop
Antenna	dipolo removibile
Connettore antenna	Tipo SMA
<b>Alimentazione</b>	
Tensione	Fornita via cavo USB dal Gateway
Corrente di lavoro	30mA circa
<b>Meccanica</b>	
Grado di protezione	Adatto per impieghi al coperto
Temperatura operativa	da +5°C a +40°C
Umidità operativa	da 10 a 80% RH (senza condensa)
Dimensioni	5.8 x 3.2 x 10 cm
Peso	110g circa

Tabella I-2: Specifiche della stazione base EB2110

L'unità base-radio include un modulo radio/processor della famiglia IRIS, l'antenna e la scheda di interfaccia USB pre-programmata con il protocollo XMesh di Crossbow per comunicare con i nodi sensore eKo sia l'interfaccia USB viene utilizzata per il trasferimento dati tra l'unità "base-radio" e l'applicativo eKoView che in esecuzione sul gateway.

### **eKo Gateway – EG2100**

EG2100 (Tabella I-3, Figura I-9), è un gateway per reti di sensori che utilizza il sistema operativo Debian Linux embedded. Viene fornito pre-installato con i pacchetti software di Crossbow, XServe e eKoView, per la gestione della rete e la visualizzazione dei dati.

Questi programmi vengono automaticamente caricati ed eseguiti all'accensione del gateway.

<b>Gateway</b>	
Sistema operativo	Debian Linux
<b>Memoria Flash</b>	
Tipo	USB plug-in
Capacità	2 GByte
<b>Conessioni</b>	
Ethernet	1 x RJ45
USB	2 x USB 2.0
<b>Alimentazione</b>	
Tensione	5 V DC
Consumo	4 W
<b>Meccanica</b>	
Grado di protezione	Adatto per impieghi al coperto
Temperatura operativa	da +5°C a +40°C
Umidità operativa	da 10 a 80% RH (senza condensa)
Dimensioni	13.2 x 2.21 x 9.2 cm
Peso	150g circa

Tabella I-3: Specifiche del Gateway EG2100

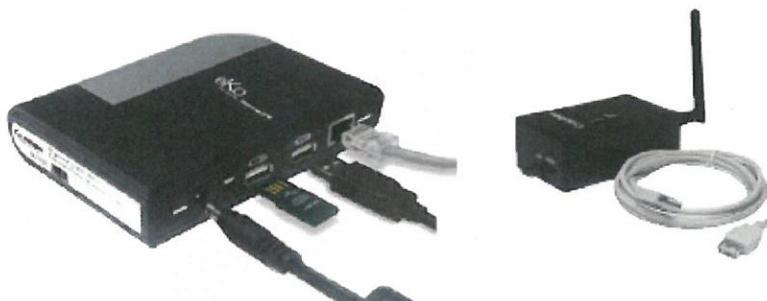


Figura I-9: Gateway EG2100 (a sinistra) e Stazione Base EB2110 (a destra)

## Software eKoView

eKoView, basato su browser web (Internet Explorer, Firefox, ecc...), offre un ambiente software familiare e intuitivo che rende estremamente semplice l'accesso ai dati e il loro monitoraggio ovunque nel mondo, tramite un PC portatile o un smart-phone. Grazie a interfacce software semplificate e intuitive, eKoView (Figura I-10) consente all'utente, in modo semplice e rapido, di configurarne la visualizzazione dei soli parametri d'interesse. eKoView è fornito pre-installato sul web server plug-and-play eKo Gateway.

Caratteristiche principali:

- Creazione da parte dell'utente di mappe di visualizzazione dei nodi sensore di tutta la rete
- Gestione di configurazioni predefinite dall'utente
- Creazione di grafici di tendenza dei differenti sensori su intervalli di tempo definibili
- Visualizzazione dei dati di dettaglio di ciascun sensore
- Monitoraggio delle prestazioni della rete e dello stato di funzionamento di ogni singolo nodo
- Definizione di livelli di allarme con notifica tramite SMS o email
- Assegnazione dei nomi ai diversi nodi/sensori

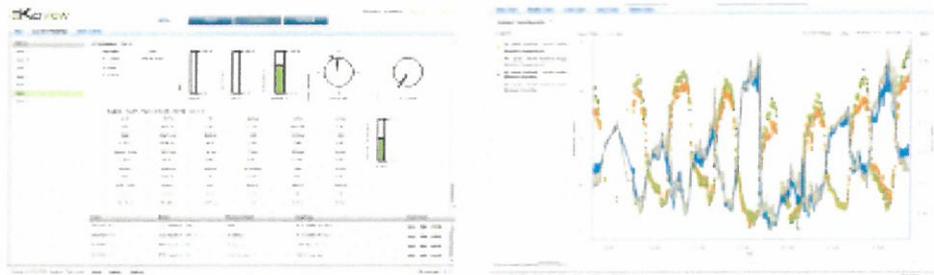


Figura I-10: Interfaccia grafica del software eKo View

## Individuazione dei sensori

Per lo sviluppo del progetto Top Melon sono stati individuati i sensori descritti di seguito.

