

# PROGETTO SOTTOMISURA 16.2

## PSR 2014-2020 della Regione Toscana

### Annualità 2017

#### RELAZIONE FINALE

Titolo progetto PIF di riferimento

Se.Ce.Mont. Semente Certificata Montespertoli

Titolo e acronimo progetto sottomisura 16.2

GRani Antichi MONTespertoli GRAMONT

Filiera/Settore di riferimento prevalente: Cerealicola

Priorità e Focus area prevalente:

Priorità: Promuovere l'organizzazione della filiera agroalimentare e la gestione dei rischi nel settore agricolo

Priorità: promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e nelle zone rurali.

Focus area prevalente: migliore integrazione dei produttori primari nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali

Forma di aggregazione del partenariato: accordo di cooperazione

Denominazione del soggetto responsabile del progetto di cooperazione: Società Agricola Monna Giovannella s.r.l.

Obiettivi: ottenere una filiera produttiva del frumento tenero utilizzando seme locale certificato.

Obbiettivi specifici sono:

-Identificare le varietà antiche di frumento tenero autoctone più produttive per le condizioni pedoclimatiche dell'area territoriale del PIF e adattabili alle pratiche agronomiche moderne.

-valutare le interazioni genotipo ambiente al fine di ottenere indicazioni sui migliori areali di coltivazione

-Iscrivere al repertorio regionale le varietà antiche selezionate come varietà da conservazione.

-Ottimizzare la coltivazione degli appezzamenti destinati alla riproduzione del seme certificato;

-La definizione dell'influenza delle tecniche agronomiche e del pedoclima sulle caratteristiche reologiche e qualitative quali proteine, polifenoli e digeribilità.

-Mettere a disposizione a tutti i partecipanti al PIF, il materiale valutato ed identificato all'interno di questa sottomisura, attraverso la produzione di semente certificata.

-Messa a punto delle tecniche di trasformazione della granella e della farina (es. processo di panificazione) ottimali per l'utilizzo delle varietà antiche selezionate.

Azioni:

- 1) Coordinamento e gestione delle attività di campo
- 2) Valutazione del germoplasma, caratterizzazione pedoclimatica dell'areale di riproduzione e avvio procedura per iscrizione a registro delle varietà da conservazione
- 3) Mantenimento in purezza seme base
- 4) Riproduzione seme base
- 5) Valutazione caratteristiche qualitative e tecnologiche
- 6) Rilevazione dati economici per la produzione di semente certificata di varietà di frumento non convenzionali

Risultati e ricadute economiche e ambientali: Il principale risultato del progetto è quello di identificare attraverso le valutazioni portate avanti nelle aziende pilota di questa misura, varietà antiche di frumento tenero non iscritte a registro con elevate caratteristiche qualitative per avviare una filiera sementiera basata sull'iscrizione a registro di queste varietà, il mantenimento e riproduzione del seme certificato, e la sua distribuzione alle aziende partecipanti alla filiera. Le varietà individuate e certificate garantiranno granella di alta qualità organolettica e nutraceutica che rappresenterà un punto di forza per l'agricoltore ma anche per il trasformatore e per l'intera filiera. Inoltre tali varietà, caratterizzate da una buona adattabilità e rusticità, permetteranno una diminuzione negli input energetici e chimici necessari alla coltivazione e quindi un concreto beneficio ambientale oltre che un incremento della biodiversità degli ecosistemi agrari.

Tale attività garantirà quindi agli agricoltori una fonte sicura di approvvigionamento di semente certificata, la produzione di granella di alta qualità e quindi un reddito economico appropriato. Allo stesso tempo permetterà la produzione di prodotti alimentari nutraceutici, connotati da una forte impronta territoriale locale. Tali prodotti infatti, sono oggi molto richiesti da una nicchia di mercato sempre in continuo aumento, particolarmente attenta alle qualità nutrizionali degli alimenti e alla loro sostenibilità. Una filiera ben strutturata fin dalla produzione della semente con risultato finale la produzione di prodotti di qualità e tracciabili costituirebbe sicuramente una risorsa molto importante per gli agricoltori e per tutti gli altri partecipanti alla filiera.

## **Azioni Progettuali**

### **1) Coordinamento e gestione delle attività di campo**

L' Az. Agr. Monna Giovannella, capofila di tutto il progetto, oltre ad essere una delle 4 aziende pilota, si è occupata di coordinare le attività, mantenere i rapporti fra la rete dei partner e di rispettare i tempi relativi alla realizzazione delle prove previste nel progetto. Sono state organizzate riunioni con i partner di progetto ed è stata effettuata assistenza tecnica in campo alle aziende agricole coinvolte.

Nella prima fase è stato costituito l'accordo di cooperazione tra i vari partner. Nello specifico, sono effettuate le seguenti attività:

- Predisposizione del protocollo agronomico di dettaglio e sua applicazione nelle aziende agricole coinvolte;
- assistenza in campo alle aziende agricole coinvolte;
- verifica dell'attuazione dei singoli interventi;
- gestione dei rapporti con gli Enti istituzionali;
- gestione della comunicazione all'interno della rete di cooperazione e condivisione delle informazioni relative al progetto;
- riunioni di progetto.

**AZIONE: 2 Valutazione del germoplasma, caratterizzazione pedoclimatica dell'areale di riproduzione e avvio procedura per iscrizione a registro delle varietà da conservazione**

Nelle 4 aziende agricole partner del progetto (Monna Giovannella, Sansoni, Tosi e Voltolini) sono state seminate il primo (2019) e il secondo (2019-20) anno del progetto, le 14 varietà di frumento tenero (12 caratteristiche del germoplasma della Toscana e 2 moderne, come controllo (Tab.1).

Varietà	Genealogia	Iscrizione al registro
ANDRIOLO	Varietà locale Toscana	Iscr. Rep. Reg. Toscana
ARNO	Est Mottin 72 / Reichesberg 39	Non iscritta
AUTONOMIA B	Frassineto 405 / Mentana	Iscr. Rep. Reg. Toscana
BENCO	-	Non iscritta
BOLERO	2625-267 / Talent	Iscr. Catalogo Nazionale
BOLOGNA	H89092 /x H89136 // Soissons	Iscr. Catalogo Nazionale
EST MOTTIN 72	Selezione del Mottin	Non iscritta
FLORANCE	-	Non iscritta
FRASSINETO	Selezione del Gentil Rosso	Iscr. Rep. Reg. Toscana
GENTIL ROSSO ARISTATO	Varietà locale diffusa in Italia centro settentrionale	Iscr. Rep. Reg. Toscana
INALLETTABILE	Selezione dell'Inallettibile Vilmorin	Iscr. Rep. Reg. Toscana
MENTANA	Wilhelmina Tarwe / Rieti [ar. 21] // Akagomughi	Non iscritta
SIEVE	Est Mottin 72/ Bellevue II	Non iscritta
VERNA	Est Mottin 72 / Mont Calm	Iscr. Catalogo Nazionale

**Tabella 1.** Elenco delle varietà in prova. In 1-12 varietà antiche 13-14 varietà moderne; Iscrizione: Iscr. Rep. Reg. Tosc. = Iscritta al repertorio regionale; Iscr. Reg. Nazionle = Iscritta al registro nazionale delle varietà MIPAAF

Rispetto a quanto previsto inizialmente la varietà gentil bianco è stata sostituita con EST MOTTIN 72.

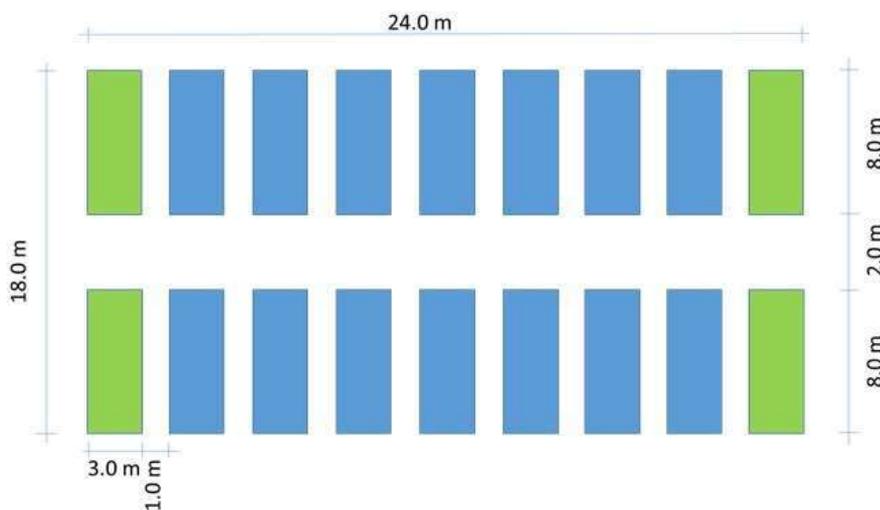
La semina è stata effettuata secondo il disegno sperimentale di campo a blocchi randomizzati con due repliche (Fig. 1). I fattori presi in considerazione quindi sono: Anno (effetti casuali), Azienda (effetti casuali) Varietà (effetti fissi); la componente attesa delle varianze è riportata in tabella 2.

Le prove di valutazione delle 14 varietà di frumento hanno interessato una superficie di circa 1000 m<sup>2</sup> e sono state inserite all'interno di un ettaro coltivato a frumento, in modo tale da preservare le prove da attacchi dell'avifauna. Le aziende pilota hanno quindi eseguito tutte le lavorazioni necessarie alla semina, coltivazione e raccolta del frumento.

Fonti di Variazione	g.l.	Componente attesa della varianza
Anno (A)	1	$\sigma_{ea}^2 + 2 * 14 * \sigma_{Inter.AxL}^2 + 2 * 4 * \sigma_A^2$
Azienda (L)	3	$\sigma_{ea}^2 + 2 * 14 * \sigma_{Inter.AxL}^2 + 2 * 2 * \sigma_L^2$
Interazione Anno x Azienda	3	$\sigma_{ea}^2 + 2 * 14 * \sigma_{Inter.AxL}^2$
Errore a	8	$\sigma_{ea}^2$
Varietà (V)	14	$\sigma_{eb}^2 + 2 * 4 * \sigma_{Inter.AxV}^2 + 2 * 2 * \sigma_{Inter.LxA}^2 + 2 * 2 * 4 * \frac{\sum_{i=1}^{14} \alpha_i^2}{(14 - 1)}$
Interazione Anno x Varietà	14	$\sigma_{eb}^2 + 2 * 4 * \sigma_{Inter.AxV}^2$
Interazione Azienda x Varietà	42	$\sigma_{eb}^2 + 2 * 2 * \sigma_{Inter.LxA}^2$
Errore b	154	$\sigma_{eb}^2$
Totale	239	

**Tabella 2.** Modello adottato per l'analisi della varianza, dati rilevati in campo.

Durante la coltivazione del frumento sono stati raccolti i parametri morfologici/produttivi e acquisite le principali variabili climatiche mediante centraline installate dalle aziende o presenti nelle vicinanze del territorio aziendale.



**Figura 1.** Schema di campo per la valutazione delle varietà in prova.

Per ogni varietà seminata in ognuna delle 4 aziende del progetto e nei due anni di progetto, si sono raccolti i parametri morfologici e produttivi riportati in tabella 2. Questi valori sono stati rilevati in parte sul campo, al momento della raccolta, utilizzando due campionatori da 0,5 m<sup>2</sup> che sono stati lanciati all'interno della parcella, all'interno dei quali sono state misurate e raccolte le piante campione; in parte le misurazioni a livello di spighe sono state effettuate in laboratorio.

<b>Variabile</b>	<b>Cod.</b>
Altezza culmo cm	HCu
Numero culmi accest.	N.Cu
Lunghezza spiga cm	LuSP cm
Numero spighette	Nspgt
Densità spiga principale	Distanza tra 10 spig.tte. cm
Peso spiga g	PSp g
Peso cariossidi g	PK g
Numero cariossidi	NKsp
peso 1000 cariossidi g	P1000K g
produzione q/ha	Prod q/ha
Peso specifico kg/HL	P. ett.
% Allettamento	% All.
Fasi fenologiche gg	BBCH

**Tabella 3.** Variabili considerate per la caratterizzazione morfologica e produttiva delle varietà considerate.

Campioni di circa 1 kg di cariossidi, sono stati prelevati per ogni unità sperimentali e avviati alle analisi di laboratorio. I parametri considerati per la valutazione delle caratteristiche qualitative reologiche e nutraceutiche sono riportati nelle tabelle 4a e 4b.

**a**

<b>Parametro</b>	<b>Codice</b>
Tenacità	P
Estensibilità	L
Volume	G
Forza	W
Grado di estensibilità	P/L
Indice di elasticità	Ie

**b**

<b>Caratteristiche</b>	<b>Abbreviazione</b>
Contenuto Proteico	% Proteine(s.s.)
Contenuto di carbonio	% C/ s.s.
Contenuto di glutine secco	% Glutine secco / s.s.
Polifenoli liberi	Poly FREE mg/g s.s.
Polifenoli legati	Poly BOUND mg/g s.s.
Flavonoidi liberi	Flav.FREE mg/g s.s.
Flavonoidi legati	Flav BOUND mg/g s.s.
Attività Antiradicalica frazione libera	ARP Free
Attività antiradicalica frazione legata	ARP Bound
Digeribilità con pepsina	Dig. 30' Peps.
Digeribilità pancreaticina	Dig 120' Pancr.

**Tabella 4.** Caratteristiche reologiche (a) e nutraceutiche (b) considerate per la valutazione delle varietà



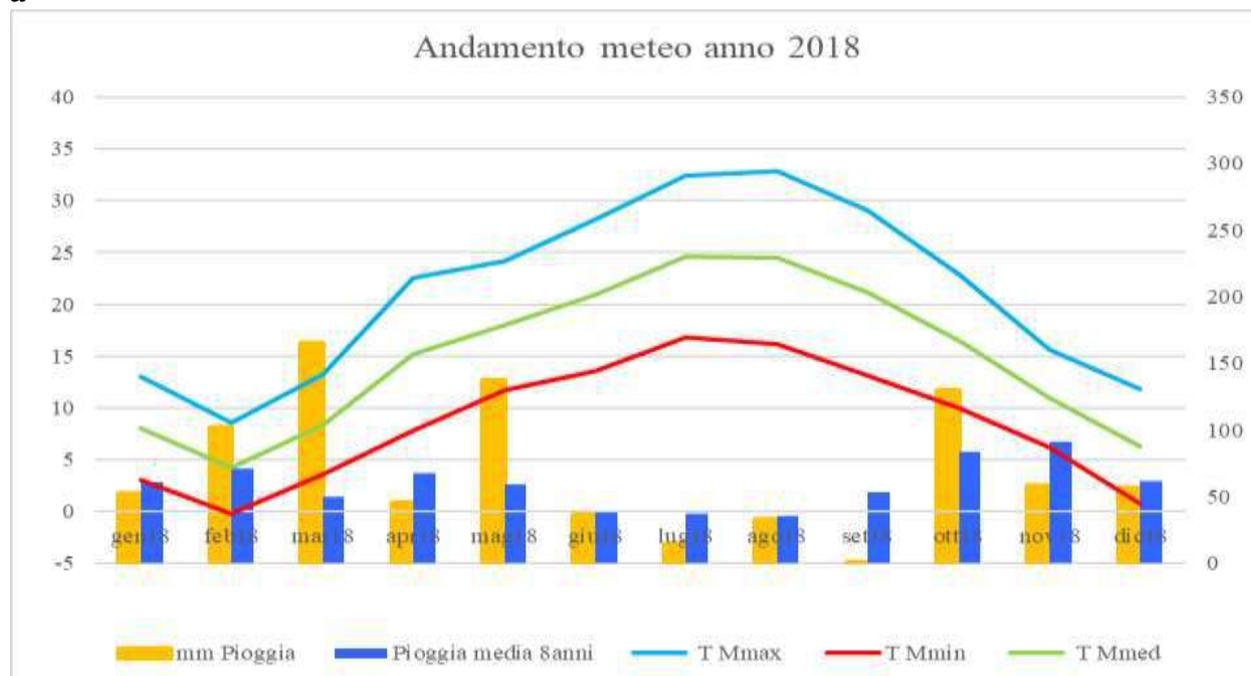
**Figura 2.** In dettaglio le parcelle posizionate in base allo schema di campo con intorno il terreno pronto per la semina del frumento riempitivo.

Una volta ottenute tutte le misurazioni e terminate le analisi qualitative, è stata fatta l'analisi della varianza adottando un modello misto (GLMM) secondo quanto riportato in tabella 2. I fattori considerati nell'analisi della varianza sono, come già accennato: Anno, due modalità, fattore ad effetti casuali; Azienda con 4 modalità, fattore ad effetti casuali; Varietà con 14 modalità più il bordo, considerato come fattore ad effetti fissi e i blocchi entro azienda. Per le analisi reologiche i campioni delle varietà sono stati riuniti per blocchi e per azienda; questo al fine di ridurre il numero di campioni da analizzare che comunque è risultato sempre elevato (48 campioni). Quando la fonte di variazione tra Varietà è risultata significativa dall'analisi della varianza, per il confronto tra le medie, è stato applicato il test dei confronti multipli di Duncan.

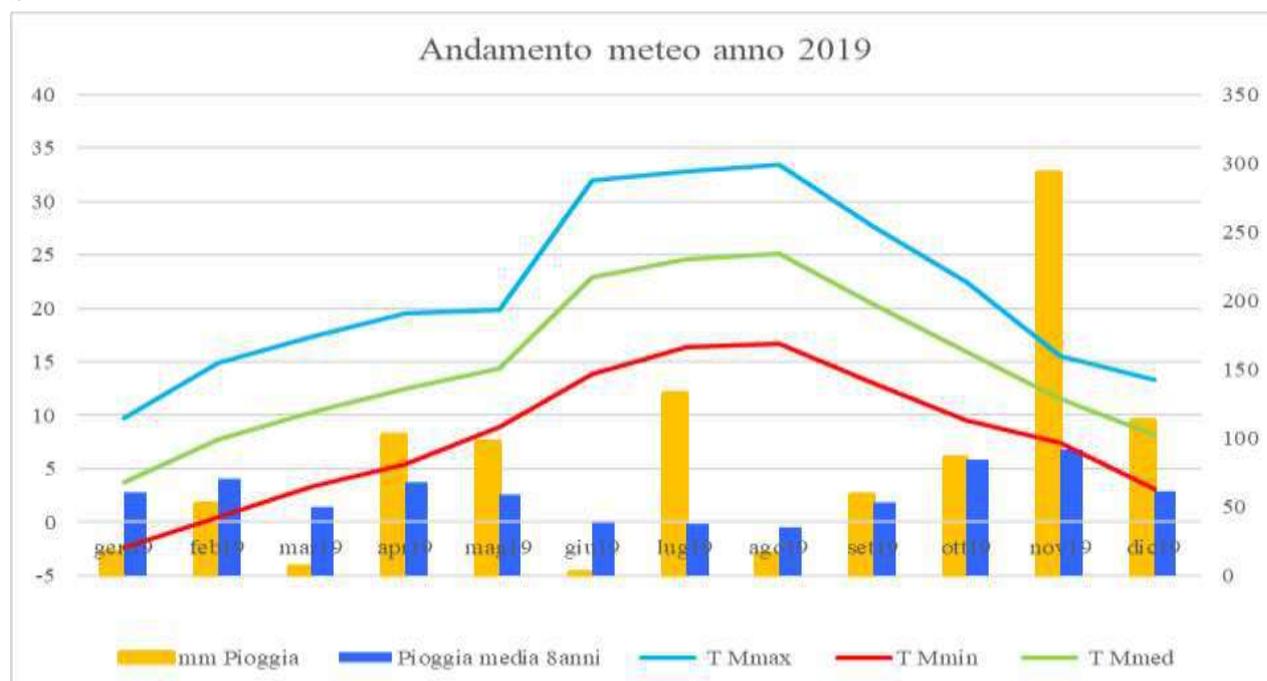
## Risultati prove in campo.

L'andamento meteorologico verificatosi nei due anni di prova non è stato dei migliori per la coltivazione del frumento; infatti, la semina per il primo anno è avvenuta molto in ritardo, le piogge abbondanti di fine ottobre 2018 e il gelo e pioggia di gennaio 2019 (Fig 3 a e b), hanno ritardato le semine a marzo 2019, ricorrendo alla vernalizzazione in frigorifero per stimolare la fioritura delle varietà non alternative. Questo ha comportato un notevole ritardo delle fasi fioritura-maturazione, verificatosi tra maggio e luglio 2019, con temperature basse e piovosità elevata (Fig. 3b). Compromettendo notevolmente le produzioni ottenute.

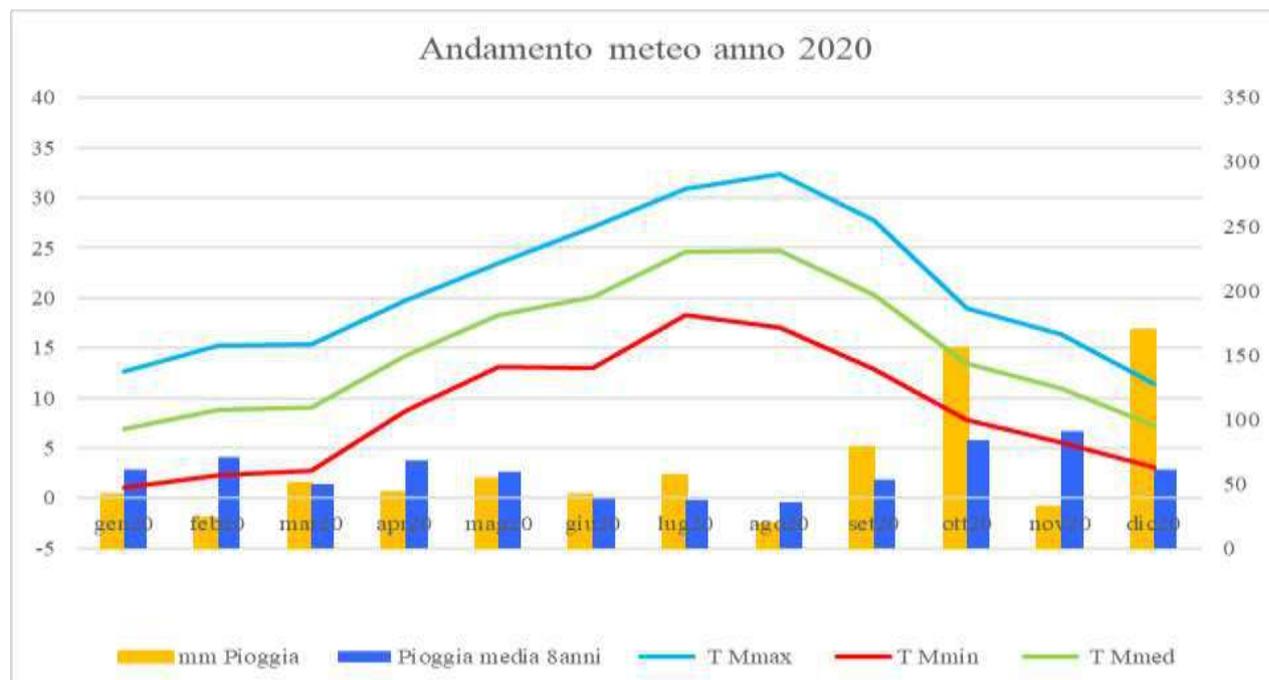
**a**



**b**



c



**Figura 3.** Andamento meteorologico verificatosi nelle due annate ti prove: 2018-2019 (a-b) e 2019-2020 (b-c).

Anche l'andamento meteorologico della seconda annata di prove 2019-20: raccolto 2020, è stata caratterizzata da condizioni climatiche avverse durante il periodo della semina (Fig. 3b), determinando, anche in questo caso, un notevole ritardo delle semine avvenute tra gennaio e febbraio 2020.

### Caratteristiche morfologiche produttive.

In tabella 3, sono riportate le medie delle varietà relative ai dati morfologici produttivi.