### **eS1100 - Umidità del Suolo**

Il sensore eS1100 (Figura I-11, caratteristiche nella Tabella I-4) è una soluzione Watermark che fornisce una misura della tensione dell'acqua contenuta nel terreno, strettamente correlata a quanto sforzo dovranno compiere le radici della pianta per estrarre l'acqua dal suolo. A un nodo eKo (EN2100) possono essere collegate fino a 4 sonde eS1100 per la misura dell'umidità a diverse profondità. Monitorando l'umidità del suolo tra le differenti irrigazioni è possibile determinarne i suoi parametri di assorbimento e di essiccazione.

Il sensore Watermark consiste di due elettrodi concentrici immersi in un materiale a matrice granulare racchiuso da un materiale idrofilico (che stabilisce una buona conduttività idraulica con il terreno circostante) ed è tenuto in posizione da un case di acciaio inossidabile con dei fori per consentire il passaggio dell'acqua. Il sensore è un dispositivo resistivo che è sensibile a variazioni di umidità del terreno. Una volta piantato nel suolo esso scambia acqua con il terreno circostante, rimanendo così in equilibrio con esso. Quando il suolo si asciuga l'acqua viene rimossa dal sensore e la resistenza misurata aumenta; poichè l'acqua contenuta nel suolo è un buon conduttore elettrico, la resistenza si abbassa quando il suolo



Figura I-11: Sensore di umidità del suolo Watermark

torna ad essere bagnato, fornendo così un'indicazione chiara dello stato di umidità del terreno. Una caratteristica saliente di questo tipo di sensori è che essi utilizzano per la misura della resistività un materiale definito e a matrice interna costante, invece di utilizzare direttamente il terreno come mezzo di misura, questa caratteristica determina una calibrazione permanente del sensore ed evita tale procedura prima di ogni installazione.

Il Watermark fornisce una accurata lettura dei valori da 0 a 200 cbar, coprendo così l'intero range di umidità del suolo richiesto in agricoltura (anche per terreni più argillosi). Il Watermark non si dissolve nel suolo come altri sensori di umidità che usano blocchi di gesso, perciò garantisce un tempo di vita maggiore (fino a sette anni contro un tempo di vita inferiore all'anno per i sensori a blocchi di gesso). Inoltre, mentre i sensori a blocco di gesso possono essere danneggiati o usurati prematuramente da eventuali congelamenti del terreno, questo sensore, utilizzando un materiale a matrice granulare, non risente di tali fenomeni e non deve essere rimosso nei mesi invernali.

All'interno del sensore è comunque incluso del gesso che deve agire da tampone per gli effetti dovuti alla presenza di livelli di salinità normalmente riscontrati nell'irrigazione di colture agricole.

eS1100 - Umidità del Suolo	
Tipo	Sensore eKo di tipo semplice
Modello e costruttore del sensore	Umidità del suolo: Irrrometer/Watermark
Campo di misura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenziale d'acqua: 0 ÷ 200 centibar</li> <li>• Temperatura: -40 ÷ +70°C</li> </ul>
Accuratezza	+/-5%
Lunghezza del cavo	4.8m
Connettore	Switchcraft a 6 poli
Dimensioni	82 x 19mm □
Peso	270g, cavo incluso

Tabella I-4: Specifiche del sensore di Umidità del Suolo eS1100

### **eS1201 - Umidità e Temperatura dell'aria**

Il sensore eS1201 (Figura I-12, caratteristiche in Tabella I-5) include un sensore di temperatura e uno di umidità relativa dell'ambiente; queste informazioni sono utilizzate per calcolare il punto di rugiada. Il sensore è dotato di un guscio che lo protegge dai danni meccanici e di un filtro a membrana per la polvere, lo sporco e gli spruzzi d'acqua.

Il sensore eS1201 usa un circuito integrato in un singolo chip (Sensirion SH75) per la misura dell'umidità e della temperatura, fornendo in uscita un segnale digitale calibrato. Il dispositivo include un elemento capacitivo in polimero per l'umidità relativa e un sensore di temperatura a giunzione. Entrambi sono accoppiati a un convertitore analogico digitale a 14 bit.