Varietà	HCu	N.Cu	LuSP cm	PSp g	Nspgt	PK g	Fertilità
ANDRIOLO	121,92	2,69	11,46	2,53	17,68	1,88	2,14
ARNO	99,87	2,16	8,09	2,23	21,10	1,65	2,37
AUTONOMIA B	107,41	2,65	9,78	2,75	18,13	2,00	2,33
BENCO	114,76	2,75	9,98	2,59	16,81	1,94	2,01
BOLERO	58,09	1,83	7,14	1,85	15,83	1,42	2,37
BOLOGNA	62,07	1,69	15,35	1,95	17,75	1,49	2,70
EST MOTTIN	115,08	2,66	8,23	1,73	14,78	1,30	1,88
FLORANCE	124,12	2,49	11,06	2,57	18,13	1,92	2,02
FRASSINETO	117,90	2,89	10,79	2,27	16,69	1,67	1,92
GENTIL ROSSO ARISTATO	123,66	2,29	10,43	2,73	18,21	2,06	2,17
INALLETTABILE	122,94	2,29	10,33	2,52	17,75	1,84	2,11
MENTANA	95,86	2,18	17,08	2,45	17,34	1,84	2,57
SIEVE	102,84	2,20	9,26	2,32	17,74	1,76	2,35
VERNA	115,58	2,66	17,43	2,15	17,36	1,60	2,09
VernaB	106,19	2,27	7,90	1,80	15,89	1,34	1,87
<b>Media generale</b>	<b>105,89</b>	<b>2,38</b>	<b>10,95</b>	<b>2,30</b>	<b>17,41</b>	<b>1,72</b>	<b>2,20</b>

**Tabella 5.** Medie per varietà delle variabili analizzate, dati morfologici produttivi.

Varietà	NKsp	P1000K g	Prod q/ha	Peso Specifico	% Allett.	Maturaz. Piena gg
ANDRIOLO	37,81	49,78	17,56	75,74	12,50	146,19
ARNO	49,98	33,57	18,11	74,57	2,50	148,40
AUTONOMIA B	42,28	47,93	17,41	75,68	33,33	146,19
BENCO	33,86	57,19	19,48	76,64	30,00	145,25
BOLERO	37,49	37,88	19,55	74,96	0,00	142,33
BOLOGNA	47,90	30,94	22,39	77,73	0,00	144,50
EST MOTTIN	27,85	46,61	17,87	73,16	30,83	147,13
FLORANCE	36,66	52,77	18,25	78,43	15,00	147,50
FRASSINETO	32,11	52,09	19,12	76,25	21,67	145,25
GENTIL ROSSO ARISTATO	39,54	52,07	20,38	78,31	12,50	148,93
INALLETTABILE	37,51	48,90	19,78	77,98	3,33	148,63
MENTANA	44,49	41,83	17,41	76,01	26,67	139,25
SIEVE	41,63	42,80	17,79	73,77	23,33	148,63
VERNA	36,25	44,18	19,38	74,65	15,00	150,13
VernaB	29,76	45,15	17,93			
<b>Media generale</b>	<b>38,34</b>	<b>45,58</b>	<b>18,85</b>	<b>76,02</b>	<b>16,19</b>	<b>146,31</b>

**Tabella 5.** *Segue*

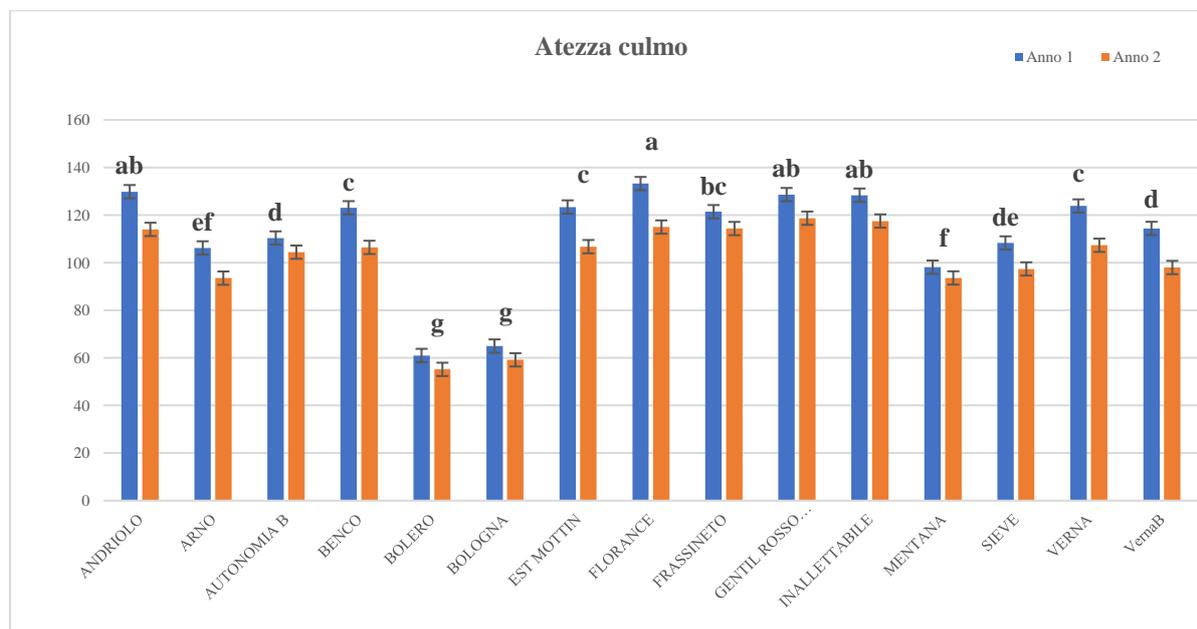
Le singole variabili sono state analizzate statisticamente per verificare la differenza tra le medie e le varianze delle interazioni tra i fattori anno e località con le varietà; componenti queste molto importanti per valutare la stabilità delle caratteristiche delle varietà.

## Altezza culmo.

Questa variabile mostra come le diverse varietà considerate presentino taglia completamente differente, soprattutto se si confrontano le medie delle varietà moderne con quella delle varietà “antiche”. In tabella 4 è riportata l’analisi della varianza per la variabile altezza culmo.

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	8062,642	1	8062,6417	0,9611	0,3992	n.s.
Azienda	22600,582	3	7533,5272	0,8980	0,5342	n.s.
Interazione Anno x Azienda	25167,370	3	8389,1234	44,9670	0,0000	**
Errore a	1492,493	8	186,5617			
Varietà	95205,913	14	6800,4223	108,9128	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	1340,942	14	95,7816	1,5340	0,1049	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	3503,916	42	83,4266	1,3361	0,1053	n.s.
Errore b	9615,632	154	62,4392			
Totale	166989,490	239				

**Tabella 6.** ANOVA della variabile altezza culmo. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.



**Figura 4.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile altezza culmo. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

La fonte di variazione dovuta alle varietà risulta altamente significativa, questo dipende fondamentalmente dal fatto che nelle modalità di questa fonte di variazione, sono presenti varietà antiche e moderne. Nell’istogramma di figura 3 è possibile verificare come la taglia delle varietà moderne sia decisamente minore di quella delle varietà antiche.

Tra le varietà antiche si osservano medie differenti statisticamente, la varietà Florance mostra la taglia più alta, mentre la varietà Mentana risulta la più bassa tra le varietà antiche. Anche se si osservano differenze delle medie per questa variabile tra i due anni di prova, l'andamento osservato è uniforme per le varietà considerate (Interazione Anno x Varietà non significativo), dimostrando come questo carattere si fortemente determinato da componenti genetiche.

### Numero culmi di accestimento.

La capacità di accestimento risulta significativamente differente tra le varietà considerate (Tab. 5). Anche tra le aziende risulta significativa la varianza, indicando come la componente ambientale determini delle variazioni significative.

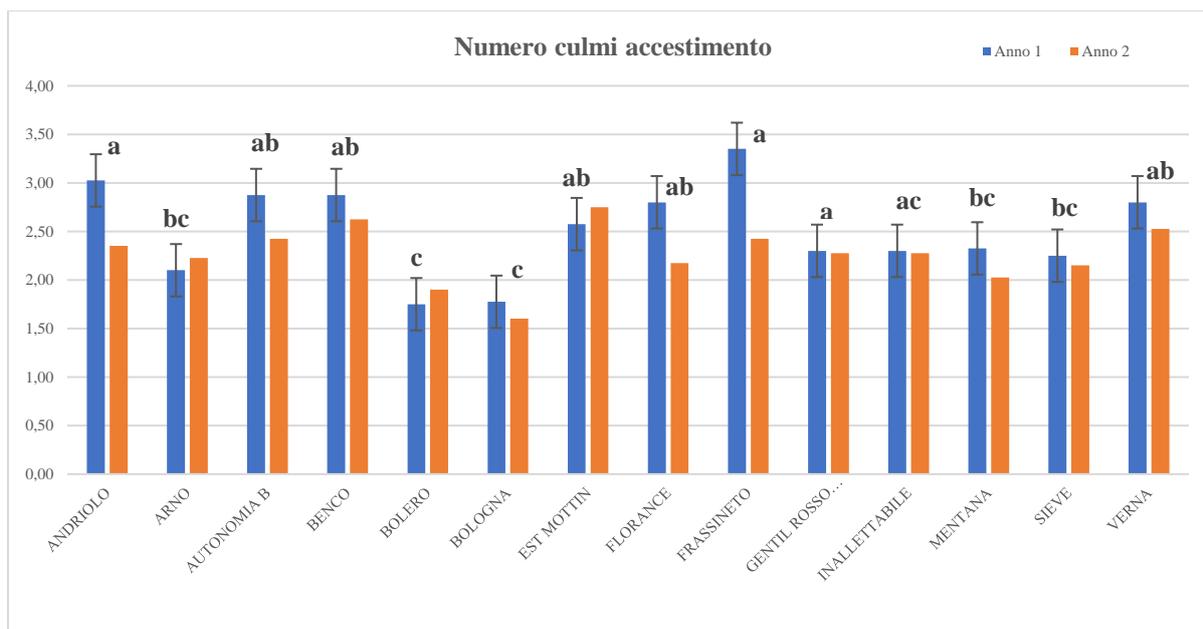
Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	4,069	1	4,0690	0,9211	0,3653	n.s.
Azienda	130,043	3	43,3476	9,8123	0,0047	**
Interazione Anno x Azienda	26,675	3	8,8915	2,0127	0,1908	n.s.
Errore a	35,341	8	4,4177			
Varietà	26,761	14	1,9115	3,1603	0,0002	**
Interazione Anno x Varietà	6,032	14	0,4309	0,7124	0,7596	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	20,354	42	0,4846	0,8012	0,7971	n.s.
Errore b	93,147	154	0,6049			
Totale	342,422	239				

**Tabella 7.** ANOVA della variabile numero culmi di accestimento. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

In figura 5 è riportato l'istogramma delle medie delle varietà registrate nei due anni di prova.

Mediamente le varietà antiche presentano un maggiore numero di culmi di accestimento. Tra le varietà antiche Frassineto, Andriolo, Autonomia B, Benco, Est Nottin 72 e Verna, mostrano la maggiore capacità di accestimento.

Dalla tabella 7, risulta significativa anche la varianza dovuta al fattore Azienda, Dimostrando come la variabilità di questo carattere subisca forte influenza ambientale. IL numero relativamente basso dei culmi di accestimento dipende dalla data di semina notevolmente ritardata.



**Figura 5.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile numero culmi di accestimento. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Lunghezza spiga culmo principale.

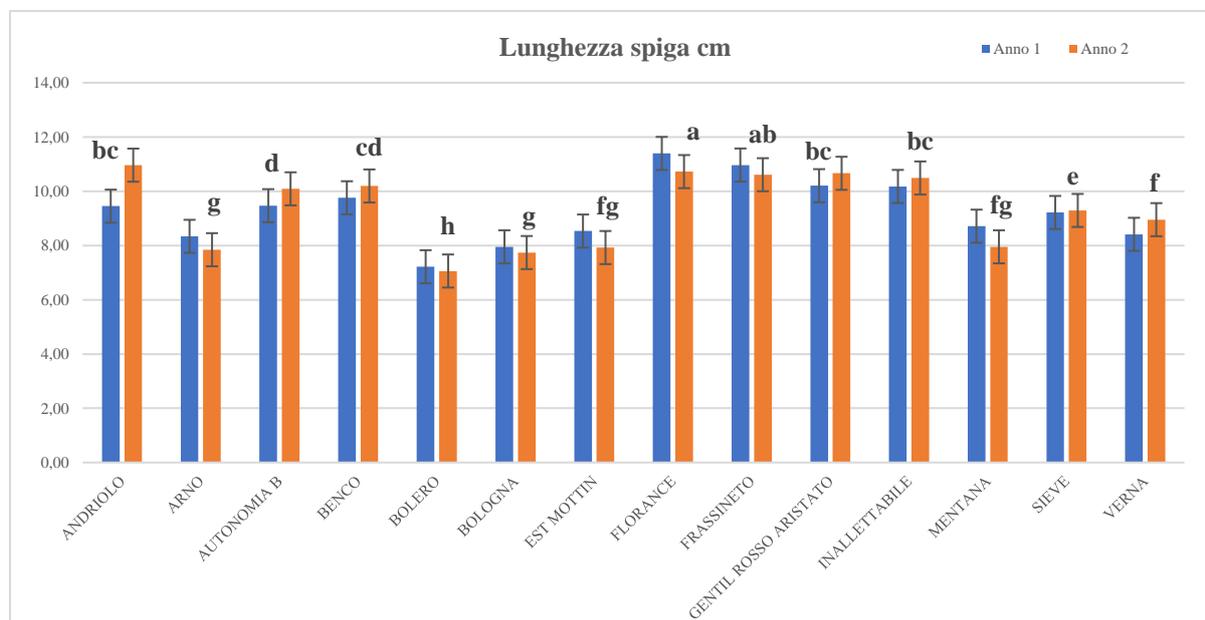
La variabile lunghezza della spiga principale, molto importante per stabilire in base al numero di spighette la densità della spiga, carattere questo molte volte associato, insieme all'altezza del culmo, alla suscettibilità ad alcune di patologie di origine fungina come la fusariosi.

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,710	1	0,7097	0,0555	0,8197	n.s.
Azienda	266,555	3	88,8515	6,9487	0,0128	*
Interazione Anno x Azienda	43,259	3	14,4195	1,1277	0,3941	n.s.
Errore a	102,294	8	12,7867			
Varietà	1893,195	14	135,2282	14,5716	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	105,430	14	7,5307	3,3487	0,0000	**
Interazione Azienda x Varietà	167,932	42	3,9984	1,7780	0,0018	**
Errore b	2727,817	1213	2,2488			
Totale	5307,190	1298				

**Tabella 8.** ANOVA della variabile lunghezza spiga culmo principale. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Dall'analisi della varianza risulta, vista la potenza del test che si basa sui 5 dati per parcella, con un totale di 1299 osservazioni, le fonti di variazione: Azienda, Varietà e le Interazioni Anno x Varietà e Azienda x Varietà sono risultate altamente significativa ( $p < 0,01$ ) (Tab. 7).

Analizzando le medie della lunghezza della spiga delle varietà considerate (Fig. 6), risulta che sempre le varietà antiche hanno in media una lunghezza della spiga maggiore di quella delle varietà Bolero e Bologna. Comunque, anche la varietà Est Mottin 72, Arno e Mentana presentano una spiga mediamente corta.



**Figura 6.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile lunghezza della spiga principale. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Numero di spighette spiga principale.

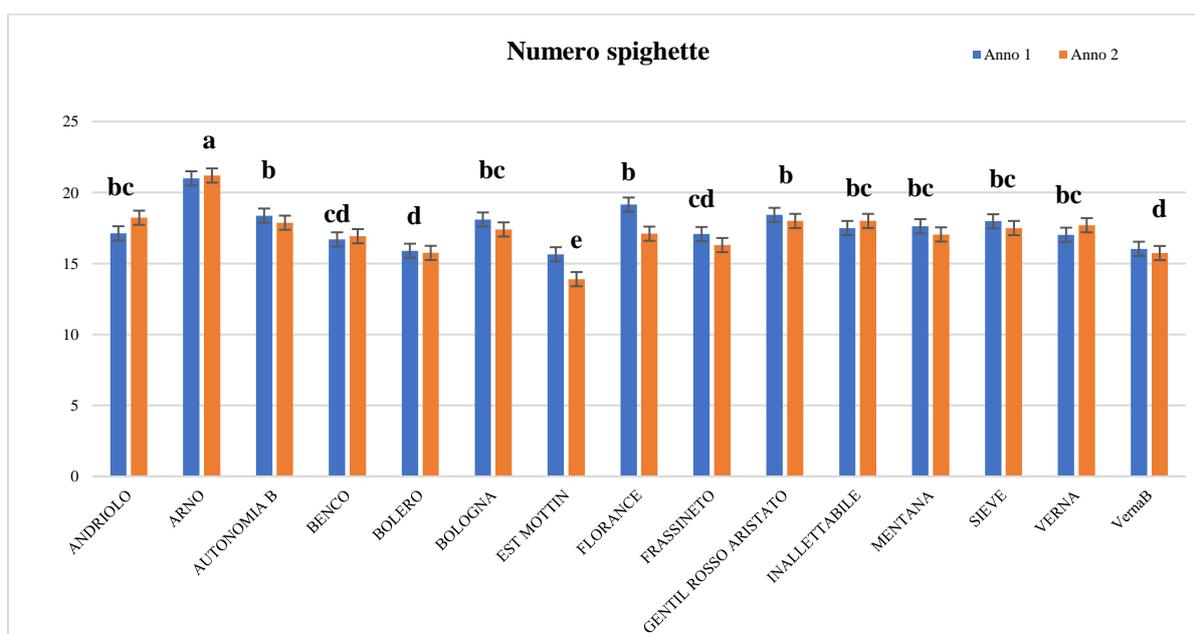
Per quanto riguarda il numero delle spighette presenti nella spiga principale le varianze risultano significative per le fonti di variazione: Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,05$ ); Varietà ( $p < 0,01$ ) e Interazione Anno x Varietà ( $p < 0,01$ ). (Tab. 9).

L'istogramma di figura 7 evidenzia come le varietà antiche, avendo una spiga mediamente più lunga, mostrano un numero maggiore di spighette; fa eccezione la varietà Est Mottin 72 con il valore più basso.

La varietà Arno ha il maggiore numero di spighette, differenziandosi statisticamente da tutte le altre varietà. Si osserva una forte influenza dell'anno di coltivazione nel determinare un diverso andamento del numero delle spighette registrato nelle due annate di prova: Interazione altamente significativa ( $p < 0,01$ ) tra Anno x Varietà (Tab. 9).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	35,663	1	35,6628	0,2541	0,6489	n.s.
Azienda	537,949	3	179,3164	1,2775	0,4226	n.s.
Interazione Anno x Azienda	421,090	3	140,3633	5,1013	0,0291	*
Errore a	220,120	8	27,5150			
Varietà	2502,650	14	178,7607	12,1491	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	205,994	14	14,7139	2,3116	0,0039	**
Interazione Azienda x Varietà	365,471	42	8,7017	1,3670	0,0609	n.s.
Errore b	7727,492	1214	6,3653			
Totale	12016,430	1299				

**Tabella 9.** ANOVA della variabile numero spighette spiga principale. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.



**Figura 7.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile numero spighette spiga principale. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Densità della spiga.

Dalle due variabili precedenti si può ricavare la densità della spiga, espressa come la distanza tra la prima e la decima spighetta. Si può definire una spiga lassa quando questa distanza è superiore o uguale a 5,2 cm; media quando è intorno a 4,4 cm e compatta quando è inferiore a 3,6 cm.

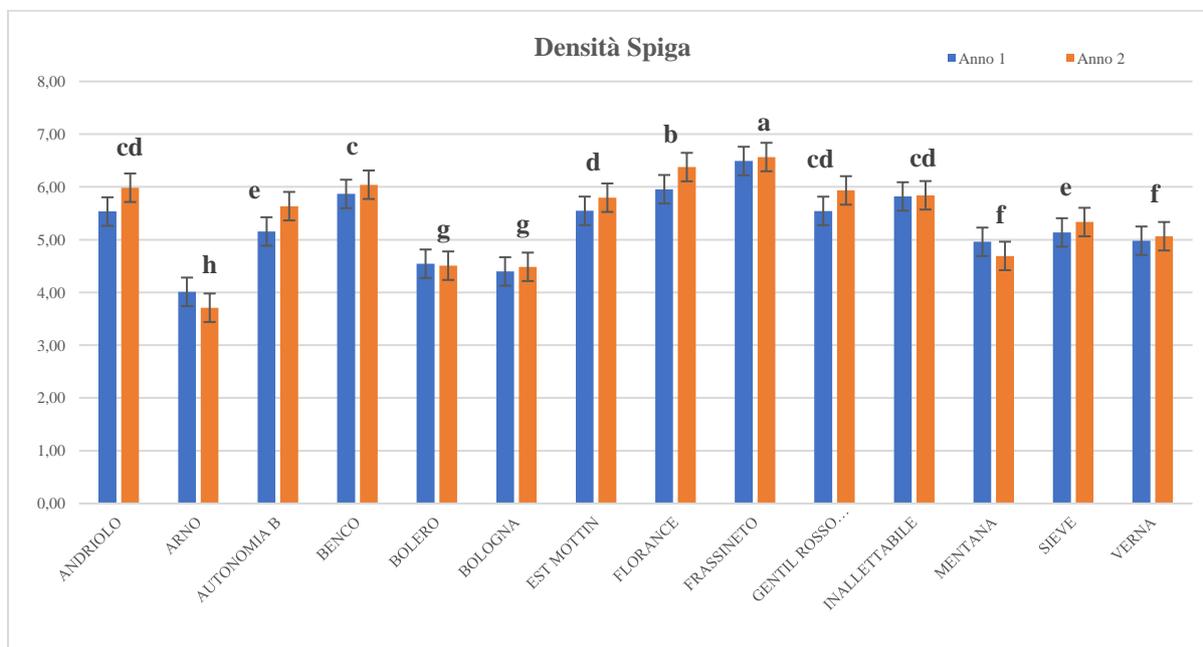
In tabella 10 è riportata l'analisi della varianza della variabile densità della spiga. Le fonti di variazione che risultano significative statisticamente sono:

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	7,171	1	7,1707	0,7115	0,4609	n.s.
Azienda	58,490	3	19,4968	1,9346	0,3007	n.s.
Interazione Anno x Azienda	30,233	3	10,0777	15,9274	0,0010	**
Errore a	5,062	8	0,6327			
Varietà	592,857	14	42,3469	26,9201	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	16,141	14	1,1529	2,6872	0,0007	**
Interazione Azienda x Varietà	35,666	42	0,8492	1,9793	0,0002	**
Errore b	520,839	1214	0,4290			
Totale	1266,459	1299				

**Tabella 10.** ANOVA della variabile densità della spiga principale. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,01$ ); Varietà ( $p < 0,01$ ); Interazione Anno x Varietà ( $p < 0,01$ ) e Interazione Azienda x Varietà ( $p < 0,01$ ).

In figura 8 si osservano le varietà con le spighe con densità media, queste sono: oltre alle due varietà moderne Bolero e Bologna, Arno e Mentana. In particolare, la varietà Arno fa registrare, nel secondo anno di coltivazione una spiga che può essere definita compatta (Fig. 8); tutte le altre hanno spiga lassa. La componente ambientale modifica in maniera incisiva l'espressione di questo carattere: tutte le Interazioni con la Varietà risultano altamente significative ( $p < 0,01$ ).



**Figura 8.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile densità spiga principale. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

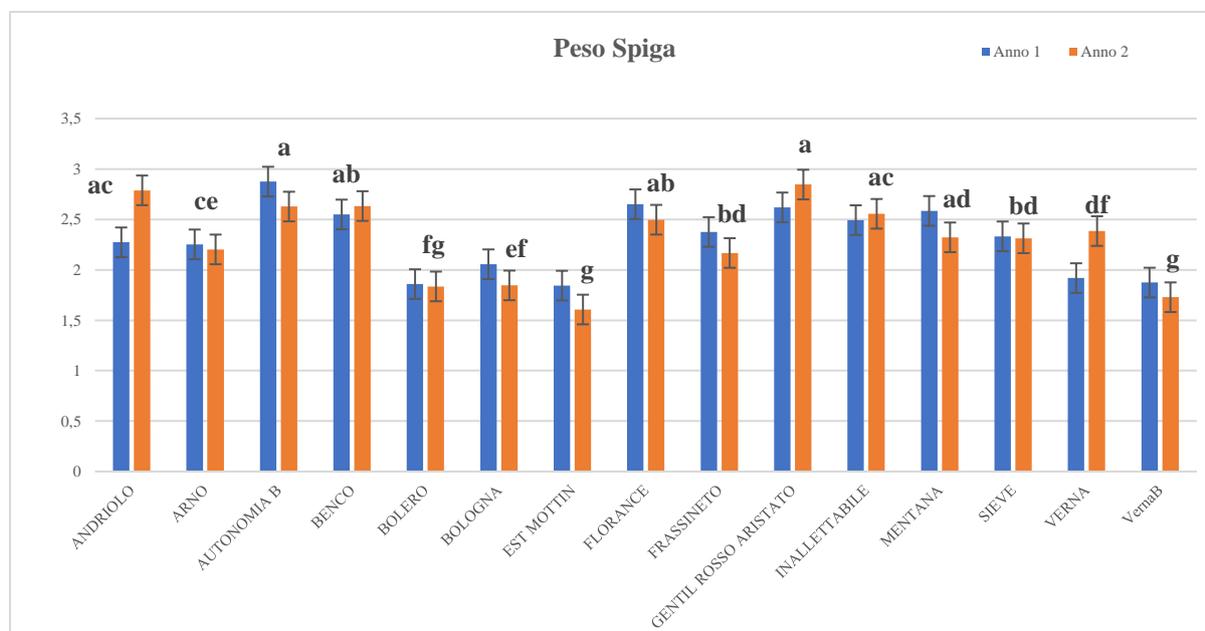
## Peso della spiga principale.