L'aria contiene sempre umidità, naturalmente il numero di molecole di acqua può variare, e determinare un ambiente secco (es. deserto) o umido (es. tropici), ma esiste un limite massimo della quantità di acqua che l'aria può trattenere a una data temperatura. Oltre tale limite avviene la saturazione e si verifica la condensazione, cioè si forma la nebbia o la rugiada. L'umidità relativa indica quale percentuale di molecole d'acqua rispetto alla massima quantità è presente nell'aria. Al contrario la misura dell'umidità assoluta fornisce la quantità assoluta di umidità presente nell'aria (massa totale delle molecole d'acqua per volume d'aria) senza considerare il livello di saturazione.

Il sensore fornisce anche la misura del dew point (punto di rugiada) definito come la temperatura alla quale il vapore acqueo presente nell'aria comincia a condensare.



Figura I-12: Sensore di temperatura e umidità relativa eS1201

eS1201 - Umidità e Temperatura dell'aria	
Tipo	Sensore eKo di tipo semplice
Modello e costruttore del sensore	Crossbow – Utilizzando Sensirion SHT75
Campo di misura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umidità: 0÷100% RH</li> <li>• Temperatura: -40 ÷ +70°C</li> </ul>
Accuratezza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umidità: +/-3% (da 10 a 90%RH)</li> <li>• Temperatura: +/-2°C nell'intero campo di misura, +/-1°C sopra i -20°C</li> </ul>
Lunghezza del cavo	6m
Connettore	Switchcraft a 6 poli
Dimensioni	92 x 35 mm □
Peso	230g
Protezione dall'acqua	IP65 all'interno e all'esterno

Tabella I-5: Specifiche del sensore di Umidità e Temperatura dell'aria eS1201

### **eS1301- Bagnatura fogliare**

Il sensore eS1301 (Figura I-13) è un sensore di bagnatura fogliare della Decagon. Il sensore Decagon LWS rileva la bagnatura della superficie della foglia misurando la costante dielettrica (Farad/m) sulla superficie superiore del sensore. La costante dielettrica dell'acqua (81) e del ghiaccio (5), infatti, sono molto più grandi di quella dell'aria (1), perciò da tale misura è possibile risalire alla presenza di bagnatura sulla superficie sensore.



Figura I-13: Sensore di bagnatura fogliare eS1301

Il sensore è stato progettato per simulare le proprietà radiative reali della foglia. Le foglie sane, infatti, generalmente assorbono la radiazione solare nella porzione visibile dello spettro, mentre riflettono la maggior parte dell'energia nella banda dell'infrarosso. Il rivestimento superficiale del LWS assorbe bene nella regione dell'infrarosso, mentre il colore bianco riflette la maggior parte delle radiazioni sulla banda del visibile. Attraverso delle misure ottenute con spettroradiometro è stato verificato che il bilancio di radiazione complessiva assorbita dal sensore si avvicina molto bene a quella di una foglia sana.

eS1301 - Bagnatura fogliare	
Tipo	Sensore eKo di tipo semplice
Modello e costruttore del sensore	Decagon LWS
Campo di misura	N/A
Accuratezza	N/A
Lunghezza del cavo	4.5m
Connettore	Switchcraft a 6 poli
Dimensioni	152 x 57 x 0.8 mm
Peso	140g

Tabella I-6: Specifiche del sensore di Bagnatura fogliare eS1301

Molte malattie causate da funghi e batteri colpiscono le piante, ma solo quando l'umidità è presente sulla superficie della foglia. Il sensore eS1301 (Tabella I-6) determina la presenza e la durata della bagnatura del canopy permettendo di prevenire le malattie e proteggere la pianta. Questo tipo di applicazioni di bagnatura fogliare non richiede la conoscenza della quantità d'acqua sulla superficie, ma solo di rivelare la presenza d'acqua sulla superficie. Per identificare tale presenza deve essere prima identificata un valore di soglia dell'uscita del sensore che corrisponde allo stato di umidità minimo (Figura I-14).

Un livello al di sotto di 445 raw counts all'uscita del sensore corrisponde a uno stato asciutto, mentre quando il sensore è completamente bagnato, come nel caso di un forte temporale, il segnale può raggiungere anche un valore di 1400; poichè la costante dielettrica del ghiaccio è minore di quella dell'acqua allo stato liquido, l'uscita del sensore misurerà un valore più basso per il ghiaccio rispetto alla pioggia o alla rugiada.

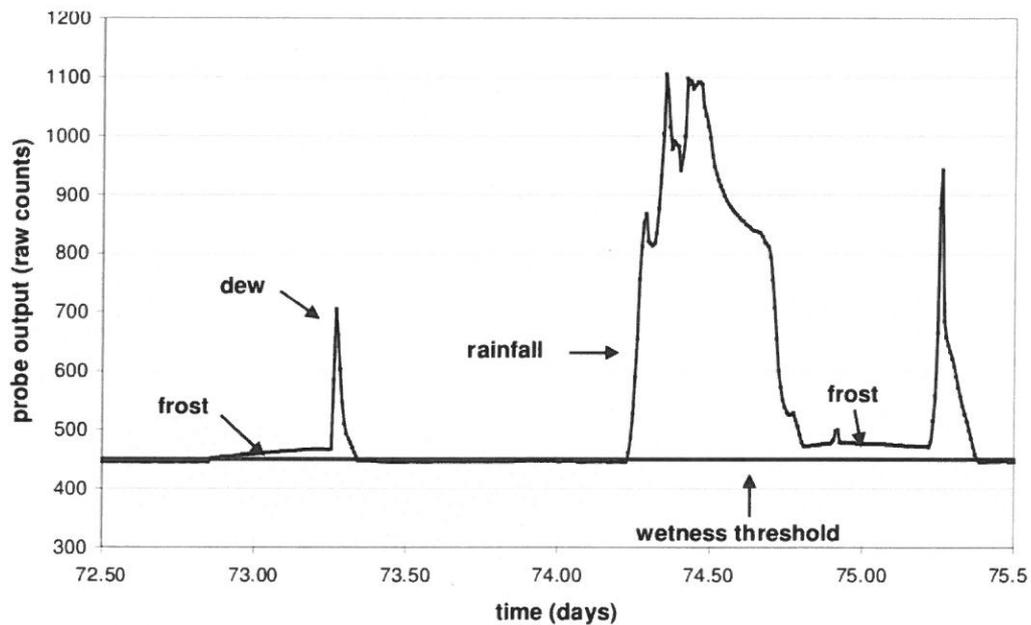


Figura I-14: Interpretazioni dei dati in uscita al sensore eS1301

Inoltre sono stati integrati degli algoritmi nell'interfaccia eKoView per permettere agli utenti di gestire e prendere decisioni basate sui dati raccolti.

## ***Tensiometri a lettura manuale con convertitore elettrico***

Il tensiometro (Figura I-15) è uno strumento per la misurazione del carico di suzione, cioè la forza con cui l'acqua è attratta e trattenuta nel terreno.



Figura I-15: Tensiometri Irrrometer con manometro a lettura manuale

Lo strumento, costituito da un tubo con una capsula porosa all'estremo inferiore, va riempito d'acqua e inserito nel terreno.

Per una buona ed efficace prova si dovranno utilizzare più tensiometri per diverse profondità (solitamente: 15-30-40 cm).

In condizioni di terreno saturo, il potenziale dell'acqua contenuta all'interno dello strumento (pari a 0) risulta in equilibrio con quello del suolo circostante.

In condizioni di terreno insaturo, a causa del differenziale di potenziale strumento-suolo, l'acqua permea verso il terreno determinando l'instaurarsi di una tensione che viene rilevata dal manometro.

Quindi a seconda della tensione misurata si deduce direttamente il potenziale idrico del terreno. Il modello che è stato scelto dispone di un manometro a lettura manuale con convertitore elettrico (Figura I-16) per poter integrare lo strumento con il sistema eKo Pro Series.



Figura I-16: Manometro a lettura manuale con convertitore elettrico

Il convertitore utilizza un sensore magnetico che fornisce una tensione proporzionale all'angolo formato dalla lancetta sul manometro.

Per collegare due tensiometri ad un'unica porta è stata utilizzata la seguente tipologia di connessione (Figura I-17, Tabella I-7).

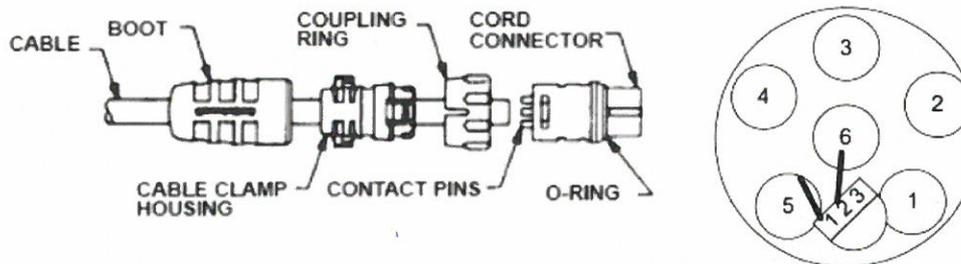


Figura I-17: Schema elettrico del connettore Switchcraft a 6 vie

Pin	Colori standard	Collegamenti
1	Rosso	Alimentazione Tensiometro 1 e 2
2	Arancione	Output Tensiometro 1
3	Giallo	Output Tensiometro 2
4	Verde	
5	Nero	Ground Tensiometro 1 e 2
6	Marrone	

Tabella I-7: Collegamenti dei tensiometri al connettore Switchcraft