Le fonti di variazione statisticamente significative per questa variabile sono risultate: Azienda ( $p < 0,05$ ), Varietà ( $p < 0,01$ ) e Interazione Azienda x Varietà ( $p < 0,05$ ).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,011	1	0,0109	0,0291	0,8688	n.s.
Azienda	6,719	3	2,2397	5,9733	0,0194	*
Interazione Anno x Azienda	3,953	3	1,3178	3,5146	0,0689	n.s.
Errore a	3,000	8	0,3750			
Varietà	25,811	14	1,8436	6,8469	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	3,456	14	0,2468	1,4230	0,1484	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	11,309	42	0,2693	1,5524	0,0287	*
Errore b	26,713	154	0,1735			
Totale	80,972	239				

**Tabella 11.** ANOVA della variabile peso della spiga principale. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo

Dall'istogramma di figura 9 è possibile osservare come la varietà Autonomia B presenti la spiga più pesante insieme a Gentil Rosso aristato. Questo carattere non è comunque associato alla capacità produttiva della pianta. Infatti può essere influenzato dal peso delle glume, delle glumelle e del rachide.



**Figura 9.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile peso spiga principale. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

## Numero cariossidi spiga principale.

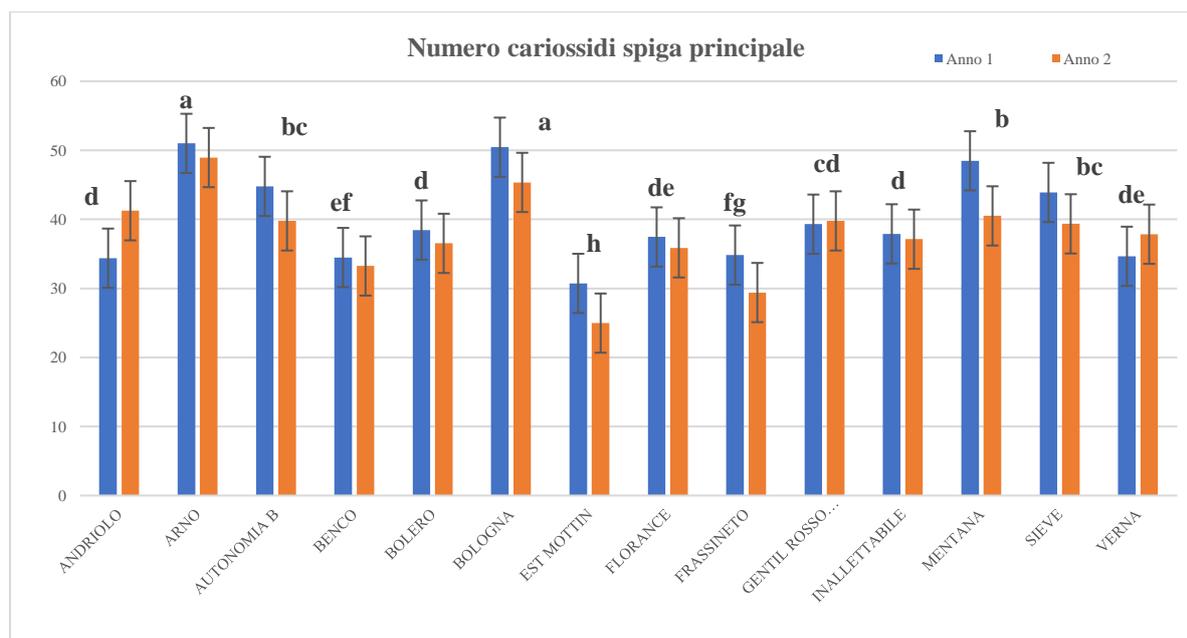
Questa variabile insieme al numero di spighette determina il grado di fertilità della spiga. Questo oscilla tra 1,8 e 2,7 cariossidi per spighetta (Tab. 5), nonostante il ritardo della semina e l'andamento stagionale verificatosi nei due anni di prova, questi valori si possono ritenere soddisfacenti.

Le fonti di variazioni significative per questa variabile sono: Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,05$ ), Varietà ( $p < 0,01$ ) e Interazione Azienda x Varietà ( $p < 0,05$ ) (Tab. 2).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	313,045	1	313,0450	0,6558	0,4773	n.s.
Azienda	1520,274	3	506,7580	1,0616	0,4810	n.s.
Interazione Anno x Azienda	1432,028	3	477,3428	5,3719	0,0255	*
Errore a	710,877	8	88,8596			
Varietà	8699,049	14	621,3606	9,8197	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	807,021	14	57,6443	1,3509	0,1841	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	2657,628	42	63,2769	1,4829	0,0445	*
Errore b	6571,496	154	42,6721			
Totale	22711,418	239				

**Tabella 12.** ANOVA della variabile numero cariossidi della spiga principale. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo

A varietà con il numero maggiore di cariossidi e l'Arno (Fig. 10), che mostrava anche il maggior numero di spighette (Fig. 7). Le varietà Verna e Est Mottin 72 (geneticamente molto vicine) presentano un numero di cariossidi basso, mentre le varietà Bolero e Bologna che pur avendo un numero di spighette basso, fanno registrare un rapporto numero cariossidi / numero di spighette (fertilità della spiga) elevato (Tab.5).



**Figura 10.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile numero cariossidi spiga principale. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

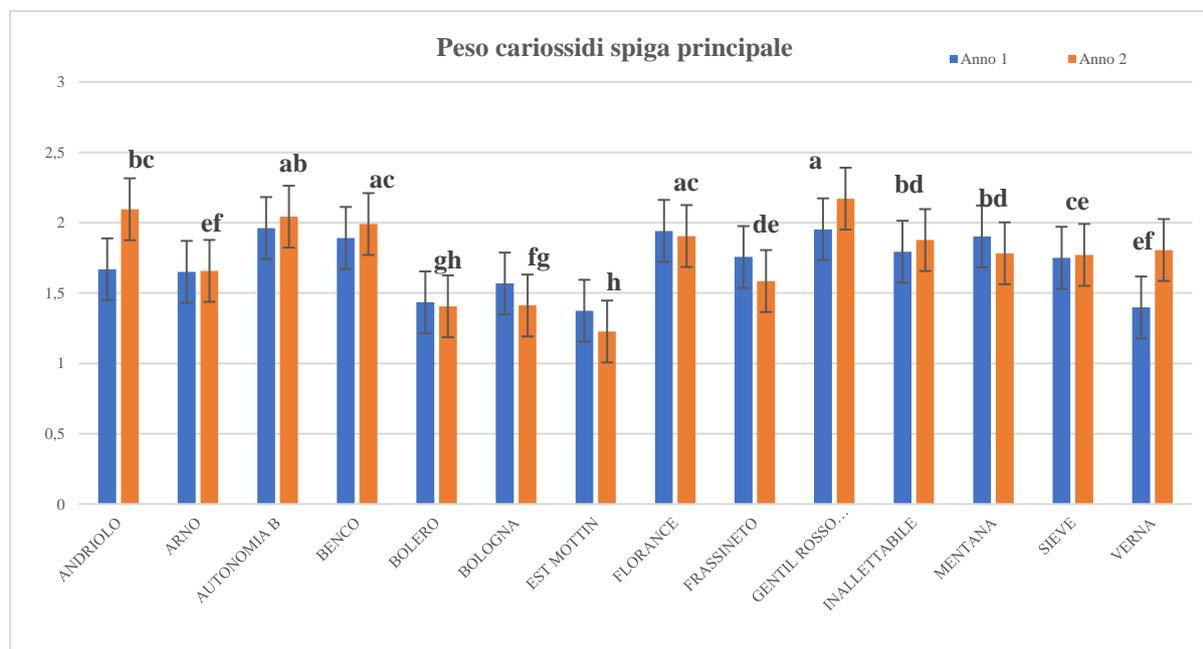
## Peso cariossidi spiga principale

Per questa variabili sono risultate significative le fonti di variazione Interazione Anno x Azienda e (p<0,05) e Varietà (p<0,01) (Tab. 13).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,108	1	0,1080	0,0886	0,7854	n.s.
Azienda	3,399	3	1,1331	0,9297	0,5232	n.s.
Interazione Anno x Azienda	3,656	3	1,2188	5,5690	0,0233	*
Errore a	1,751	8	0,2189			
Varietà	13,203	14	0,9431	9,9540	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	1,945	14	0,1390	1,4667	0,1297	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	5,075	42	0,1208	1,2753	0,1459	n.s.
Errore b	14,590	154	0,0947			
Totale	43,727	239				

**Tabella 13.** ANOVA della variabile peso cariossidi della spiga principale. \* = significativo alla probabilità di p<0,05; \*\* = significativo alla probabilità p<0,01; n.s. non significativo

La varietà che mostra il più alto valore del peso della produzione di cariossidi della spiga principale è Gentil Rosso (Fig. 11).



**Figura 11.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile peso cariossidi spiga principale g. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente (p<0,05).

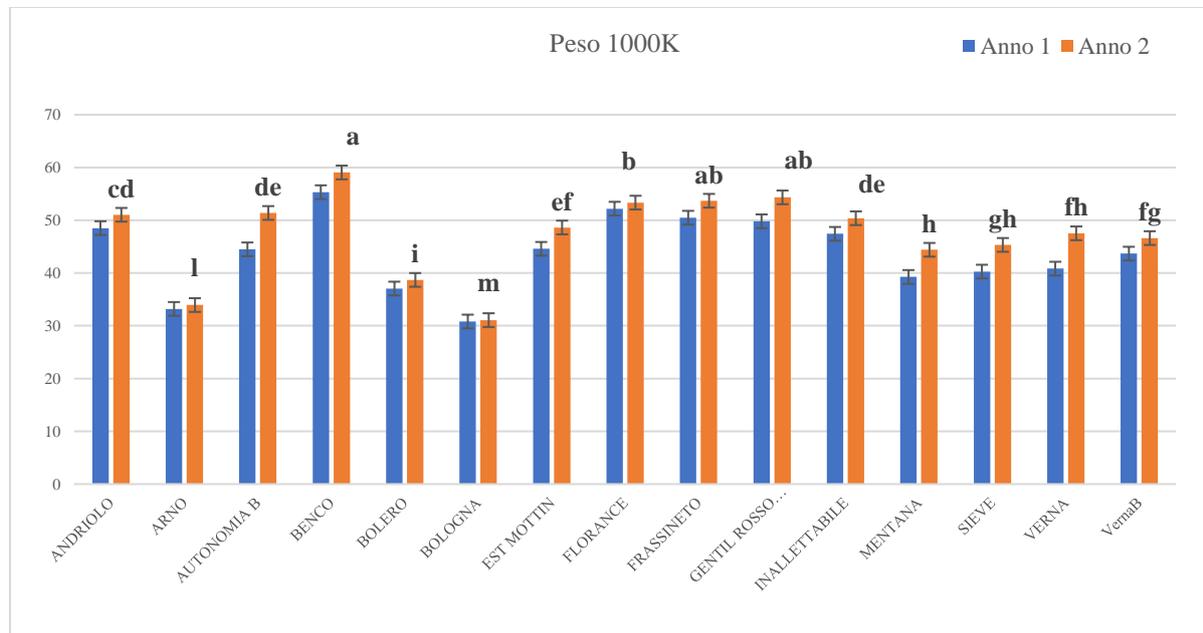
## Peso di 1000 cariossidi

Anche questa è una variabile derivata dal peso e dal numero delle cariossidi per pianta. Anche qui risulta significativa l'Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,01$ ) e la Varietà ( $p < 0,01$ ). (Tab.14)

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	707,742	1	707,7421	1,4536	0,3144	n.s.
Azienda	57,199	3	19,0663	0,0392	0,9877	n.s.
Interazione Anno x Azienda	1460,682	3	486,8941	15,6245	0,0010	**
Errore a	249,298	8	31,1623			
Varietà	11966,141	14	854,7244	62,7247	0,0000	**
Interazione Anno x Varietà	227,740	14	16,2671	1,1938	0,2853	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	618,274	42	14,7208	1,0803	0,3587	n.s.
Errore b	2098,497	154	13,6266			
Totale	17385,574	239				

**Tabella 14.** ANOVA della variabile peso 1000 cariossidi. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

La varietà con il peso minore delle 1000 cariossidi è Bologna con un valore intorno ai 33 g; mentre il peso maggiore delle 1000 cariossidi si osserva per la varietà Benco con 57 g (Fig. 11).



**Figura 11.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile peso di 1000 cariossidi. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Produzione quintali per ettaro q/ha.

Questa variabile molto importante non è stata stimata nelle migliori condizioni; infatti, dalla tabella delle medie si osservano valori che vanno da circa 17 ad un massimo di 22 q/ha. Il ritardo delle semine e l'andamento stagionale hanno influenzato negativamente le produzioni registrate. Una delle quattro aziende è stata esclusa dall'analisi, data la raccolta incompleta delle parcelle, fortemente allettate.

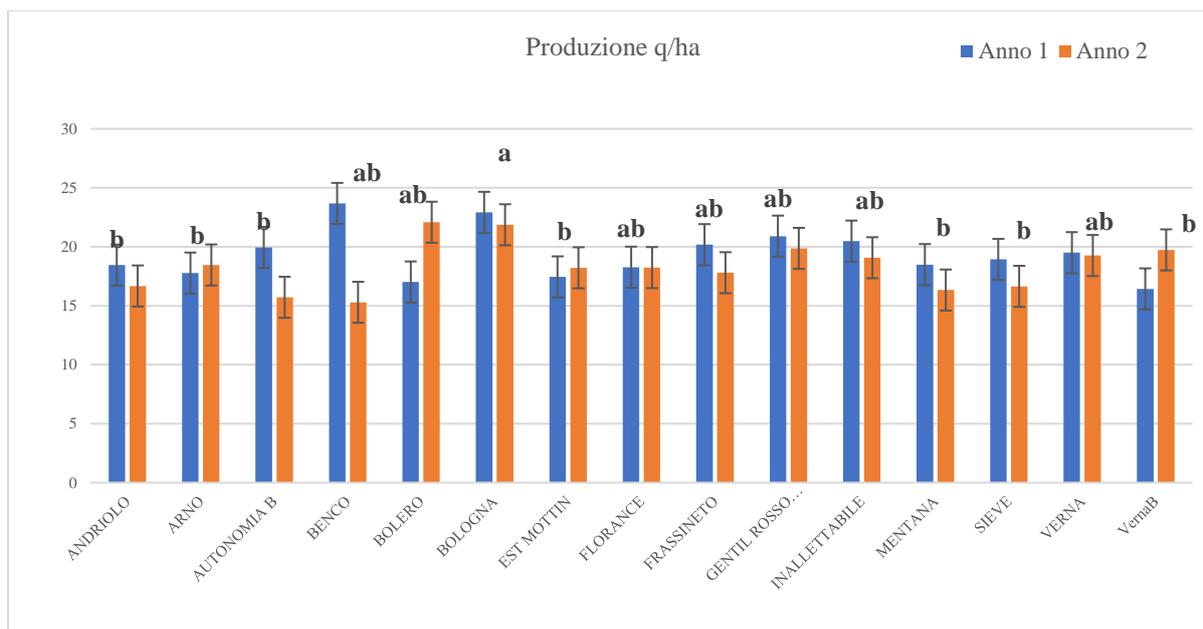
L'interazione tra le diverse fonti di variazione e i blocchi, ha determinato una riduzione della potenza del test, tanto che risulta significativa solo l'Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,05$ ).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	91,061	1	91,0609	0,1335	0,7499	n.s.
Azienda	3191,451	2	1595,7257	2,3386	0,2995	n.s.
Interazione Anno x Azienda	1364,688	2	682,3439	11,1142	0,0096	**
Errore a	368,364	6	61,3939			
Varietà	345,582	14	24,6845	1,3595	0,1870	n.s.
Interazione Anno x Varietà	445,026	14	31,7876	1,7507	0,0568	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	791,808	28	28,2789	1,5574	0,0573	n.s.
Errore b	1852,066	102	18,1575			
Totale	8450,046	169				

**Tabella 15.** ANOVA della variabile produzione q/ha. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo

Comunque, utilizzando il test dei confronti multipli di Duncan, applicando un errore ottenuto come residuo dalla media dei blocchi e possibile verificare come alcune oscillazioni di una certa entità, possono avere un significato statistico, questo solo per avere delle indicazioni.

In figura 12 si osserva l'andamento delle medie produttive, che mostrano differenti comportamenti delle varietà nei due anni di prova (Interazione Anno x Varietà). La varietà Bologna risulta la più produttiva e anche la più stabile; come anche Gentil Rosso aristato, Florance e Verna. Per quanto riguarda il Verna, comunque, osservando le parcelle di bordo (Verna B), si osserva una notevole oscillazione tra i due anni. Questo a dimostrare come la non significatività dell'analisi della varianza, sottolinea che le differenze osservate tra le medie non sono ripetibili.



**Figura 12.** Istogramma delle medie delle varietà per i due anni di prova per la variabile produzione q/ha. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Peso specifico.

Questa variabile sta ad indicare la resa in farina delle cariossidi macinate. Valori intorno a 78 >80 indicano una buona resa in farina.

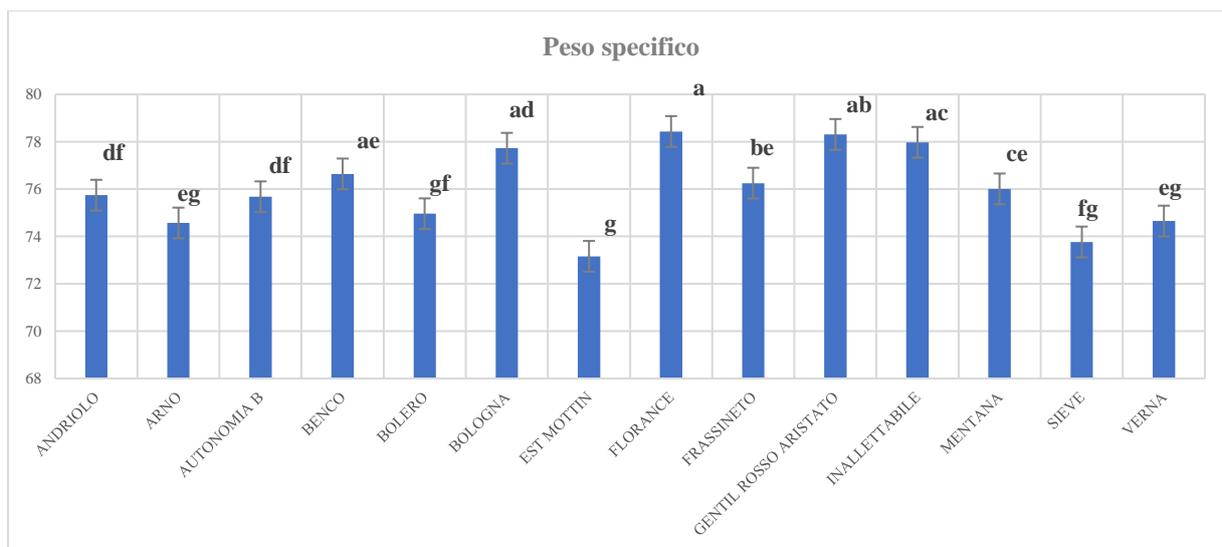
L'analisi statistica è stata eseguita considerando unendo i campioni del primo e secondo anno. Anche con questa variabile è stata esclusa l'Azienda dove non è stata eseguita la raccolta dell'intera parcella.

In tabella 16 si osserva che le fonti di variazione risultate significative sono: Azienda ( $p < 0,01$ ) e Varietà ( $p < 0,01$ ) (Tab. 16).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Azienda	714,258	2	357,1291	247,7831	0,0005	**
Errore a	4,324	3	1,4413			
Varietà	203,710	13	15,6700	6,6277	0,0000	**
Interazione Azienda x Varietà	72,728	25	2,9091	1,2304	0,2814	n.s.
Errore b	82,751	35	2,3643			
Totale	1077,772	78				

**Tabella 16.** ANOVA della variabile peso ettolitrica. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo

Nessuna della varietà analizzate raggiunge il valore 80, comunque Florance fa registrare un valore superiore a 78; mentre il valore più basso si osserva per Est Mottin 72.

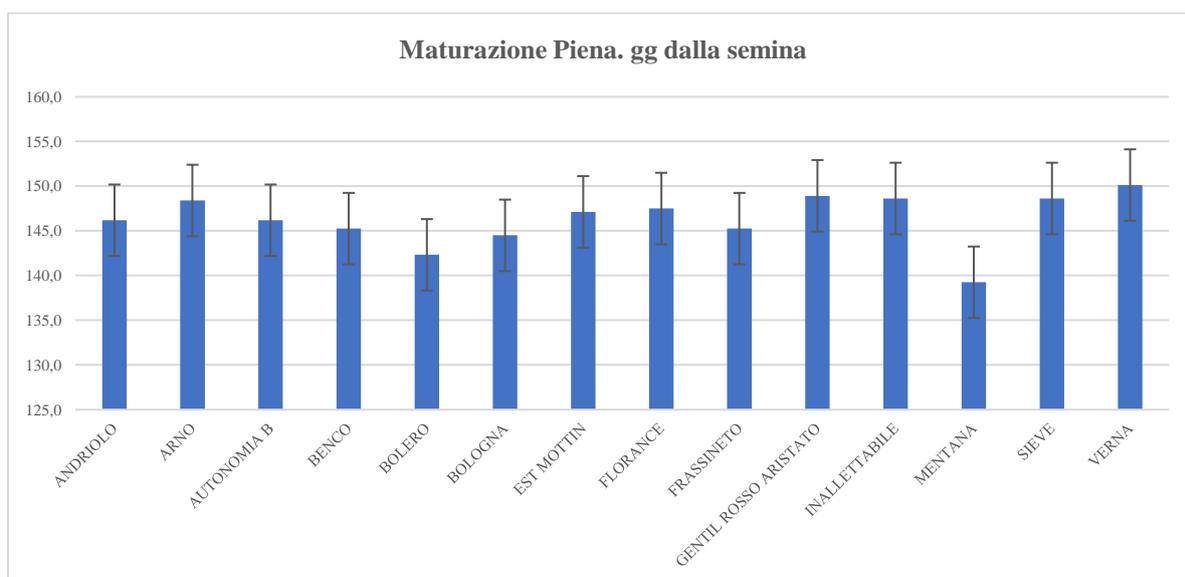


**Figura 13.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile peso specifico. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Giorni per raggiungere la maturazione piena.

Questa variabile è il risultato dei rilevamenti fatti per le diverse fasi fenologiche della scala BBCH. I dati non sono stati elaborati statisticamente dato che presentavano un'elevata variazione tra i due anni e tra le aziende considerate, anche perché le semine non sono state eseguite contemporaneamente in tutte le quattro aziende.

Dall'istogramma di figura 14 emerge chiaramente come le varietà moderne Bolero e Bologna siano le più precoci. Tra le varietà antiche Mentana risulta la più precoce, richiedendo meno di 140 gg dalla semina (4 mesi +20 gg circa) per raggiungere la maturità di raccolta (umidità della cariosside <13%).



**Figura 14.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile giorni dalla semina per raggiungere la maturazione piena. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

## Percentuale di allettamento.

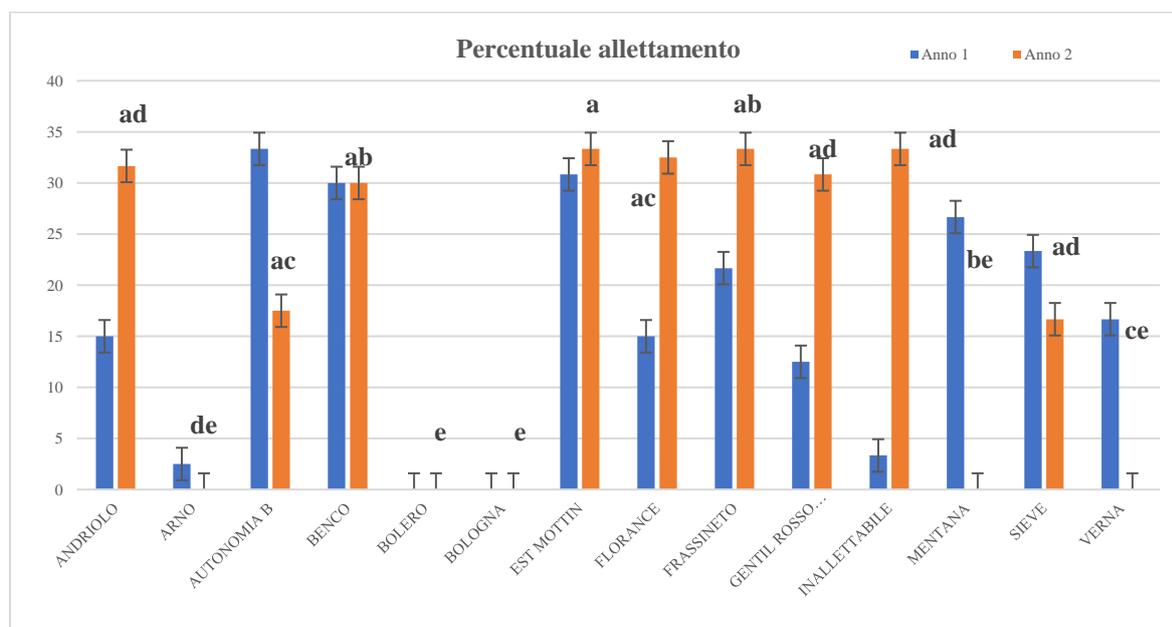
Per rendere i dati normalmente distribuiti è stata applicata alle frequenze relative la trasformazione di Bliss ( $\arcseno\sqrt[2]{fi}$ ).

Dall'analisi della varianza emerge che la fonte di variazione significativa è quella dell'Interazione Anno x Azienda ( $p < 0,01$ ) e Interazione Azienda x Varietà ( $p < 0,01$ ).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,012	1	0,0120	0,0013	0,9749	n.s.
Azienda	6,373	2	3,1865	0,3342	0,7495	n.s.
Interazione Anno x Azienda	19,071	2	9,5353	101,9492	0,0000	**
Errore a	0,561	6	0,0935			
Varietà	4,440	14	0,3172	1,7206	0,1078	n.s.
Interazione Anno x Varietà	1,961	14	0,1401	1,4631	0,1368	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	5,161	28	0,1843	1,9257	0,0087	**
Errore b	10,721	112	0,0957			
Totale	48,300	179				

**Tabella 17.** ANOVA della variabile % allettamento (trasformazione di Bliss). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo

Nessuna delle varietà ad eccezione delle due moderne ha mostrato un comportamento uniforme da un anno all'altro, rendendo quindi l'interazione altamente significativa. La varietà Est Mottin 72 fa registrare la più alta percentuale di piante allettate. Mentre la varietà Verna ha fatto registrare, tra le varietà antiche il valore più basso.



**Figura 14.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile percentuale allettamento. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Caratteristiche reologiche (qualità panificatoria).

Le prove all'alveografo di Chopin, per valutare la qualità panificatoria delle farine ottenute dalle varietà considerate, sono state eseguite mescolando i campioni di farina per ogni varietà confondendo le aziende e i blocchi entro azienda. Questo ha permesso di ridurre il numero di campioni, dato che per ogni campione vengono eseguite 5 repliche strumentali.

Le fonti di variazione considerate quindi, per questo tipo di variabili sono 2: Anno e Varietà.

In tabella 17 sono riportate le medie delle caratteristiche reologiche riferite alle medie delle varietà.

Varietà	P	L	G	W	P/L	Ie
Andriolo	27,80	62	17,50	39,00	0,46	18,96
Arno	40,40	60	17,20	71,20	0,69	33,16
Autonomia B	41,00	107	23,12	95,40	0,38	34,72
Benco	30,00	79	19,68	55,33	0,40	29,45
Bolero	71,83	111	23,65	242,17	0,65	55,95
Bologna	54,80	96	21,76	159,40	0,58	50,42
Est Mottin	59,80	66	18,10	105,00	0,91	42,38
Florance	26,00	66	18,08	39,00	0,40	20,58
Frassineto	28,67	50	15,68	40,00	0,59	22,08
Gentil Rosso aristato	31,33	55	16,47	43,67	0,57	20,03
Inallettabile	35,50	63	17,62	60,83	0,57	29,05
Mentana	40,50	96	21,83	96,50	0,42	38,38
Sieve	48,40	118	24,24	128,00	0,41	38,82
Verna	32,00	87	20,70	56,00	0,37	24,47
Media generale	40,57	79,73	19,69	87,96	0,53	32,75

Tabella 18. Medie per varietà delle variabili caratteristiche reologiche.

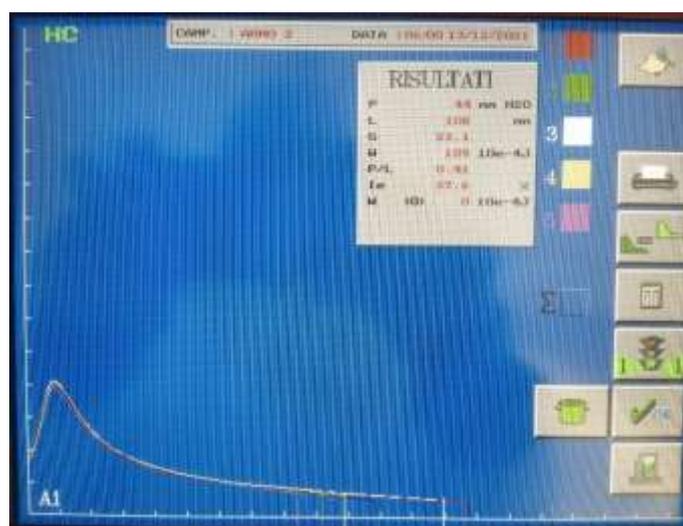


Figura 15. Esempio di tracciato ottenuto, per varietà Arno sul campione raccolto il secondo anno (2020), con l'alveografo di Chopin.

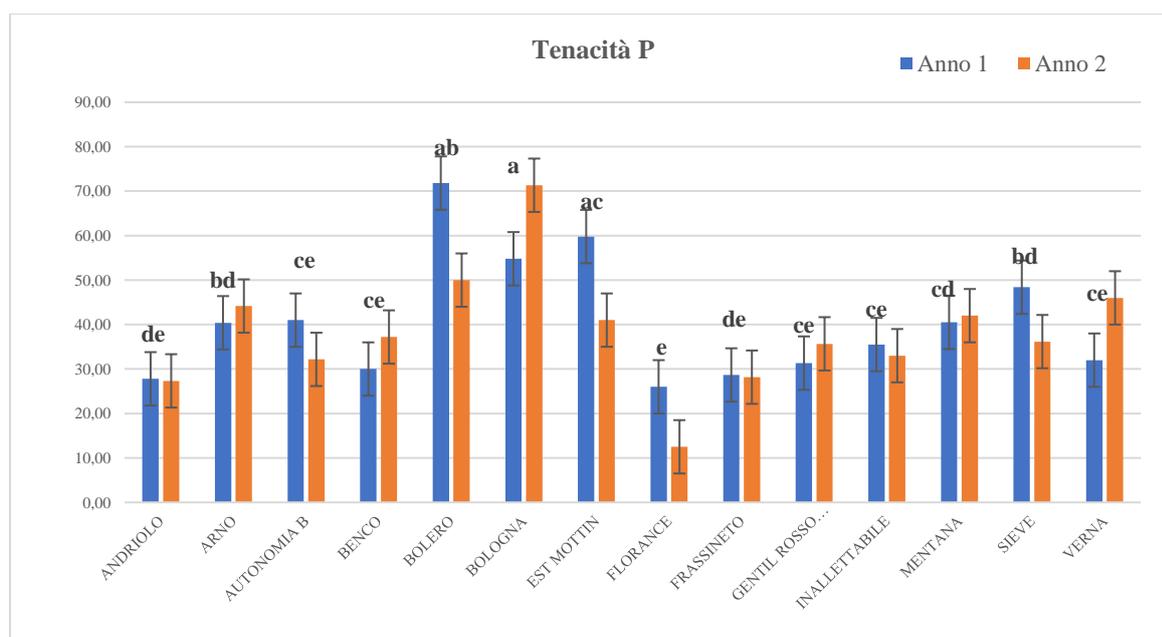
## Tenacità P.

La tenacità dell'impasto è importante per garantire una certa resistenza meccanica durante la lievitazione cosa che insieme all'estensibilità contribuisce a determinare il volume del pane lievitato. Dall'analisi della varianza risulta altamente significativa ( $p < 0,01$ ) la fonte di variazione dovuta alla Varietà (Tab. 19).

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	35,063	1	35,06349	0,526034	0,4811317	n.s.
Varietà	3867,672	13	297,5132	4,463391	0,0055782	**
Errore	866,532	13	66,65631			
Totale	4769,267	27				

**Tabella 19.** ANOVA della variabile tenacità (P). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Le varietà con il più alto valore di P sono Bolero e Bologna, tra le antiche Est Mottin 72 mostra un valore apprezzabile, anche se fortemente influenzato dall'ambiente (Fig. 16).



**Figura 16.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile tenacità dell'impasto (P). Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

## Estensibilità L.

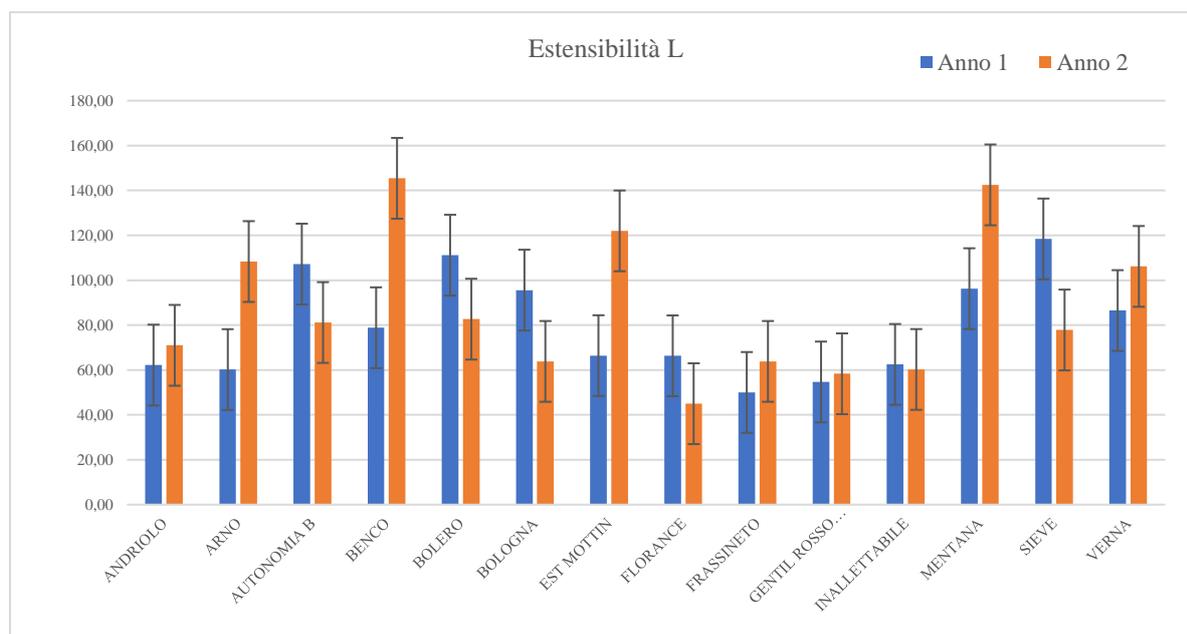
La variabile che misura di quanto l'impasto si può estendere è importante, come già accennato, per determinare alcune caratteristiche dell'impasto (volume).

Dalla tabella 20, è possibile osservare che nessuna delle fonti di variazione è risultata significativa. Dato il modello adottato, l'elevata Interazione Anno x Varietà, visualizzata

analizzando l'istogramma di figura 17, riduce la potenza del test, dato che viene utilizzata come unica fonte di errore.

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	448,533	1	448,5335	0,713035	0,4137081	n.s.
Varietà	11785,052	13	906,5425	1,441134	0,2596244	n.s.
Errore	8177,626	13	629,0481			
Totale	20411,212	27				

**Tabella 20.** ANOVA della variabile estensibilità (L). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.



**Figura 17.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile estensibilità dell'impasto (L). Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

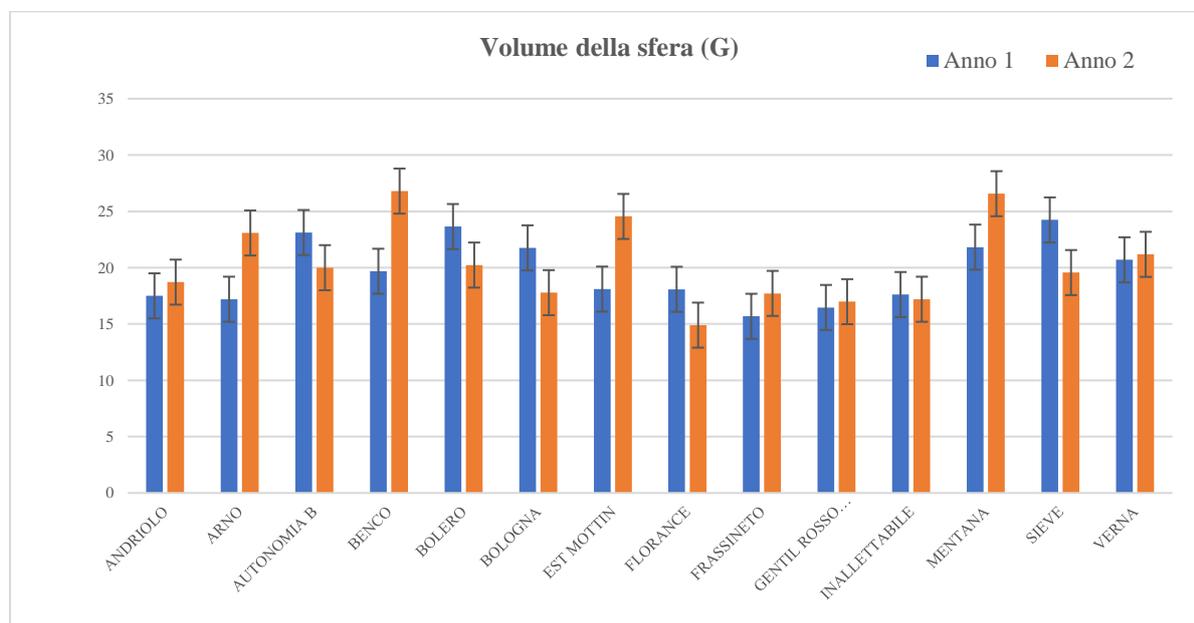
## Volume aria G.

L'alveigrafo di Chopin utilizza aria a pressione per gonfiare il disco di pasta. Il volume dell'aria immessa prima della rottura della pallina viene misurato con l'indice G.

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	3,329	1	3,329251	0,396753	0,5396846	n.s.
Varietà	169,717	13	13,05518	1,555809	0,2181157	n.s.
Errore	109,086	13	8,391246			
Totale	282,133	27				

**Tabella 21.** ANOVA della variabile volume dell'aria (G). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Anche per questa variabile non risulta significativa nessuna delle due fonti di variazione considerate nel modello; sempre per un problema di potenza del test. L'andamento dell'istogramma di figura 18, mette in evidenza, anche in questo caso, l'elevata componente dell'Interazione Anno x Varietà.



**Figura 18.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile volume della sfera (G). Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Forza dell'impasto W.

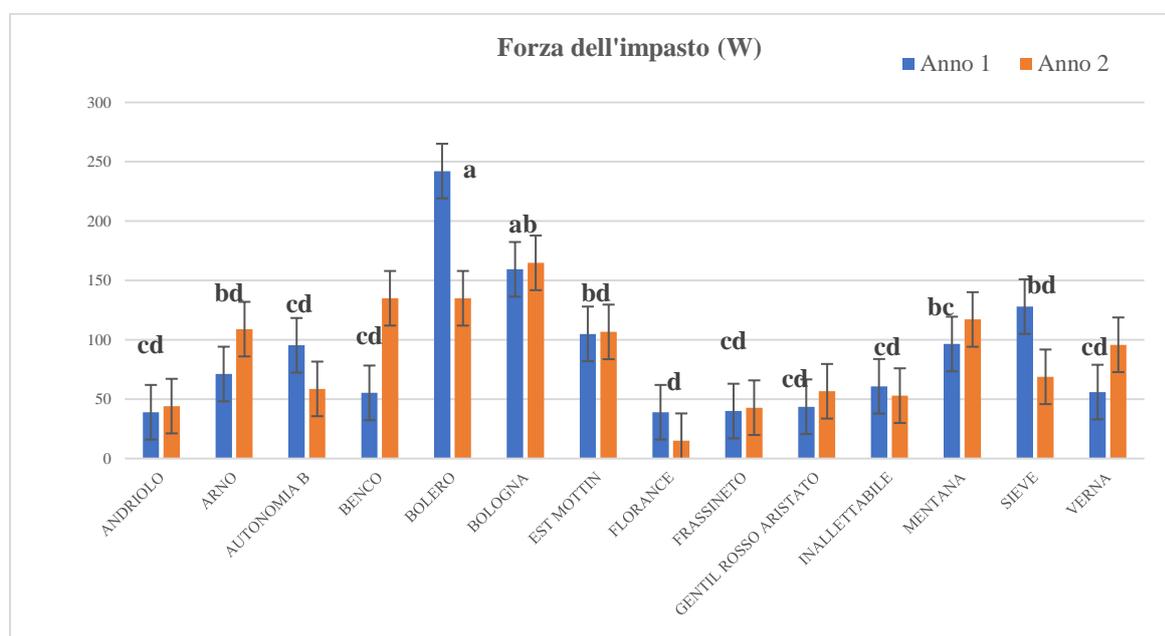
La variabile W è considerata molto importante per le caratteristiche panificatorie. Anche se ha un ruolo fondamentale, deve sempre essere accompagnata dagli altri parametri valutati con l'alveografo. La fonte di variazione risultata altamente significativa ( $p < 0,01$ ), per questa variabile, è la Varietà.

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	29,691	1	29,69147	0,028657	0,8681782	n.s.
Varietà	54281,435	13	4175,495	4,030079	0,0087387	**
Errore	13469,075	13	1036,083			
Totale	67780,201	27				

**Tabella 22.** ANOVA della variabile forza della farina (W). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Le varietà con il più alto valore di W sono, come atteso le due moderne. È comunque sorprendente il fatto che il Bolero, classificato come frumento panificabile superiore, ha fatto registrare il valore più alto del Bologna (classificato come frumento di forza). Anche se questo valore non si è verificato nel secondo anno di prova (Fig. 19). I valori mediamente bassi,

associati alle produzioni scarse, sottolineano le condizioni avverse che si sono verificate nei due anni di prova. Tra le varietà antiche Arno, Est Mottin 72, Mentana e Sieve, hanno mostrato i valori maggiori, intorno a 90-100 di W; anche se non ripetuti nei due anni.



**Figura 19.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile forza dell'impasto (W). Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

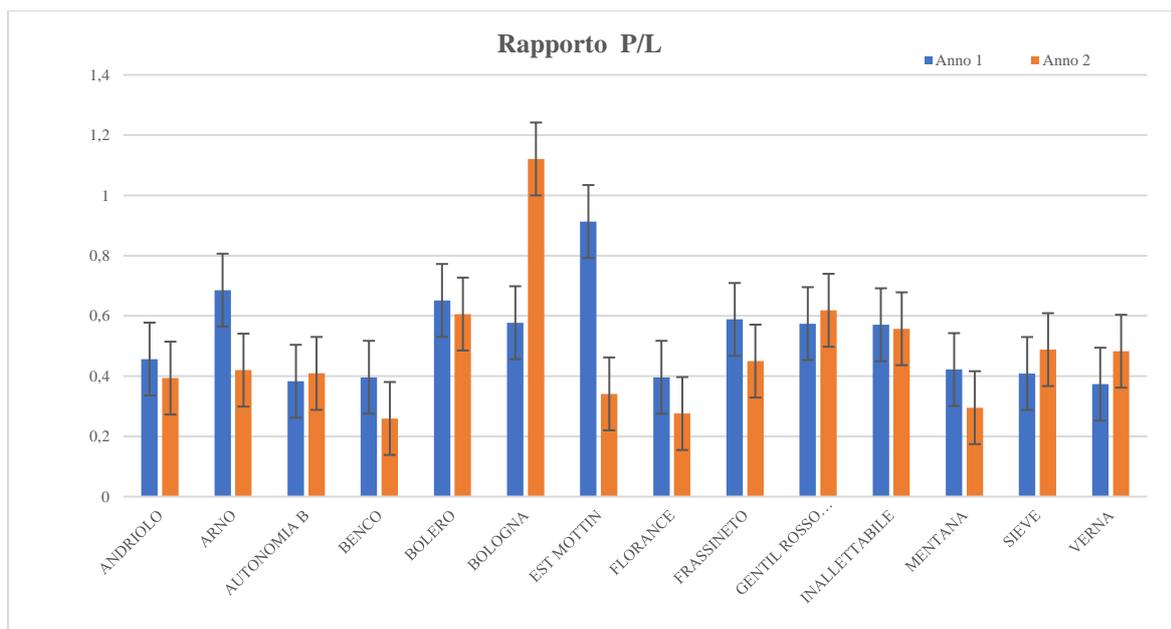
### Rapporto P/L.

Questo rapporto, insieme al valore del W, è importante per caratterizzare le proprietà panificatorie degli impasti. Dalla tabella 23 emerge che le due fonti di variazione considerate nel modello non siano risultate significative.

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	0,016	1	0,016446	0,565756	0,4653521	n.s.
Varietà	0,543	13	0,041805	1,438149	0,2608047	n.s.
Errore	0,378	13	0,029069			
Totale	0,938	27				

**Tabella 23.** ANOVA della variabile rapporto P/L. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Analizzando l'istogramma di figura 20, si osserva anche in questo caso, un rilevante diverso comportamento delle varietà nei due anni. Infatti, alcune varietà mostrano i valori del rapporto P/L più alti il primo anno (es.: Ert Mottin 72), altre invece, mostrano il valore più alto il secondo anno (es.: Bologna). Questo come già accennato rende la potenza del test molto bassa, determinando un'alta probabilità di errore di seconda specie ( $\beta$ ).



**Figura 20.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile rapporto P/L. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

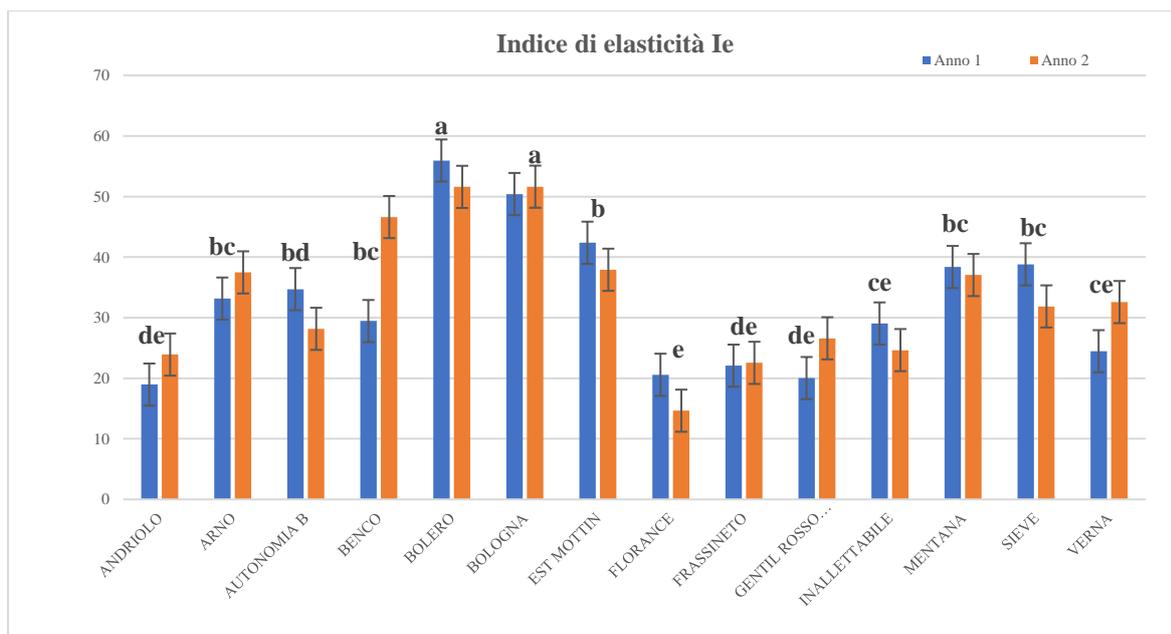
### Indice di elasticità Ie.

Questa variabile legata anche al W, è importante per dare alcune indicazioni sulla stabilità dell'impasto. In tabella 24 si può osservare che la fonte di variazione Varietà è risultata altamente significativa ( $p < 0,01$ ).

Fonti variazione	SS	g.l.	MS	F	Prob.	Sign.
Anno	2,788	1	2,787758	0,115115	0,7398121	n.s.
Varietà	3009,074	13	231,4673	9,558027	0,0001236	**
Errore	314,822	13	24,21705			
Totale	3326,684	27				

**Tabella 24.** ANOVA della variabile indice di elasticità (Ie). \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

L'andamento delle medie delle varietà nei due anni di prova (Fig. 21) mette in evidenza come le due varietà moderne mostrano i valori più elevati e anche stabili nei due anni di prova. La varietà antica con il migliore valore di Ie è Est Mottin 73. In generale comunque, sembra che questo parametro risenta meno dell'andamento stagionale, sia quindi fortemente influenzato da caratteristiche genetiche, specialmente se confrontato con gli altri parametri dell'alveografo di Chopin.



**Figura 21.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile indice di elasticità (Ie). Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### **Caratteristiche nutrizionali.**

La determinazione dell' azoto totale e del carbonio totale sono state eseguite mediante un analizzatore elementare CHN (gascromatografo). I valori sono stati riferiti in percentuale di sostanza secca (s.s.). Il contenuto di proteine è stato ottenuto moltiplicando il contenuto di azoto totale per l'indice di conversione, per i cereali è = 5,75.

I composti fenolici sono stati estratti da ciascun campione di farina di frumento seguendo il protocollo riportato da Adom e Liu che prevede una prima estrazione della frazione libera in etanolo all'80%, seguita da un'estrazione della frazione legata impiegando dapprima un solvente acido e in seguito un solvente alcalino. I polifenoli, liberi e legati, sono stati analizzati con il metodo Folin-Denis mediante spettrofotometro (Lambda 25 spectrophotometer, Perkin Elmer Corporation, Waltham, MA, USA) utilizzando l'acido gallico come standard di riferimento. La misurazione dell'assorbanza degli estratti è stata eseguita alla lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) di 765 nm. Il contenuto dei flavonoidi, liberi e legati è stato determinato in modo analogo ai polifenoli utilizzando il metodo colorimetrico prendendo però la catechina come standard di riferimento per la curva di taratura. La misurazione dell'assorbanza degli estratti è stata eseguita alla lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) di 510 nm.

L'attività antiossidante degli estratti sia liberi che legati è stata determinata utilizzando il 2,2-difenil-1-picrylidrazil (DPPH<sup>•</sup>) come radicale stabile, che viene poi ridotto dalle sostanze antiossidanti eventualmente presenti a 2,2-difenil-1-picrylidrazina (DPPHH), seguendo il metodo colorimetrico di Brand-Williams e misura dell'intensità di colorazione attraverso lettura spettrofotometrica alla lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) di 517 nm.

La concentrazione efficiente (EC50) rappresenta la quantità di antiossidante (AO) presente nel campione necessaria per ridurre della metà la concentrazione iniziale di 2,2-difenil-1-picrylidrazil (EC50 = (mol/L) AO/(mol/L) DPPH<sup>•</sup>). L'EC50 è stato calcolato per ciascun campione da una curva di calibrazione mediante regressione lineare, utilizzando soluzioni con diverse concentrazioni di DPPH<sup>•</sup>. Maggiore è l'EC50, meno efficiente è l'attività antiossidante del campione. Per chiarezza, il valore di EC50 per ciascuno dei campioni è stato convertito in potere anti-radicalico, utilizzando la seguente equazione: potere anti-radicalico (ARP) = 1/EC50×100. Maggiore è il valore del potere anti-radicalico, più efficiente è l'attività di antiossidante dei radicali del campione.

Le caratteristiche nutrizionali sono state eseguite mescolando le farine campionate da ogni singolo blocco entro località per ogni varietà. Riducendo il numero di campioni a 28 (14 varietà per due anni di prova). Per quanto riguarda i Polifenoli, i flavonoidi e l'attività anti-radicalica, i campioni analizzati sono stati considerati mediando gli anni, considerando quindi il fattore Azienda con tre modalità, il fattore Varietà con 14 modalità e due blocchi entro Azienda.

In tabella 25 sono riportate le medie per varietà delle caratteristiche nutrizionali considerate.

Varietà	%Pro/s.s.	%C/s.s.	%GluS./s.s.	PolyFree	PolyBound
ANDRIOLO	12,99	45,98	10,16	0,802	2,106
ARNO	13,18	46,34	10,69	0,857	2,040
AUTONOMIA B	13,12	45,78	10,64	0,634	2,036
BENCO	13,35	46,08	11,15	0,658	1,989
BOLERO	12,90	45,83	10,98	0,799	1,946
BOLOGNA	12,29	45,85	10,07	0,654	2,166
EST MOTTIN	11,93	41,79	9,66	0,762	2,231
FLORANCE	13,34	46,18	10,39	0,748	2,002
FRASSINETO	12,89	45,92	9,86	0,565	2,048
GENTIL ROSSO ARISTATO	12,55	45,83	9,48	0,839	2,207
INALLETTABILE	12,65	46,06	10,03	0,869	2,111
MENTANA	12,48	46,47	10,86	0,746	2,149
SIEVE	13,18	45,85	10,80	0,713	2,162
VERNA	14,37	46,22	11,38	0,783	2,209
<b>Media generale</b>	<b>12,94</b>	<b>45,74</b>	<b>10,44</b>	<b>0,751</b>	<b>2,102</b>

**Tabella 25.** Medie per varietà delle variabili qualità nutrizionale.

Varietà	FlavoFree	FlavoBound	ARPFree	ARPBound	Peps.30'	Pancr.120'
ANDRIOLO	0,234	0,757	4,011	14,240	54,95	66,04
ARNO	0,242	0,879	3,616	15,357	49,35	68,42
AUTONOMIA B	0,234	0,667	3,109	12,186	47,85	63,55
BENCO	0,231	0,634	3,230	11,758	39,80	59,61
BOLERO	0,223	0,710	3,494	13,344	37,33	57,05
BOLOGNA	0,246	0,685	4,392	14,761	39,23	58,86
EST MOTTIN	0,237	0,705	4,133	14,360	37,41	62,87
FLORANCE	0,376	0,628	3,819	12,254	45,17	66,16
FRASSINETO	0,244	0,723	3,504	12,152	52,48	60,21
GENTIL ROSSO ARISTATO	0,227	0,701	4,007	14,123	50,78	66,91
INALLETTABILE	0,254	0,621	4,166	12,054	43,71	62,86
MENTANA	0,250	0,735	3,525	13,420	48,21	65,75
SIEVE	0,234	0,740	4,227	14,028	35,81	63,12
VERNA	0,238	0,668	4,615	13,607	45,62	65,46
<b>Media generale</b>	<b>0,248</b>	<b>0,706</b>	<b>3,873</b>	<b>13,458</b>	<b>44,84</b>	<b>63,35</b>

**Tabella 25.** Segue.

## Percentuale di proteina totale.

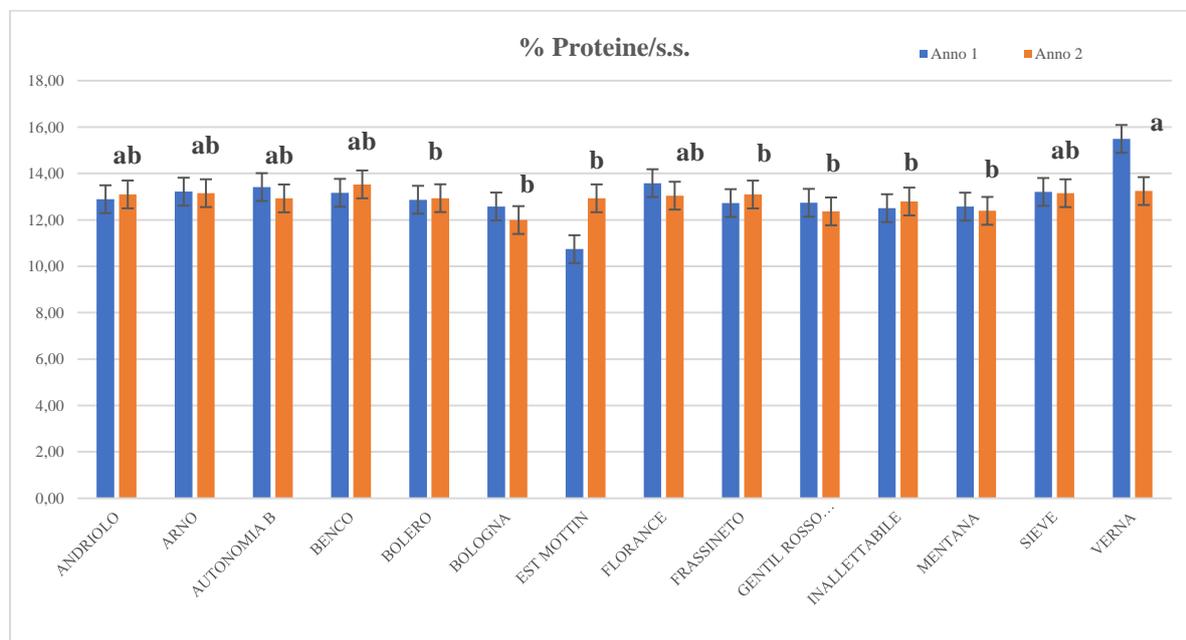
Le proteine totali dipendono dalla somma della frazione proteica solubile (albumine e globuline) e insolubile (gliadine e glutenine).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,204	1	0,2036	0,0635	0,8094	n.s.
Azienda	37,474	2	18,7369	5,8451	0,0390	*
Interazione Anno x Azienda	4,097	2	2,0484	0,6390	0,5603	n.s.
Errore a	19,234	6	3,2056			
Varietà	52,056	13	4,0043	1,8302	0,0491	*
Interazione Anno x Varietà	33,012	13	2,5394	1,1606	0,3204	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	34,806	26	1,3387	0,6119	0,9234	n.s.
Errore b	207,855	95	2,1879			
Totale	388,737	158				

**Tabella 26.** ANOVA della variabile percentuale di proteine totali /sostanza secca. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Solo le fonti di variazione Azienda e Varietà sono risultate significative ( $p < 0,05$ ).

Anche se non molto stabile nei due anni la varietà Verna ha mostrato il più alto contenuto proteico. Le due varietà moderne hanno fatto registrare i valori tra i più bassi (Fig. 22).



**Figura 22.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile percentuale proteine totali/s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

## Percentuale di carbonio.

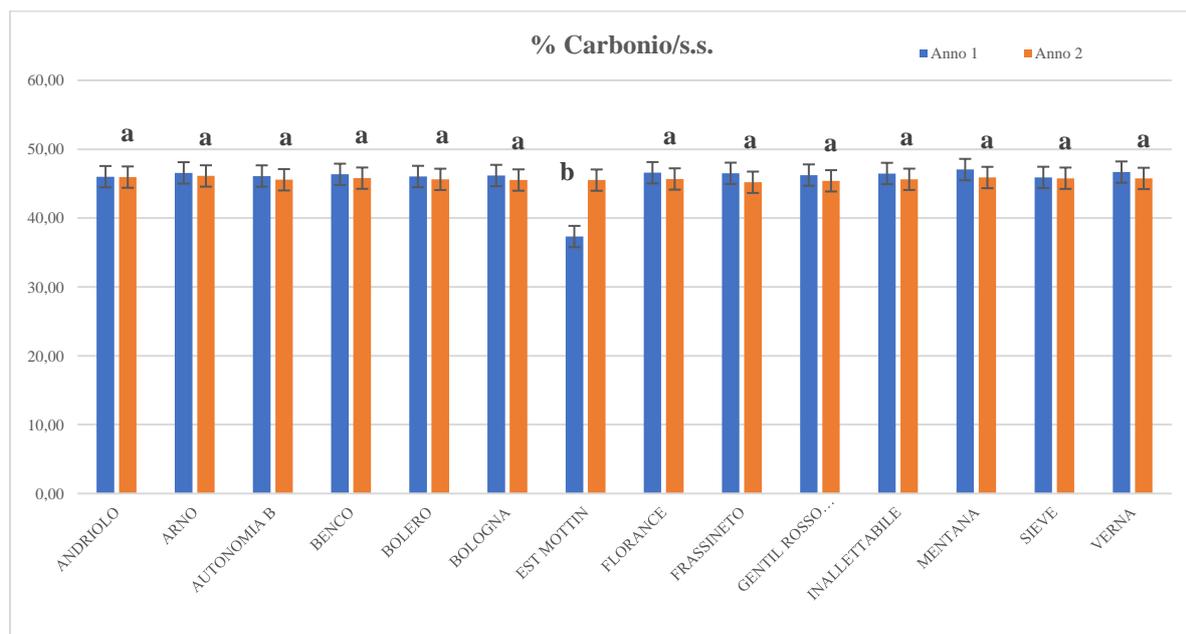
Questa variabile non è risultata significativa per tutte le fonti di variazione considerate nel modello (Tab. 27).

I valori oscillano tra 46 e 41 % (Tab. 25 e Fig. 23), evidenziando una variazione minima tra i valori.

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	0,779	1	0,7795	0,0559	0,8210	n.s.
Azienda	34,316	2	17,1578	1,2303	0,3567	n.s.
Interazione Anno x Azienda	23,469	2	11,7347	0,8414	0,4763	n.s.
Errore a	83,676	6	13,9460			
Varietà	192,107	13	14,7775	1,0287	0,4310	n.s.
Interazione Anno x Varietà	178,162	13	13,7048	0,9541	0,5018	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	281,085	26	10,8110	0,7526	0,7936	n.s.
Errore b	1364,641	95	14,3646			
Totale	2158,235	158				

**Tabella 27.** ANOVA della variabile percentuale di carbonio /sostanza secca. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Il test dei confronti multipli di Duncan mette in evidenza una significatività per la media fatta registrare dalla varietà Est Mottin 72 (Fig. 23).



**Figura 23.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile percentuale contenuto di carbonio /s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

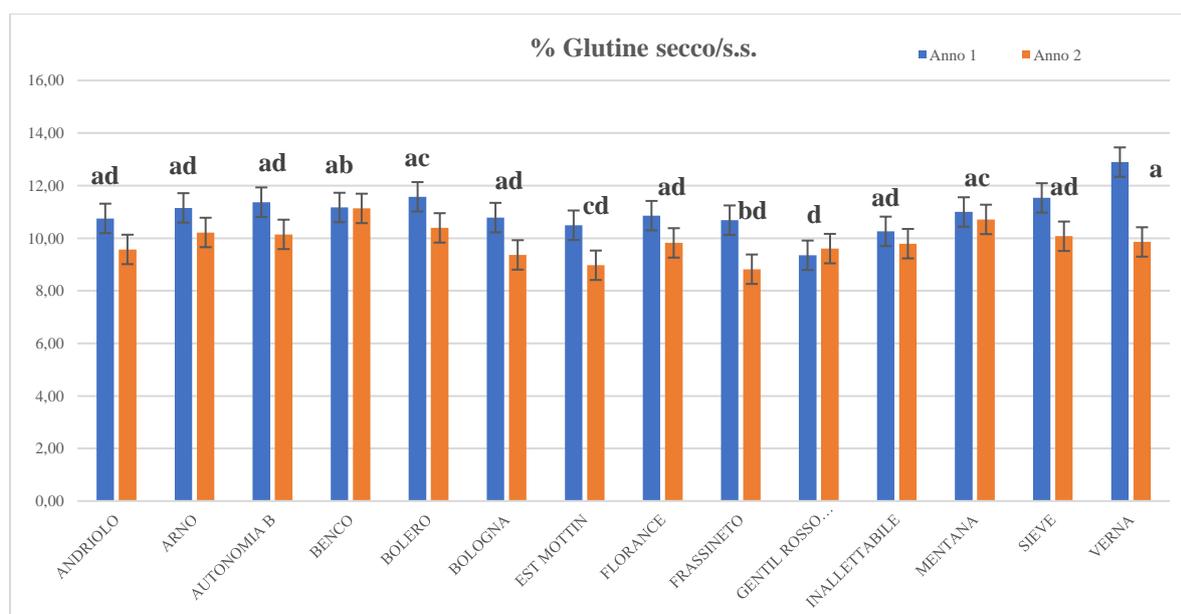
## Percentuale glutine secco

Questa variabile risulta fortemente influenzata dalla componente ambientale; infatti, le fonti di variazione determinate dall'ambiente (Anno e Azienda), producono delle variazioni considerevoli (Tab. 28).

Fonti di Variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Signif.
Anno	46,154	1	46,1536	18,8134	0,0049	**
Azienda	37,130	2	18,5651	7,5676	0,0229	*
Interazione Anno x Azienda	1,441	2	0,7203	0,2936	0,7557	n.s.
Errore a	14,719	6	2,4532			
Varietà	46,413	13	3,5702	1,9083	0,0385	*
Interazione Anno x Varietà	24,533	13	1,8871	1,0087	0,4495	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	54,394	26	2,0921	1,1182	0,3378	n.s.
Errore b	177,735	95	1,8709			
Totale	402,518	158				

**Tabella 28.** ANOVA della variabile percentuale di glutine secco /sostanza secca. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Risulta comunque significativa anche la fonte di variazione dovuta alla Varietà. La figura 24 mostra come l'andamento delle medie mostra valori superiori il primo anno rispetto al secondo. Il maggiore contenuto di glutine secco si osserva per la varietà Verna; mentre la varietà Gentil Rosso aristato mostra il valore minore.



**Figura 24.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile percentuale glutine secco /s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

## Polifenoli liberi

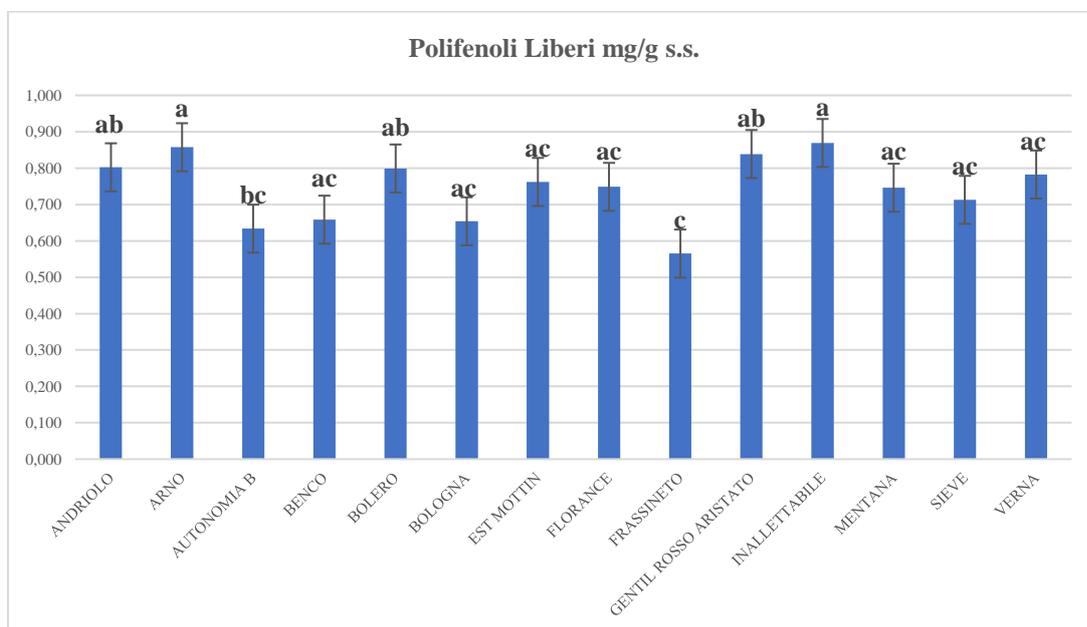
L'analisi dei metaboliti secondari

Per tutti i metaboliti secondari (Tab. 29; 30; 31; 32) e l'attività anti-radicalica ARP (Tab. 33; 34), il modello dell'analisi adottato non mostra variazioni per i fattori considerati significative statisticamente, nonostante sia stato mediato il fattore anno (riduzione degli errori in caso di forti oscillazioni).

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	0,626	2	0,313181	5,5022	0,099148	n.s.
errore a	0,171	3	0,0569192			
Varietà	0,518	13	0,0398617	1,67196	0,111941	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	0,953	25	0,0381275	1,59922	0,098762	n.s.
Errore b	0,834	35	0,0238413			
Totale	3,103	78				

**Tabella 29.** ANOVA della variabile percentuale di polifenoli liberi mg/g s.s.. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

L'andamento delle medie comunque dimostra una discreta variazione tra i valori delle varietà (evidenziata anche dal test dei confronti multipli di Duncan). La varietà Arno mostra il valore più alto; mentre, la varietà Frassineto mostra la media più bassa (Fig. 25).



**Figura 25.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile polifenoli liberi mg / g s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

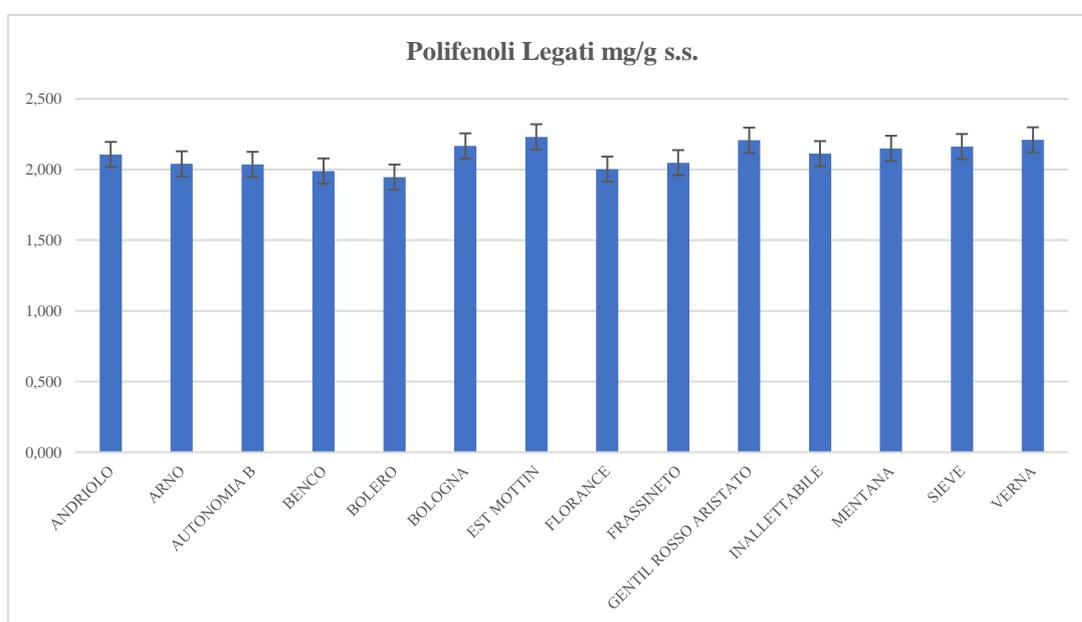
## Polifenoli legati

In questo caso non si osservano forti oscillazioni tra le medie delle varietà (Fig. 26). Solo la fonte di variazione dovuta alla Azienda, mostra la varianza significativa ( $p < 0,05$ ).

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	2,653	2	1,3265044	9,71713	0,048901	*
errore a	0,410	3	0,1365119			
Varietà	0,582	13	0,0447435	1,02912	0,447274	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	0,622	25	0,0248768	0,57218	0,925468	n.s.
Errore b	1,522	35	0,0434776			
Totale	5,788	78				

**Tabella 30.** ANOVA della variabile percentuale di polifenoli legati mg/g s.s.. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

I valori osservati sono in linea con quelli generalmente riportati per il frumento.



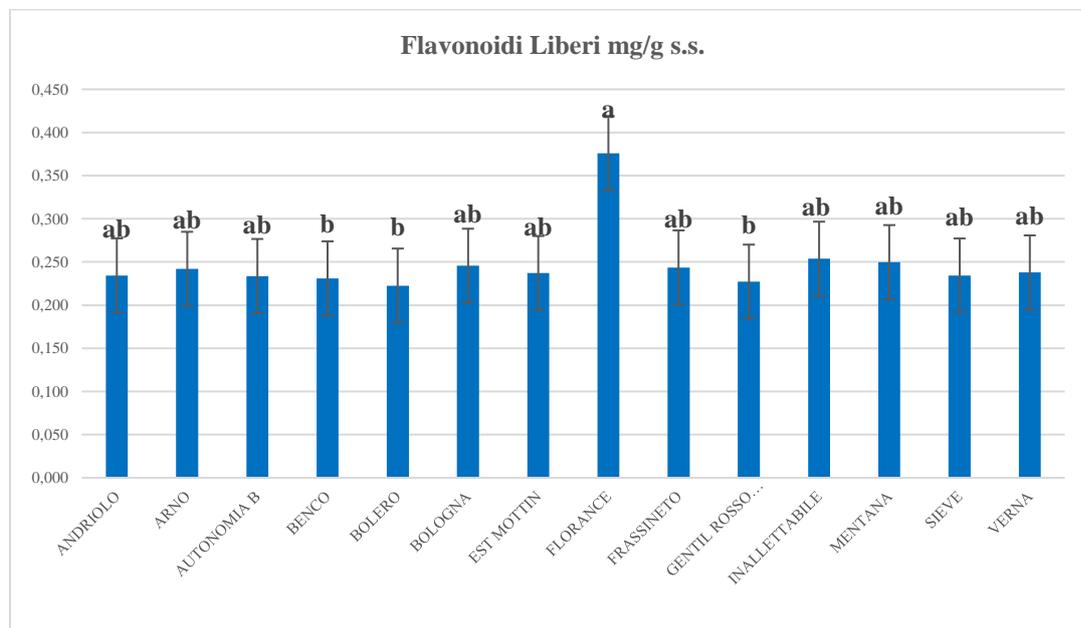
**Figura 26.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile polifenoli legati mg / g s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Flavonidi liberi

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	0,068	2	0,034225	2,37847	0,240517	n.s.
errore a	0,043	3	0,0143895			
Varietà	0,114	13	0,0087515	0,86263	0,596266	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	0,256	25	0,0102541	1,01075	0,480339	n.s.
Errore b	0,355	35	0,0101451			
Totale	0,837	78				

**Tabella 31.** ANOVA della variabile percentuale di flavonoidi liberi mg/g s.s.. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

La variabile Flavonoidi libero, anche se non risulta significativa per nessuna delle fonti di variazione considerate (Tab. 31), mostra un andamento delle medie con qualche variazione significativa (test di Duncan). Infatti, la varietà Florance fa registrare il valore più elevato (0.38 mg/g), mentre Benco, Bolero e Gentil Rosso aristato mostrano i valori più bassi.



**Figura 27.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile flavonoidi liberi mg / g s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

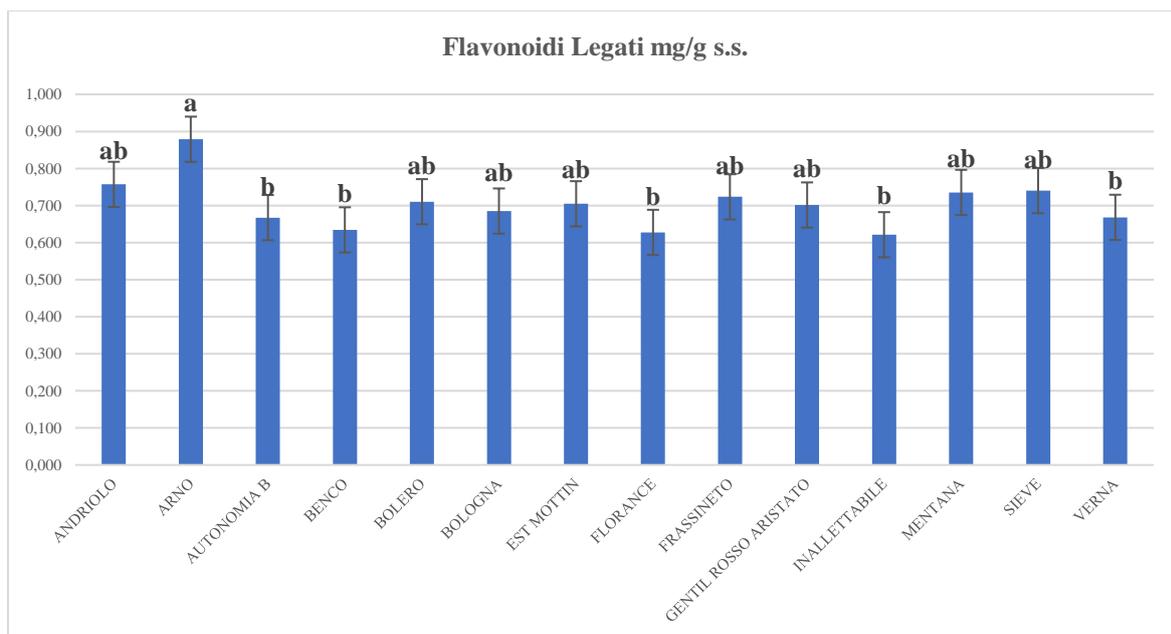
### Flavonoidi legati.

Altra variabile molto importante per le caratteristiche nutrizionali. Anche il contenuto di flavonoidi legati non ha mostrato nessuna fonte di variazione statisticamente significativa.

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	0,088	2	0,0439301	1,0989	0,438483	n.s.
errore a	0,120	3	0,0399765			
Varietà	0,321	13	0,0247171	1,2112	0,31248	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	0,313	25	0,012501	0,61258	0,89761	n.s.
Errore b	0,714	35	0,020407			
Totale	1,556	78				

**Tabella 32.** ANOVA della variabile percentuale di flavonoidi legati mg/g s.s.. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Comunque l'andamento delle medie (Fig. 28) mostra come la varietà Arno fa registrare quasi 1 mg di flavonoidi per grammo di sostanza secca. Questo valore può essere relativamente elevato se riferito alla matrice frumento.



**Figura 28.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile flavonoidi legati mg / g s.s.. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

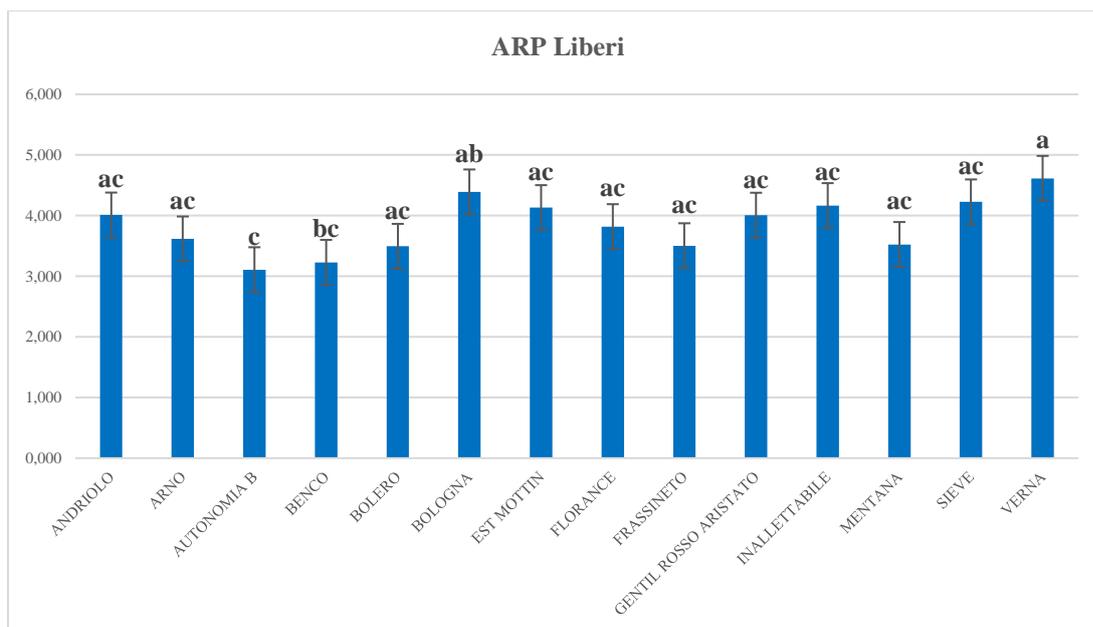
### Potere antiossidante (Anti Radical Power: ARP) frazione libera.

Uno dei parametri importanti per stabilire le caratteristiche nutrizionali degli alimenti è proprio il potere anti-radicalico. Questa variabile non ha mostrato nessuna delle fonti di variazione considerata, statisticamente significativa (Tab. 33).

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	10,911	2	5,4555918	6,25649	0,085043	n.s.
errore a	2,616	3	0,871989			
Varietà	11,409	13	0,8775986	1,16091	0,346316	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	19,506	25	0,7802395	1,03212	0,458033	n.s.
Errore b	26,459	35	0,7559605			
Totale	70,901	78				

**Tabella 33.** ANOVA della variabile attività anti-radicalica frazione libera, concentrazione CL 50. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

Analizzando comunque l'istogramma di figura 29, si osserva, anche in questo caso, una discreta oscillazione delle medie: la varietà Verna mostra il valore più alto della come ARP (circa 4,5), mentre Autonomia B ha un valore che oscilla intorno a 3.



**Figura 29.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile attività anti-radicalica frazione libera. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

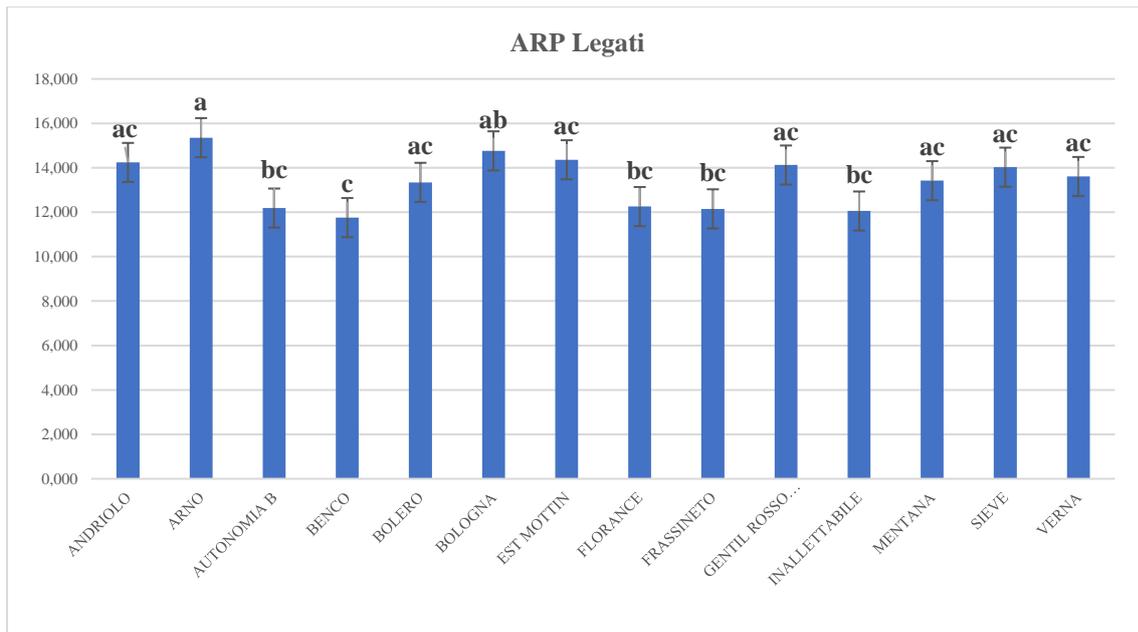
### Potere antiossidante (Anti Radical Power: ARP) frazione legata.

La frazione legata mostra valori decisamente più elevati rispetto al potere antiossidante della frazione libera, sebbene, anche in questo caso, nessuna delle fonti di variazione risulta significativa statisticamente.

Fonti di variazione	Devianza	g.l.	Varianza	F	Prob.	Sign.
Azienda	39,966	2	19,982756	0,83651	0,514381	n.s.
errore a	71,665	3	23,888214			
Varietà	76,643	13	5,895621	1,40586	0,205629	n.s.
Interazione Azienda x Varietà	80,717	25	3,2286939	0,76991	0,749691	n.s.
Errore b	146,776	35	4,1936057			
Totale	415,767	78				

**Tabella 34.** ANOVA della variabile attività anti-radicalica frazione legata, concentrazione CL 50. \* = significativo alla probabilità di  $p < 0,05$ ; \*\* = significativo alla probabilità  $p < 0,01$ ; n.s. non significativo.

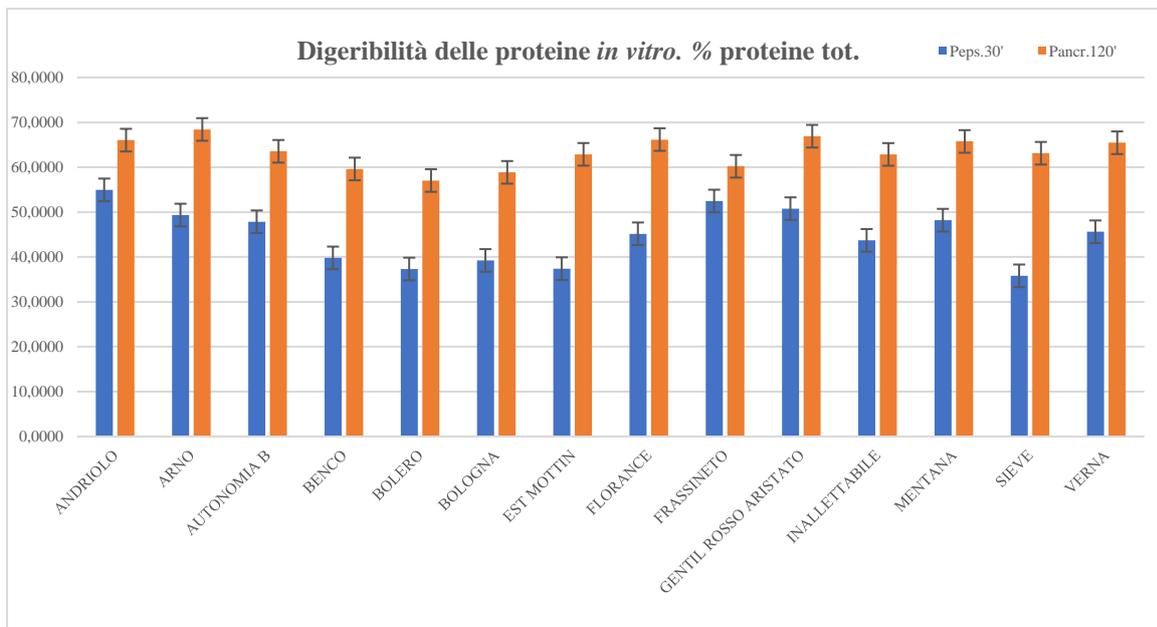
La varietà Arno mostra il valore più elevato di ARP per la frazione legata (Fig. 30), in coincidenza con il maggiore contenuto di Flavonoidi legati (Fig. 28). Il valore basso, mostrato dalla varietà Benco, coincide con il valore più basso della frazione legata dei flavonoidi.



**Figura 30.** Istogramma delle medie delle varietà per la variabile attività anti-radicalica frazione legata. Lettere diverse indicano che le medie di riferimento differiscono statisticamente ( $p < 0,05$ ).

### Digeribilità.

La digeribilità in vitro misura la percentuale di proteine che vengono idrolizzate con la liberazione degli aminoacidi. Il processo prevede due enzimi: la pepsina acida e la pancreaticina che agisce a pH neutro. Il primo simula la digestione a livello di stomaco, mentre il secondo simula la digestione nel secondo tratto dell'intestino, all'inizio del duodeno.



**Figura 31.** Istogramma delle percentuali di proteina idrolizzata in vitro, riferita al contenuto di proteina totale; utilizzando pepsina acida per 30' e pancreaticina per 120'.

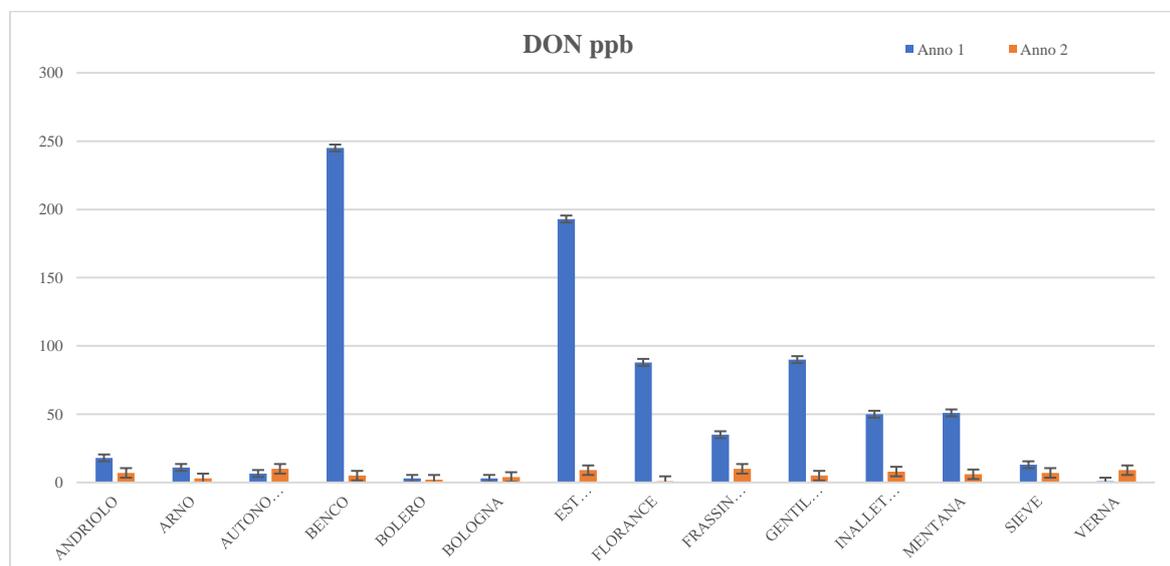
Le proteine che meglio vengono digerite, in teoria, sono quelle che presentano la più alta percentuale di proteina idrolizzata a livello dello stomaco. Osservando l'istogramma di figura 31, anche se non è riportata nessuna statistica, (sono riportate solo la media e la deviazione standard), è possibile verificare che le varietà Andriolo, Frassineto, Gentil Rosso aristato e Mentana, presentano la più alta percentuale di proteina idrolizzata con pepsina acida. Questa alta percentuale non sempre corrisponde alla più alta percentuale dopo l'idrolisi con pancreaticina, come nel caso della varietà Arno.

### Valutazione della presenza di micotossine.

L'analisi della presenza delle micotossine e in particolare del Deossinivalenolo (DON) e dei tricoteceni T-2/HT-2, è stata eseguita con un test Elisa utilizzando il metodo proposto dalla Generon, con kit predisposti per ogni tipo di micotossina.

In figura 32 e 33 sono riportati gli istogrammi relativo alle medie delle varietà collezionate nei due anni di prova; i dati sono stati mediati per azienda.

Il contenuto di DON non supera mai i livelli massimi, anche se si osserva un incremento di questa micotossina nelle produzioni del primo anno, comunque non si raggiungono mai livelli pericolosi per l'infanzia. Infatti, i limiti ammessi per questa micotossina nei cereali non trasformati è superiore a 1000, mentre per i prodotti ottenuti dalla molitura i limiti massimi sono 750  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (ppb) e 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per i prodotti destinati all'infanzia; quindi solo il campione della varietà Benco del primo anno presenta dei valori a limite, ma se si considera che il valore è stato rilevato dalla cariosside integrale, si può ritenere ampiamente nei limiti.

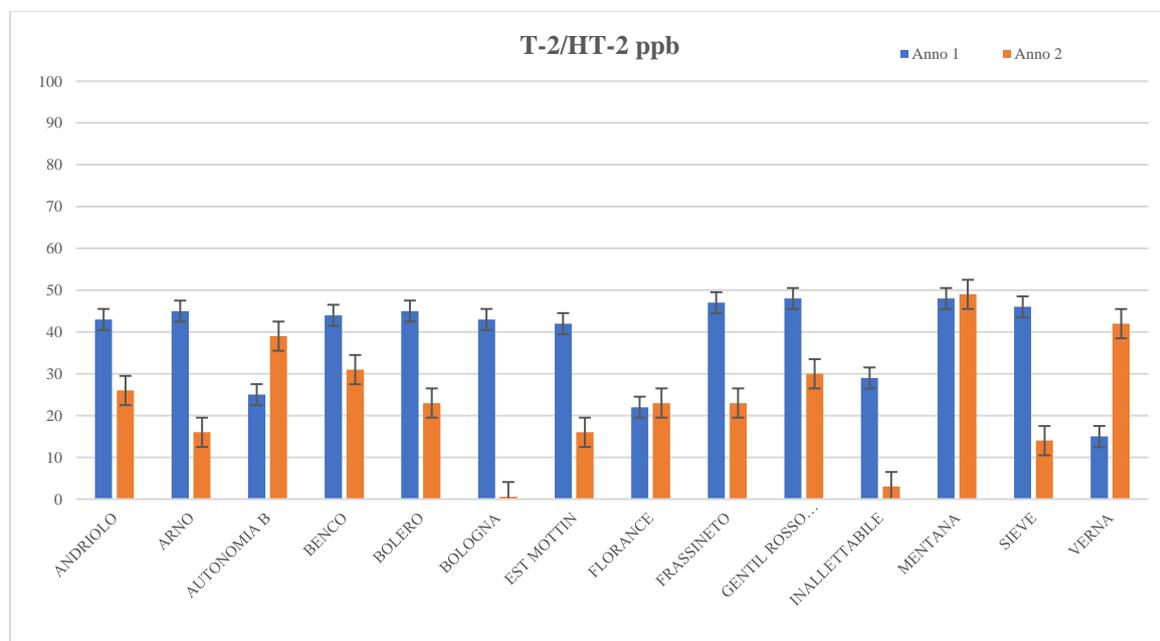


**Figura 32.** Medie del contenuto di Deossinivalenolo per le varietà considerate nei due anni di produzione.

Anche per quanto riguarda la presenza di T-2/HT-2, si osservano i livelli più alti per questa micotossina, nei campioni raccolti il primo anno di prova.

I livelli osservati comunque sono sempre al disotto dei valori massimi ammessi 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , per i prodotti non trasformati e 50 per i prodotti da forno. Comunque, i livelli osservati, dopo

la molitura e la trasformazione, scenderanno a valori di concentrazione di queste micotossine al disotto di quelli indicati per l'infanzia (max 15 ppb).



**Figura 33.** Medie del contenuto di tricoteceni; somma di T-2 e HT-2, per le varietà considerate nei due anni di produzione.

### Analisi multivariata.

Per riassumere tutte le informazioni ottenute da tutte le variabili analizzate è stata eseguita l'analisi delle componenti principali (PCA) utilizzando la matrice costituita: come righe dalle medie delle varietà per i due anni (per verificarne anche la stabilità) e come colonne tutte quelle varietà raccolte nei due anni di prova con una distribuzione il più possibile approssimata alla normale.

Dopo l'analisi sono state estratte le prime tre componenti principali che descrivono circa il 57 % della varianza totale dello spazio multidimensionale definito dalle 22 variabili considerate.

La prima PC descrive il 34 %, la seconda PC il 13 % e la terza PC il 10 %.

In tabella 35 riporta i contributi delle variabili originali nel determinare le componenti principali. Le variabili che contribuiscono positivamente sono riportate in blu, mentre le variabili che contribuiscono negativamente sono riportate in rosso.

La prima PC ha contributi positivi dalle variabili morfologiche produttive, mentre dalle variabili responsabili della qualità reologica e dell'ARP, ha un contributo negativo.

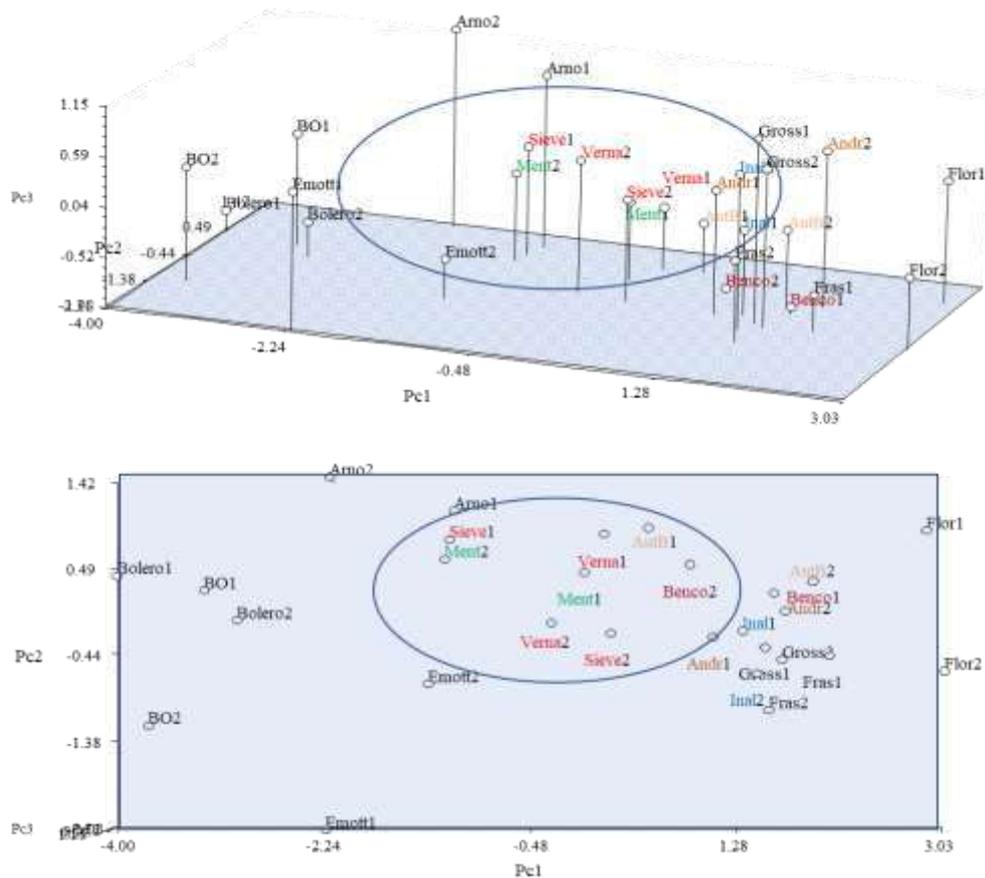
La seconda PC2 è determinata negativamente dal rapporto P/L e positivamente dal contenuto di carbonio, proteine, glutine secco e dal numero di spighe spiga principale. La terza componente è determinata positivamente dalle variabili: numero spighe, ARP frazione legata, flavonoidi legati e ARP libera (ARPFr).

Quindi per avere delle varietà che si comportino mediamente bene sia per le caratteristiche produttive che per quelle qualitative, bisognerebbe scegliere quelle che occupano una posizione intermedia. In figura 34, è riportato il grafico tridimensionale e bidimensionale delle varietà per i due anni (questo al fine di valutare anche la “stabilità” della varietà) che potrebbero quindi essere prese in considerazione sia per formare dei miscugli, che per avviare nuovi programmi di miglioramento genetico ricorrendo alla ricombinazione tramite incroci. L’area evidenziata nelle due prospettive della distribuzione, include quelle varietà che hanno una valutazione complessivamente positiva, che tiene conto sia delle caratteristiche produttive che di quelle qualitative.

Variabili	Componenti		
	PC1 34 %	PC2 13%	PC3 10%
LuSP	<b>0,929</b>	-0,100	0,076
P	<b>-0,919</b>	-0,112	-0,018
Ie	<b>-0,887</b>	0,047	-0,264
W	<b>-0,878</b>	0,112	-0,251
P1000K	<b>0,826</b>	-0,244	-0,243
HCu	<b>0,809</b>	-0,084	0,182
DenSpig	<b>0,797</b>	-0,429	-0,289
PSp g	<b>0,742</b>	0,303	0,165
PK g	<b>0,717</b>	0,277	0,178
%C	0,229	<b>0,664</b>	-0,143
ProtTot	0,276	<b>0,644</b>	-0,227
GluSec	-0,151	<b>0,575</b>	-0,330
P/L	-0,506	<b>-0,524</b>	0,292
Nspgt	0,138	<b>0,592</b>	<b>0,661</b>
ARPBou	-0,563	0,170	<b>0,591</b>
PolyFr	-0,060	0,262	0,484
PolyBou	-0,101	-0,415	0,481
Prodq/ha	-0,152	-0,124	-0,042
G	-0,459	0,469	-0,362
FlavFr	0,293	0,216	0,092
FlavBou	-0,269	0,359	0,416
ARPFr	-0,196	-0,141	0,421

**Tabella 35.** Contributi delle variabili originali nel determinare le prime tre componenti principali (la prima descrive il 34 %, la seconda il 13 % e la terza il 10 % della varianza totale). In blu il contributo positivo e in rosso quello negativo. Grassetto quando il contributo è tra i più rilevanti.

Le varietà, tra le antiche incluse nell’area delimitata, con entrambi due valori relativi agli anni sono: Verna, Sieve e Mentana. Altre come, ad esempio, la varietà Benco presenta un solo valore all’interno dell’area delimitata (Benco2), mentre la posizione di Benco1, determinata dalla valutazione contemporanea (o quasi) di tutte le variabili che determinano sostanzialmente le tre componenti principali, è al di fuori dell’area delimitata, dimostrando instabilità per alcune delle caratteristiche contemporaneamente considerate, motivo di esclusione.



**Figura 34.** Grafico tridimensionale e bidimensionale della distribuzione della valutazione delle varietà fatta rilevata nei due anni di prova. Distribuzione definita dalla prime componenti principali che descrivono circa il 57 % della varianza totale definita da tutte le variabili considerate.

Le prove effettuate hanno quindi permesso di individuare dei geni che se ricombinati o combinati in popolazioni evolutive, potrebbero essere utilizzati in futuri programmi di breeding per migliorare non solo le caratteristiche produttive, ma soprattutto per incrementare il valore nutraceutico del frumento.

## Analisi terreno.

Le analisi del terreno mettono in evidenza come la pratica del sovescio abbia determinato un incremento della sostanza organica, con un conseguente aumento della capacità di scambio cationico (Tab. 36).

Azienda	Sov.	pH	N tot.	P ass.	K scamb.	Sost. Org. %	C/N	C.S.C.	Argilla	Limo	Sabb.	Class.
1	0	8,1	1,3	10,0	151	2,0	8,9	24,7	38,5	37,3	24,2	Fran. Arg.
1	1	8,0	1,5	7,0	220	2,8	10,9	32,1	49,3	34,2	16,5	Argilloso
2	0	8,1	0,9	8,0	108	1,3	8,5	13,9	24,2	46,6	29,2	Franco
2	1	7,9	1,0	4,0	120	1,4	8,4	14,6	23,3	41,9	34,8	Franco
3	0	7,9	1,1	7,0	67	1,7	9,2	10,0	12,5	42,9	44,6	Franco
3	1	7,8	1,1	10,0	105	1,9	10,3	12,3	17,1	42,0	40,9	Franco
4	0	8,0	0,9	4,0	96	1,4	8,9	17,9	26,3	46,4	27,3	Franco
4	1	7,8	1,0	5,0	124	1,4	8,2	20,0	28,8	38,5	32,7	Fran. Arg.

**Tabella 36.** Analisi di campioni di terreno raccolti nelle quattro Aziende coinvolte nella prova varietale. I campioni sono stati raccolti in appezzamenti senza e dopo il sovescio (Sov. 0 e Sov. 1 rispettivamente.)

### AZIONE 3. Mantenimento in purezza seme base.

Sia nel primo che nel secondo anno del progetto, l'Ente Toscano Sementi ONLUS ha svolto le attività previste per la prima costituzione del nucleo di base per le varietà testate all'interno del progetto, tranne per le due varietà moderne, e per altre varietà di cui si disponeva già di semente base. Tale attività hanno previsto la preparazione del terreno e la semina su due ettari delle fila-spighe, delle parcelle pre-nucleo e delle parcelle nucleo per la prima moltiplicazione e messa in purezza delle suddette varietà. Nella tabella sottostante sono riportate le superfici e le tipologie di moltiplicazioni effettuate. Prima della raccolta è stata effettuata l'epurazione negativa dei campi di moltiplicazione in modo da rimuovere i genotipi non conformi alle caratteristiche dell'ideotipo varietale.

Varietà	Quantità		
	N° Spiga fila	Pre_Pre Nucleo (parcelle)(m <sup>2</sup> )	Pre-Nucleo (parcelloni)(m <sup>2</sup> )
Verna	60	250	2000
Sieve	60	250	1500
Andriolo	60	150	1500
Gentil Rosso	60	150	1500
Autonomia B	60	150	
Inallettabile	60	150	
Arno	60	150	
Benco	60	150	
Frassineto	60	250	
Florance	60	150	
Mentana	60	250	
Est mottin	60	150	

**Tabella 1.** Varietà moltiplicate presso ETS e tipologia di moltiplicazione attuata. Anno 2019.

Una volta terminate le operazioni di preparazione del letto di semina, le varietà sono state seminate con la seminatrice parcellare in parcelle di moltiplicazione e con quella meccanica (Fig. 1) per le parcelle nucleo, per una superficie complessiva di circa 1.8 ha. L'ETS si è poi occupato di effettuare l'operazione di strigliatura delle parcelle di moltiplicazione.



**Figura 1.** Operazione di semina dei nuclei

Inoltre, sono state seminate le spighe fila per tutte le varietà testate (escluse le varietà moderne), per una superficie di circa 2000 m<sup>2</sup>. In queste parcelle è stata eseguita anche l'operazione di epurazione negativa.

Nelle spighe fila sono state effettuate ripetutamente operazioni di mantenimento, quali scerbatura e sarchiatura a mano, e pulitura dei vialetti e corridoi su tutto l'appezzamento interessato dalla coltivazione (2 ha).

Le operazioni di raccolta sono avvenute tra luglio e agosto (Fig 2-3). La raccolta manuale è stata eseguita nelle parcelle e nelle spighe fila, mentre la raccolta meccanica è stata eseguita nei parcelloni.



**Figura 2.** Fase di Levata(sx) e Maturazione dei nuclei(dx)



**Figura 3.** Raccolta parcellare manuale, luglio 2019.

Il materiale che è stato raccolto è stato in parte tenuto dall'ETS per la semina e moltiplicazione del pre-base del secondo anno di progetto, una parte è stato destinato alle prove di confronto per il secondo anno di progetto (azione 2), e per le varietà che nell'azione 2 hanno mostrato le migliori performance produttive (Andriolo, Mentana, Gentilrosso Aristato, Inallettabile, Autonomia B, Arno, Sieve e Frassineto) una parte è stato affidato alle 4 aziende pilota responsabili della moltiplicazione del seme base (azione 4), per la semina di questa stagione agraria.

A ottobre è stata effettuata la semina delle spighe fila (2000 m<sup>2</sup>) di tutte le varietà testate, delle parcelle pre-nucleo e delle parcelle nucleo delle varietà scelte come descritta nel primo anno su una superficie di 1.8 ettari, con l'obiettivo di continuare con il processo di conservazione e moltiplicazione della semente per la costituzione del nucleo di Base.

#### **4) Riproduzione seme base**

A settembre del secondo anno ogni azienda del progetto ha ricevuto del seme pre-base dall'ETS relativo alle varietà (Andriolo, Mentana, Gentil Rosso Aristato, Inallettabile, Autonomia B, Arno, Verna, Sieve e Frassineto) che hanno mostrato le performance migliori, per essere moltiplicato come futuro seme di base. Ogni azienda ha provveduto alla semina meccanica delle parcelle nucleo di moltiplicazione di tali varietà disposte a file, distanziate da corridoi (1.5m) necessari all'ispezione e ai passaggi di epurazione, su una superficie di 1.9 ettari. Tali semine sono avvenute in ritardo a causa delle problematiche legate all'andamento climatico avverso manifestatosi nei mesi da metà ottobre a fine dicembre. Inoltre, sono state seminate su una superficie di 1000 m<sup>2</sup> le parcelle per il confronto varietale, come già effettuato l'annata passata (azione 2).

Tale moltiplicazione base risulta di fondamentale importanza per l'ottenimento di una quantità di semente base da conferire alla ditta sementiera ma anche da utilizzare nel caso di una richiesta di certificazione di varietà scelta. Gli appezzamenti di grano seminato nelle aziende sono stati monitorati per stabilire il loro grado di uniformità, purezza, sanità, e verranno eseguite ripetute operazioni di epurazione negativa. La semente raccolta a fine stagione è stata calibrata, vagliata, insacchettata, e distribuita agli agricoltori per la semina destinata alla riproduzione semente per la costituzione del seme tipo R1 e R2.



**Figura 4.** Fase fenologica di emergenza dei nuclei semina ottobre 2019.

Nella seconda annualità del progetto, l'ETS ha svolto le attività previste all'interno dell'azione 3, replicando le attività effettuate nel primo anno di progetto con l'obiettivo di mantenere in purezza i nuclei di base prodotti nel primo anno di progetto. Tali attività hanno previsto innanzitutto la trinciatura e l'interramento del sovescio di favino seminato nell'annata agraria precedente, nonché la preparazione del letto di semina su un totale di 2 ettari.

A ottobre 2019 è stata effettuata la semina delle spighe fila (2000 m<sup>2</sup>) di tutte le varietà testate, delle parcelle pre-nucleo e delle parcelle nucleo delle varietà scelte (Fig. 5) come descritta nel primo anno (Tabella 1) su una superficie di 1.8 ettari, con l'obiettivo di continuare con il processo di conservazione e moltiplicazione della semente per la costituzione del nucleo di Base.



**Figura 5.** Semina dei parcelloni 2019

L'ETS si è occupata di effettuare l'operazione di strigliatura delle parcelle di moltiplicazione e l'epurazione negativa. Nelle parcelle seminate a spighe fila sono state effettuate ripetutamente operazioni di mantenimento, quali scerbatura e sarchiatura, pulitura dei vialetti e corridoi (Fig. 6).



**Figura 6.** Sarchiatura manuale delle spighe file.

Le operazioni di raccolta sono avvenute nella prima metà di agosto 2020. La raccolta manuale è stata eseguita nelle parcelle e nelle spighe fila, mentre la raccolta meccanica è stata eseguita nei parcelloni. A causa dell'incursione dei cinghiali, parte del raccolto dei pre-nuclei è andato perduto.

Il materiale che è stato raccolto è stato in parte tenuto da ETS per la semina dell'annata agraria 2020-21, una parte è stata destinata alla riproduzione come semente "base", consegnate a Spighe Toscana che lo ha successivamente ripartito tra gli agricoltori per la riproduzione del seme tipo pre-base.

Grazie alla proroga disposta dalla Regione Toscana, è stato possibile effettuare un terzo anno di progetto per la campagna agraria 2020-21. Dopo aver interrato il sovescio di favino e preparato il letto di semina, ad ottobre 2020 sono state eseguite le semine dei pre-nuclei e successivamente è stata eseguita la semina manuale delle spighe fila. Non è stato possibile seminare i nuclei a causa dello scarso raccolto dei pre-nuclei nell'annata precedente. Per i pre-nuclei e le spighe fila, le quantità di seme e le superfici impiegate sono riportate in tabella 1. Sono state altresì eseguite tutte le operazioni di manutenzione delle parcelle sperimentali, nonché l'epurazione negativa sugli ideotipi varietali non considerati congrui.



**Figura 7.** Parcelle di spiga fila anno 2020-21.

La raccolta è stata eseguita nella prima settimana di agosto, sia per i nuclei, sia per i pre-nuclei.



**Figura 8.** Raccolta meccanica 2021.

Durante il primo anno di progetto è stata installata la centralina meteo (Fig. 9) noleggiata presso la NETSENS allo scopo di registrare l'andamento meteorologico. Infatti la centralina è in grado di registrare giornalmente la temperatura, le precipitazioni, l'umidità e la velocità del vento.



**Figura 9.** Centralina meteo.

#### **AZIONE 4. Valutazione caratteristiche qualitative e tecnologiche**

Su una parte delle semente raccolta nelle parcelle di confronto varietale nelle 4 diverse aziende pilota del progetto (azione 2), sono state effettuate in laboratorio le analisi qualitative e sanitarie necessarie alla caratterizzazione di tali varietà. In parallelo è stato effettuato il lavoro di ottimizzazione dei processi di trasformazione su piccola scala, di cui riportiamo di seguito i risultati.

Com'è noto, il processo di panificazione delle farine da frumenti teneri antichi presenta notevoli difficoltà legate alle scarse performance tecnologiche di questo tipo di farine. In prima battuta questa problematica è stata affrontata a livello di macinazione delle cariossidi.

La macinazione rappresenta il primo step necessario per la trasformazione del frumento in pane. Attualmente sono due le tecnologie diffuse: il molino a pietra ed il molino a cilindri. Sebbene quest'ultimo sia molto più diffuso, la modalità tutt'oggi preferita per la macinazione dei frumenti antichi rimane il molino a pietra. In questa tipologia di mulino, le principali possibilità per il settaggio sono la regolazione della distanza fra le pietre rotanti e la regolazione della loro velocità di rotazione. Inoltre, è possibile regolare l'umidità del frumento in ingresso al processo, mediante una pratica denominata temperaggio. Il temperaggio consiste nell'aggiunta di una certa quantità di acqua al frumento ed in un tempo di attesa prima dell'operazione di macinazione vera e propria. Questa pratica si è sviluppata prevalentemente con l'obiettivo di aumentare le rese in farina raffinata, facilitando la separazione degli strati più esterni dall'endosperma. Infatti, il temperaggio riduce da un lato la fragilità degli strati esterni e, dall'altro, aumenta quella degli strati interni. In un contesto di molitura a pietra e di frumenti antichi il temperaggio può però portare altri benefici. La difficoltà nel regolare i parametri del molino a pietra incrementa la variabilità della farina prodotta. Pertanto, il temperaggio può rappresentare un modo per standardizzare il frumento in ingresso, riducendo la variabilità della farina in uscita a parità di settaggio del molino stesso. Anche la velocità di rotazione delle macine può influenzare sia le performance del molino, sia le caratteristiche delle farine ottenute.

L'aumento del controllo del processo di molitura appare interessante per le farine antiche, in quanto più deboli rispetto alle moderne, per le quali è necessario sfruttare al meglio tutto il potenziale in termini di forza. In particolare queste farine, specialmente se panificate come Tipo 2, presentano una bassa forza ("W" alveografico) ed un alto rapporto tenacità/estensibilità dell'impasto che le rende difficili da panificare e che risulta in pani poco voluminosi e con una mollica più densa e più dura. Sono quindi state dedicate delle prove per verificare se diversi settaggi di macinazione e diverse umidità di partenza del frumento possono modificare le caratteristiche delle farine ottenute e, conseguentemente dei pani prodotti a partire da questa materia prima.

Per effettuare i test è stato utilizzato una varietà di frumento del progetto, che è stato preventivamente condizionato a 4 diverse umidità mediante l'aggiunta di acqua: 11%, 13%, 15%, 17%. Per compiere questa operazione le cariossidi sono state poste in contenitori in plastica, che sono stati sigillati dopo l'aggiunta dell'acqua e sono stati lasciati a riposare per 24 h prima della macinazione per permettere all'acqua di penetrare all'interno delle cariossidi. Al

termine di questo periodo le umidità di 10 g di cariossidi per ciascun campione sono state misurate per verificare di aver effettivamente modificato le umidità dei campioni. Le velocità di rotazione testate per il molino sono state di 173 giri al minuto, 260 giri al minuto e 346 giri al minuto. Velocità di rotazione ed umidità di partenza del frumento sono state testate in un disegno fattoriale completo con 3 repliche, per un totale di 36 prove di macinazione da 3 kg ciascuna.

La macinazione delle cariossidi è stata effettuata con un molino a pietra di piccole dimensioni (M400, I.B. Manufatti – diametro della macina 40 cm), accoppiato ad un buratto per la separazione di 3 frazioni. Durante la macinazione sono stati misurati i seguenti parametri:

- tempo di macinazione(min)
- Peso del grano prima della macinazione e peso delle tre frazioni ottenute(kg)
- Resa totale (%)
- Produttività(kg/s)
- Consumo specifico di energia SE(j/kg)
- Temperatura della farina (°C)
- Dimensione delle particelle( $\mu\text{m}$ )

Le farine così ottenute sono state conservate per 30 giorni. Successivamente sono state effettuate le misure fisiche sugli impasti e le prove di panificazione. Le misure sugli impasti sono state compiute con il Farinografo di Brabender e con l'Alveografo di Chopin su ciascun campione. Le prove di panificazione sono state effettuate utilizzando delle macchine per il pane con la seguente ricetta:

- 310 g di farina (tipo 0);
- 13g di lievito di birra;
- 9g di sale;
- Quantità di acqua variabile determinata sulla base delle prove farinografiche.

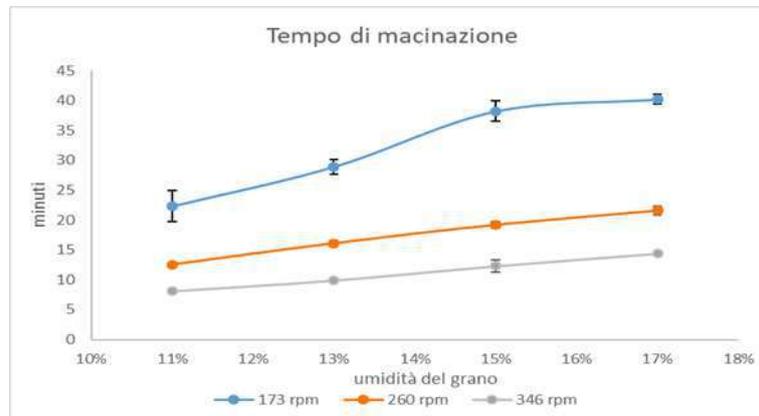
Sui pani così ottenuti sono state compiute le seguenti determinazioni:

- Volume specifico del pane (L/kg)
- Volume specifico della mollica (L/kg)
- Umidità della crosta (%)
- Umidità della mollica (%).

Tutti i dati così ottenuti sono stati trattati statisticamente con ANOVA a due fattori (velocità di rotazione delle macine e umidità della cariosside) per valutare gli effetti principali e la loro interazione. Quando l'ANOVA ha restituito una significatività ( $p < 0.05$ ) il Tukey HSD è stato utilizzato come post hoc test per valutare quali tesi erano diverse fra loro. Per l'ottimizzazione dei dati operativi del molino è inoltre stata utilizzata la response surface methodology (RSM), modellizzando il parametro di interesse in funzione della velocità di rotazione delle macine e dell'umidità della cariosside.

La tabella 4 riporta i risultati ottenuti con le prove operative. Il tempo di macinazione è stato significativamente influenzato sia dalla velocità di rotazione del molino, sia dall'umidità di

partenza delle cariossidi. All'aumentare della velocità di rotazione è diminuito il tempo di macinazione, mentre all'aumentare dell'umidità il tempo richiesto per la molitura è aumentato (Figura 1).



**Figura 1.** Tempo di macinazione in funzione di velocità di rotazione del molino e dell'umidità delle cariossidi.

**Tabella 1.** I risultati sono espressi come media delle 3 repliche  $\pm$  la deviazione standard. Lettere diverse rappresentano differenze statisticamente significative all'ANOVA ed al Tukey HSD test. (*a,b,c,d* per l'umidità.; *x,y,z* per la velocità di rotazione).

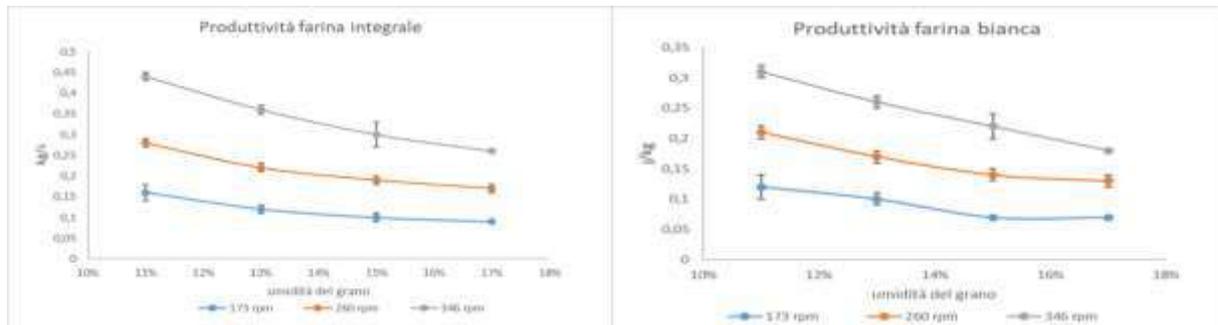
<b>Campione</b>	<b>Tempo di macinazione (min)</b>	<b>Consumo specifico integrale (J/kg)</b>	<b>Consumo specifico raffinata (J/kg)</b>	<b>Produttività à integrale (kg/s)</b>	<b>Produttività à raffinate (kg/s)</b>	<b>Incremento T (°C)</b>	<b>Resa totale (%)</b>	<b>Resa raffinata (%)</b>	<b>Resa Cruschell o (%)</b>	<b>Resa crusca (%)</b>	
U.11% rpm	173 ax	22.3 $\pm$ 2.6 ax	13.6 $\pm$ 1.1 ax	18.2 $\pm$ 1.6 ax	0.16 $\pm$ 0.02 ax	0.12 $\pm$ 0.02 ax	16.4 $\pm$ 9.5 ax	99.6 $\pm$ 0.2 ax	74.6 $\pm$ 1.9 ax	8.2 $\pm$ 0.6 ax	17.3 $\pm$ 2.1 ax
U. 11% rpm	260 ay	12.5 $\pm$ 0.2 ay	11.9 $\pm$ 0.6 ay	16.1 $\pm$ 0.9 ay	0.28 $\pm$ 0.01 ay	0.21 $\pm$ 0.01 ay	22.6 $\pm$ 3.0 ay	99.6 $\pm$ 0.1 ax	73.7 $\pm$ 1.6 ay	8.4 $\pm$ 0.6 ay	17.8 $\pm$ 1.0 ay
U. 11% rpm	346 az	8.1 $\pm$ 0.1 az	11.9 $\pm$ 0.4 az	16.7 $\pm$ 0.5 az	0.44 $\pm$ 0.01 az	0.31 $\pm$ 0.01 az	23.8 $\pm$ 1.3 az	99.7 $\pm$ 0.2 ax	71.1 $\pm$ 0.3 az	10.3 $\pm$ 0.3 az	18.5 $\pm$ 0.2 az
U.13% rpm	173 bx	28.9 $\pm$ 1.2 bx	16.4 $\pm$ 2.5 bx	21.0 $\pm$ 3.4 bx	0.12 $\pm$ 0.01 bx	0.10 $\pm$ 0.01 bx	12.9 $\pm$ 3.0 ax	99.6 $\pm$ 0.4 ax	77.8 $\pm$ 1.1 bx	6.2 $\pm$ 0.2 bx	16.0 $\pm$ 1.2 bx
U. 13% rpm	260 by	16.1 $\pm$ 0.5 by	14.2 $\pm$ 0.8 by	18.8 $\pm$ 1.2 by	0.22 $\pm$ 0.01 by	0.17 $\pm$ 0.01 by	22.6 $\pm$ 3.3 ay	99.6 $\pm$ 0.2 ax	75.3 $\pm$ 0.3 by	6.8 $\pm$ 0.1 by	17.9 $\pm$ 0.2 by

---

U. 13%	346	9.9 ± 0.4	13.0 ± 1.1	17.6 ± 1.6	0.36 ± 0.01	0.26 ± 0.01	18.2 ± 6.5	99.6 ± 0.2	73.7 ± 1.1	8.2 ± 0.3	18.1 ± 1.2
rpm		bz	bz	bz	bz	bz	az	ax	bz	bz	bz
U.15%	173	38.2 ± 1.7	17.3 ± 1.4	22.3 ± 1.7	0.10 ± 0.01	0.07 ± 0.00	17.3 ± 2.6	99.2 ± 0.6	76.9 ± 0.5	5.4 ± 0.1	17.7 ± 0.5
rpm		cx	cx	cx	cx	cx	ax	abx	cx	cx	cx
U.15%	260	19.2 ± 0.5	16.3 ± 1.0	21.7 ± 1.7	0.19 ± 0.01	0.14 ± 0.01	21.9 ± 4.3	99.2 ± 0.5	74.7 ± 1.6	6.7 ± 0.3	18.6 ± 1.3
rpm		cy	cy	cy	cy	cy	ay	abx	cy	cy	cy
U. 15%	346	12.3 ± 1.0	15.0 ± 0.7	20.2 ± 0.8	0.30 ± 0.03	0.22 ± 0.02	24.4 ± 1.2	99.2 ± 0.4	73.3 ± 0.6	7.3 ± 0.2	19.4 ± 0.5
rpm		cz	cz	cz	cz	cz	az	abx	cz	cz	cz
U.17%	173	40.2 ± 0.8	20.5 ± 2.2	27.2 ± 2.5	0.09 ± 0.0	0.07 ± 0.00	16.0 ± 6.1	99.3 ± 0.4	74.8 ± 2.2	5.4 ± 0.2	19.8 ± 2.0
rpm		dx	dx	dx	dx	dx	ax	bx	dx	dx	dx
U. 17%	260	21.6 ± 0.7	16.9 ± 1.2	23.0 ± 1.8	0.17 ± 0.01	0.13 ± 0.01	22.9 ± 2.9	98.9 ± 0.2	73.0 ± 0.7	6.1 ± 0.2	20.9 ± 0.6
rpm		dy	dy	dy	dy	dy	ay	bx	dy	dy	dy
U. 17%	346	14.4 ± 0.3	16.5 ± 0.7	22.9 ± 1.1	0.26 ± 0.00	0.18 ± 0.00	24.7 ± 3.3	98.9 ± 0.4	71.1 ± 0.8	7.3 ± 0.3	21.6 ± 0.6
rpm		dz	dz	dz	dz	dz	az	bx	dz	dz	dz

---

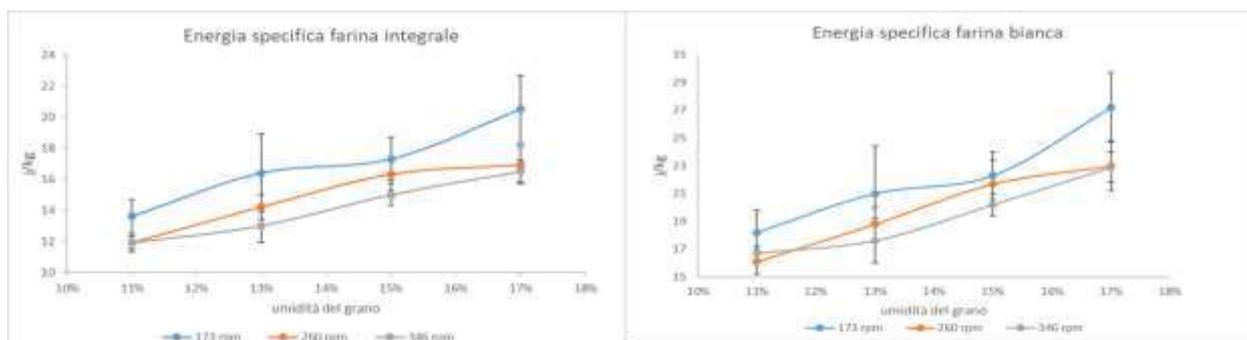
Allo stesso modo, la produttività è aumentata all'aumentare della velocità di rotazione ed è diminuita all'aumentare dell'umidità, andando da un minimo di 100 g/min a 173 giri/min e 17% umidità, ad un massimo di 450 g/min a 346 giri/min e 11% umidità. La figura 2 mostra tali andamenti espressi per la farina integrale e per la farina raffinata. Tale comportamento è legato all'aumento di plasticità delle cariossidi all'aumentare della loro umidità.



**Figura 2.** Andamento della produttività del molino (per la farina integrale a sinistra e per la farina raffinata a destra) in funzione della velocità di rotazione e dell'umidità della cariosside.

La resa totale è diminuita all'aumentare dell'umidità, mentre la velocità di rotazione non ha influenzato questo parametro. La resa massima media del 99.6% è stata ottenuta all'11%, mentre quella minima (99.0%) al 17%. Anche per quanto riguarda la resa in farina bianca l'umidità ha mostrato un effetto statisticamente significativo. Infatti, il massimo è stato ottenuto fra il 13% ed il 15% di umidità iniziale delle cariossidi. Inoltre, la resa in farina bianca è diminuita all'aumentare della velocità di rotazione. La resa massima è stata pertanto ottenuta al 13% umidità ed a 173 rpm.

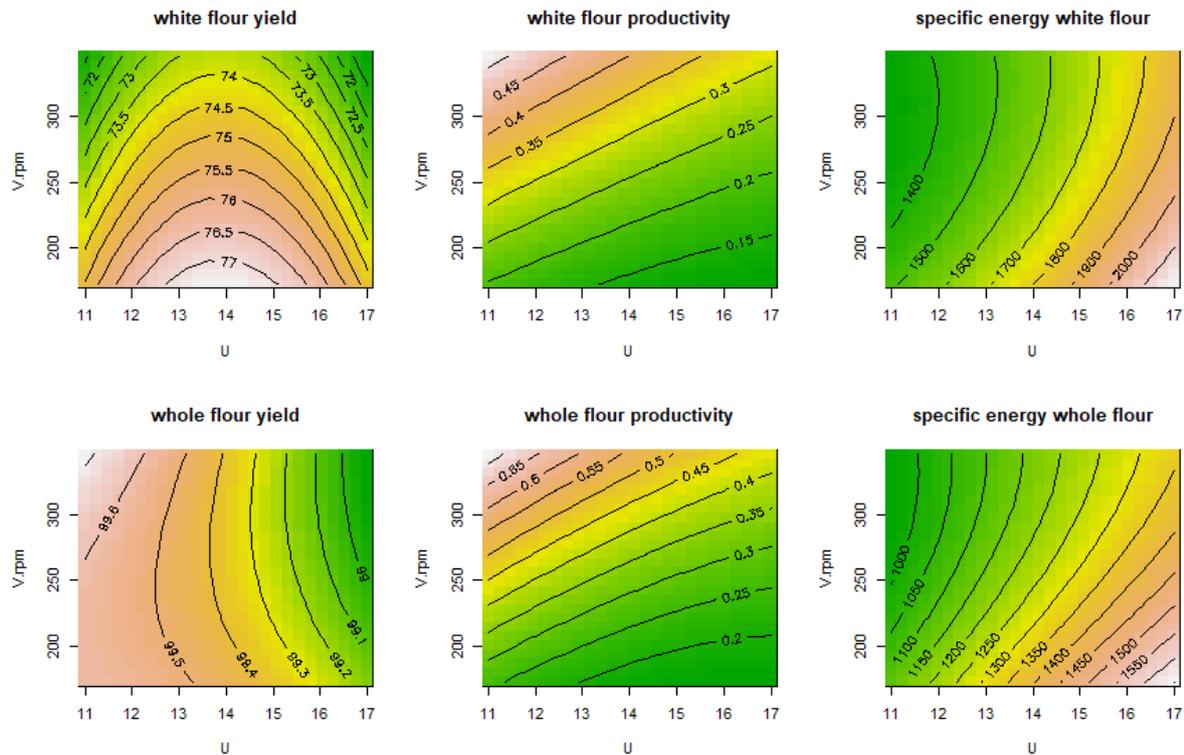
L'energia necessaria per la produzione di 1 kg di farina è aumentata con l'umidità e diminuita con l'aumentare della velocità (Figura 3).



**Figura 3.** Andamento dell'energia richiesta per la produzione di 1 kg di farina (per la farina integrale a sinistra e per la farina raffinata a destra) in funzione della velocità di rotazione e dell'umidità della cariosside.

I risultati così ottenuti sono stati modellati per ottenere delle curve di ottimizzazione dell'operazione di macinazione, in funzione dei diversi parametri discussi (Figura 4). L'ottimizzazione può essere fatta in funzione di 3 parametri: massima resa in farina, massima produttività e minimo consumo energetico. Tutti i modelli mostrano un elevato rapporto fra varianza spiegata e varianza residua ed una "lack of fit" non statisticamente significativa; quindi, possono essere effettivamente utilizzati per l'ottimizzazione del processo. La massima resa in farina integrale può essere ottenuta all'umidità più bassa ed a velocità di rotazione

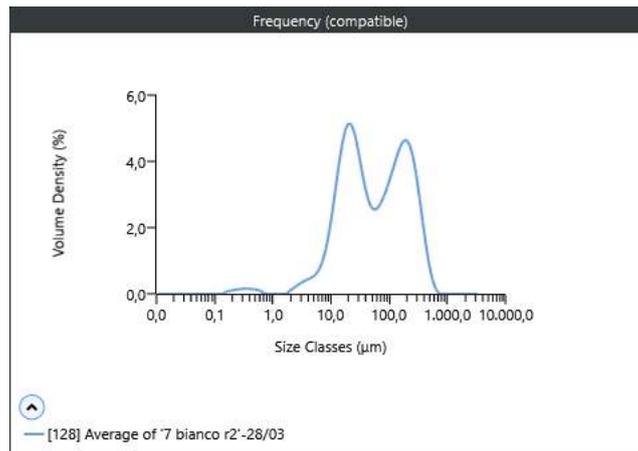
maggiore di 250 giri/min. L'incremento dell'umidità al 12% richiede invece velocità superiori a 300 giri/min per ottenere la stessa resa. La massima resa in farina bianca invece si ottiene alle umidità intermedie (14%) e a velocità di rotazione bassa. Le umidità dell'11% e del 17% fanno diminuire questo tipo di resa.



**Figura 4.** Ottimizzazione del molino utilizzato per l'esperimento.

La massima produttività può invece essere ottenuta alla minore umidità della granella ed alle più elevate velocità di rotazione sia per la farina integrale, sia per la farina bianca. Anche l'energia richiesta per la produzione di 1 kg di farina ha il suo minimo nella stessa zona per entrambe le tipologie di farina. Infine, una relazione statisticamente significativa è stata trovata fra la velocità di rotazione della macina e l'incremento di temperatura fra la cariosside e la farina.

Per quanto riguarda la distribuzione granulometrica delle farine, le curve ottenute sono distribuzioni trimodali (Fig. 5).



**Figura 5.** Esempio di distribuzione granulometrica di una farina bianca

Un primo picco presenta dimensioni comprese fra 0,1  $\mu\text{m}$  ed 1  $\mu\text{m}$ . Un secondo picco può essere notato a diametri equivalenti compresi fra 10  $\mu\text{m}$  e 20  $\mu\text{m}$  ed infine il terzo picco si ha fra 200  $\mu\text{m}$  e 300  $\mu\text{m}$ . Il diametro mediano di queste particelle è influenzato sia dall'umidità, sia dalla velocità di rotazione della macina e presenta due massimi, il primo al 13% di umidità e velocità minima e il secondo all' 11% di umidità con velocità massima.

Le proprietà reologiche degli impasti sono riportate in tabella 5. L'acqua assorbita dagli impasti per raggiungere le 500 BU farinografiche è diminuita all'aumentare delle umidità delle granelle. Il massimo è stato ottenuto all'11% (57% WA), mentre il minimo al 17% (51% WA). Sommando l'umidità iniziale con l'acqua determinata con il farinografo, tutti gli impasti avevano lo stesso contenuto di acqua. La stabilità degli impasti è stata influenzata significativamente dall'umidità della granella. Il valore massimo è stato ottenuto al 13% di umidità iniziale delle cariossidi. Nonostante questo massimo (circa 4 min) sia inferiore al valore ritenuto accettabile per la panificazione (5 min), il temperaggio del frumento prima della macinazione ha avuto effetti incoraggianti per la panificazione di questa tipologia di farina.

All'alveografo i valori di P (tenacità dell'impasto), L (estensibilità dell'impasto) e P/L sono stati significativamente influenzati dall'umidità di partenza dei frumenti. In particolare, si è notato un decremento di P ed un aumento di L all'aumentare dell'umidità. Conseguentemente il rapporto P/L è diminuito all'aumentare dell'umidità iniziale delle cariossidi. Considerando che il range ottimale di P/L è compreso fra 0,6 e 0,8, le migliori performance sono state in questo caso ottenute per umidità di partenza del 15%. Anche questo risultato può essere considerato importante per le farine ottenute da frumenti antichi che generalmente presentano valori di P/L troppo elevati. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata invece ottenuta per W.

**Tabella 2:** Risultati alveografici e farinografici. I risultati sono espressi come media delle 3 repliche  $\pm$  la deviazione standard. Lettere diverse rappresentano differenze statisticamente significative all'ANOVA ed al Tukey HSD test. (*a,b,c,d* per l'umidità; nessuna differenza è stata trovata per la velocità di rotazione).

<b>Campione</b>	<b>WA (%)</b>	<b>DDT (min.)</b>	<b>DS (min.)</b>	<b>TMD (BU)</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>P/L</b>	<b>W</b>
U.11% rpm	173 a	57.03 $\pm$ 0.92 0.13	2.64 ab	$\pm$ 3.31 $\pm$ 0.76	147 $\pm$ 23 a	45.3 $\pm$ 2.4 c	39.7 $\pm$ 6.5 0.12 a	1.17 $\pm$ 55.27 $\pm$ 5.90
U. 11% rpm	260 a	57.27 $\pm$ 1.33 0.21	2.47 ab	$\pm$ 3.50 $\pm$ 0.43	147 $\pm$ 15 a	43.6 $\pm$ 3.1 c	45.1 $\pm$ 4.7 0.12 a	0.98 $\pm$ 56.20 $\pm$ 5.39
U. 11% rpm	346 a	57.03 $\pm$ 1.54 0.14	2.67 ab	$\pm$ 3.42 $\pm$ 0.52	150 $\pm$ 17 a	42.8 $\pm$ 4.3 c	38.8 $\pm$ 2.7 0.20 a	1.12 $\pm$ 50.47 $\pm$ 5.35
U.13% rpm	173 b	56.60 $\pm$ 1.15 0.10	2.56 b	$\pm$ 3.67 $\pm$ 0.63	140 $\pm$ 17 a	43.7 $\pm$ 4.2 bc	44.3 $\pm$ 5.0 0.21 a	1.02 $\pm$ 56.60 $\pm$ 1.64
U. 13% rpm	260 b	55.87 $\pm$ 1.25 0.10	2.56 b	$\pm$ 3.72 $\pm$ 0.50	150 $\pm$ 10 a	43.1 $\pm$ 4.0 bc	49.9 $\pm$ 0.1 0.08 a	0.87 $\pm$ 58.20 $\pm$ 6.90

U. 13%	346	56.27 ± 1.54	2.47	±	4.08 ± 0.38	137 ± 21	41.6 ± 3.7	45.1 ± 6.4	0.95	±	53.60 ± 6.74
rpm		b	0.29		b		a	bc	0.05	a	
U.15%	173	53.73 ± 1.37	2.75	±	3.25 ± 0.43	140 ± 10	36.5 ± 1.0	51.8 ± 1.8	0.72	±	52.07 ± 0.64
rpm		c	0.25		a		b	b	0.03	b	
U.15%	260	53.73 ± 1.88	2.64	±	3.03 ± 0.21	153 ± 6	39.7 ± 3.8	50.5 ± 4.9	0.80	±	56.20 ± 7.81
rpm		c	0.38		a		b	b	0.04	b	
U. 15%	346	53.83 ± 1.44	2.75	±	3.08 ± 0.14	150 ± 10	37.6 ± 4.8	51.3 ± 5.9	0.77	±	52.27 ± 9.13
rpm		c	0.25		a		b	b	0.05	b	
U.17%	173	51.07 ± 0.40	2.56	±	2.97 ± 0.46	150 ± 17	40.1 ± 5.6	66.2 ± 3.1	0.62	±	64.80 ± 11.34
rpm		d	0.10		a		b	a	0.07	b	
U. 17%	260	51.50 ± 0.89	2.58	±	2.83 ± 0.14	160 ± 10	34.7 ± 5.3	55.4 ± 4.9	0.67	±	50.80 ± 7.12
rpm		d	0.14		a		b	a	0.11	b	
U. 17%	346	51.27 ± 0.93	2.67	±	2.92 ± 0.14	153 ± 15	36.3 ± 1.8	54.4 ± 4.7	0.69	±	53.20 ± 1.91
rpm		d	0.14		a		b	a	0.09	b	

I risultati sui pani sono riportati in Tabella 3.

**Tabella 3.** Risultati delle prove di panificazione. I risultati sono espressi come media delle 3 repliche  $\pm$  la deviazione standard. Lettere diverse rappresentano differenze statisticamente significative all'ANOVA ed al Tukey HSD test. (*a,b,c,d* per l'umidità; nessuna differenza è stata trovata per la velocità di rotazione).

<b>Campione</b>	<b>Volume specifico del pane (L/kg)</b>	<b>Volume specifico della mollica (L/kg)</b>	<b>Umidità della mollica (%)</b>	<b>Umidità della crosta (%)</b>
U.11% rpm	173 2.57 $\pm$ 0.09 b	2.74 $\pm$ 0.43 b	42.52 $\pm$ 1.08 b	26.21 $\pm$ 1.32
U. 11% rpm	260 2.72 $\pm$ 0.07 b	2.95 $\pm$ 0.47 b	42.07 $\pm$ 0.91 b	27.76 $\pm$ 1.88
U. 11% rpm	346 2.76 $\pm$ 0.07 b	2.65 $\pm$ 0.20 b	42.95 $\pm$ 0.91 b	27.69 $\pm$ 1.18
U.13% rpm	173 2.66 $\pm$ 0.05 ab	2.74 $\pm$ 0.34 a	42.60 $\pm$ 1.04 b	27.02 $\pm$ 1.78
U. 13% rpm	260 2.73 $\pm$ 0.06 ab	2.46 $\pm$ 0.18 a	42.53 $\pm$ 0.41 b	27.49 $\pm$ 1.39
U. 13% rpm	346 2.67 $\pm$ 0.08 ab	2.92 $\pm$ 0.36 a	42.15 $\pm$ 0.46 b	26.90 $\pm$ 2.81
U.15% rpm	173 2.69 $\pm$ 0.09 a	2.86 $\pm$ 0.37 ab	41.77 $\pm$ 0.35 a	27.67 $\pm$ 1.70
U.15% rpm	260 2.80 $\pm$ 0.05 a	2.70 $\pm$ 0.57 ab	41.67 $\pm$ 0.73 a	26.70 $\pm$ 1.78
U. 15% rpm	346 2.76 $\pm$ 0.07 a	2.45 $\pm$ 0.26 ab	41.72 $\pm$ 0.18 a	27.84 $\pm$ 1.91
U.17% rpm	173 2.74 $\pm$ 0.07 a	2.72 $\pm$ 0.17 b	40.79 $\pm$ 0.77 a	26.04 $\pm$ 0.21

U.	17%	260	$2.80 \pm 0.08$ a	$2.50 \pm 0.37$ b	$40.99 \pm 0.59$ a	$27.75 \pm 1.51$
rpm						
U.	17%	346	$2.74 \pm 0.06$ a	$2.68 \pm 0.19$ b	$40.31 \pm 0.52$ a	$25.32 \pm 1.57$
rpm						

Il volume specifico del pane e quello della mollica sono stati significativamente influenzati dall'umidità di partenza delle cariossidi. Il maggiore volume specifico del pane è stato ottenuto a umidità comprese fra il 15% ed il 17%, mentre per la mollica fra il 15% ed il 13%. Il volume specifico è considerato uno dei parametri più importanti per la valutazione della qualità di un pane ed, al tempo stesso, il basso volume specifico è uno dei maggiori limiti dei frumenti antichi. A titolo esemplificativo delle differenze ottenute, riportiamo i 12 pani della prima replica (Figura 6).



**Figura 6.** Pani ottenuti nel corso della prima replica.

Quindi sia la velocità di rotazione delle macine, sia il temperaggio possono essere considerati due strumenti per migliorare la panificabilità dei frumenti antichi. La velocità di rotazione influenza principalmente i parametri operativi del molino, mentre il temperaggio influenza sia l'operatività del molino, sia la qualità degli impasti e dei pani. In particolare, si segnala il decremento di P/L all'aumentare dell'umidità iniziale delle cariossidi, che compensa l'alto rapporto tenacità/estensibilità presentato in genere dai frumenti antichi. Sempre a livello di impasti, l'aumento della stabilità farinografica è un secondo risultato ricercato, data la bassa stabilità di questo tipo di frumenti. Infine, l'aumento del volume specifico del pane e della mollica ottenuto mediante la scelta della corretta umidità vanno a migliorare due aspetti di carenza importanti dei pani ottenuti a partire da frumenti antichi. Tutti questi effetti risultano essere ottenuti ad umidità di partenza delle cariossidi comprese fra il 13% ed il 15%. Pertanto, il temperaggio può aiutare a ridurre la variabilità delle farine prodotte a partire da frumenti antichi e a migliorarne sia gli impasti, sia i prodotti. La sua introduzione nel

processo di produzione di questa tipologia di farine dovrebbe essere seriamente presa in considerazione.

## **6)Rilevazione dati economici per la produzione di semente certificata di varietà di frumento non convenzionali.**

L'azione 6 della sottomisura 16.2 "GRAMONT" ha come obiettivo la stima dei costi medi di produzione della semente di frumento tenero nella filiera del progetto PIF "SECEMONT". L'azione prevedeva di rilevare i costi di produzione dal campo fino al confezionamento della semente con indagini presso almeno tre aziende agricole che produrranno la granella e l'azienda sementiera che la trasformerà e commercializzerà. Al termine dell'azione sarebbe stato prodotto un report ed un foglio elettronico aggiornabile con nuovi parametri tecnici e prezzi che poteva essere utilizzato per la definizione dei prezzi nella filiera secondo il principio dell'equa distribuzione dei benefici tra i vari attori.

### Le attività intraprese

Dopo aver delineato la strategia di rilevazione dei dati economici, tenuto conto dell'articolazione dell'intero processo produttivo della semente (dalle spighe progenie fino alla semente certificata confezionata), è stato predisposto un piano di rilevazione dei dati presso 3 unità produttive della fase agricola e l'unità produttiva della fase di selezione, certificazione e confezionamento. I dati sono stati rilevati mediante interviste utilizzando una apposita scheda della tecnica. Sono stati intervistati i responsabili dei processi di coltivazione e trasformazione presso le 4 unità produttive secondo il seguente calendario:

10 settembre 2019 Azienda Spighe Toscane (Bagno a Ripoli) per la rilevazione dei costi di selezione e confezionamento, con successive integrazioni di indagine per via telefonica/telematica.

14 maggio 2020 Azienda Agricola Sansone (Montespertoli) per la rilevazione dei costi di moltiplicazione, anche in questo caso con successive integrazioni per via telefonica/telematica. Intervista svolta in luogo aperto nel rispetto dei protocolli anti covid dell'Università degli Studi di Firenze.

21 maggio 2020 Azienda agricola Voltolini (Torrita di Siena) per la rilevazione dei costi di moltiplicazione, anche in questo caso con successive integrazioni per via telefonica/telematica. Intervista svolta in luogo aperto nel rispetto dei protocolli anti covid dell'Università degli Studi di Firenze.

11 giugno 2020 Azienda agricola sperimentale dell'Ente Toscano Sementi (Pelago) per la rilevazione costi di produzione del nucleo di prima moltiplicazione con ulteriori integrazioni per via telefonica/telematica. Sopralluogo svolta in luogo aperto nel rispetto dei protocolli anti covid dell'Università degli Studi di Firenze.

Una volta ultimata la raccolta dei dati gli stessi sono stati elaborati mediante foglio elettronico excel come descritto più avanti. I risultati preliminari dell'analisi sono stati discussi e validati durante un meeting online con gli agricoltori tenutosi il 20 novembre 2020 con il direttivo dell'associazione grani

antichi Montespertoli e mediante contatti di follow up con tutti gli intervistati. Nel 2021 è stato effettuato un incontro informativo sui costi di produzione e sull'utilizzo del modello di foglio elettronico nell'ambito della sottomisura 1.2 del PIF

## **Stima del costo di produzione delle sementi certificate**

Una delle finalità del Progetto GraMont è la definizione dei prezzi all'interno della filiera dei Grani antichi di Montespertoli secondo il principio dell'equa distribuzione dei benefici tra i suoi vari attori.

La presente stima è orientata da assolvere questo obiettivo relativamente ai soggetti coinvolti nella produzione di semente certificata per la coltivazione dei grani antichi utilizzati nella filiera.

La produzione della semente certificata, in generale, interessa diversi soggetti di natura agricola e almeno una Ditta sementiera che ha connotati precipuamente industriali. Agli agricoltori spetta il compito di moltiplicare le diverse categorie di semente e alla seconda competono la selezione meccanica e le procedure di certificazione secondo le norme di settore.

A questi si aggiunge un terzo soggetto responsabile della conservazione del germoplasma di origine della specifica varietà che cura, in proprio o presso terzi, le prime moltiplicazioni in purezza.

La filiera dei Grani antichi di Montespertoli riguarda tre “varietà da conservazione” di frumento tenero per le quali, data la loro limitatissima diffusione, ne risulta praticamente esaustiva per la produzione di semente certificata coinvolgendo tutti i soggetti sopra menzionati.

Per questo motivo non esiste di fatto la disponibilità di prezzi di mercato dei prodotti intermedi nei passaggi tra i diversi soggetti, necessari invece per la definizione dei rispettivi costi e ricavi.

È stato quindi necessario considerare l'intero itinerario produttivo, iniziando dalla moltiplicazione del germoplasma in conservazione, e determinare per i prodotti di ciascun soggetto i relativi costi di produzione e i rispettivi ricavi, questi ultimi valutati in prima istanza sulla base del “prezzo di pareggio”.

**Fasi della produzione della semente certificata dei grani antichi**

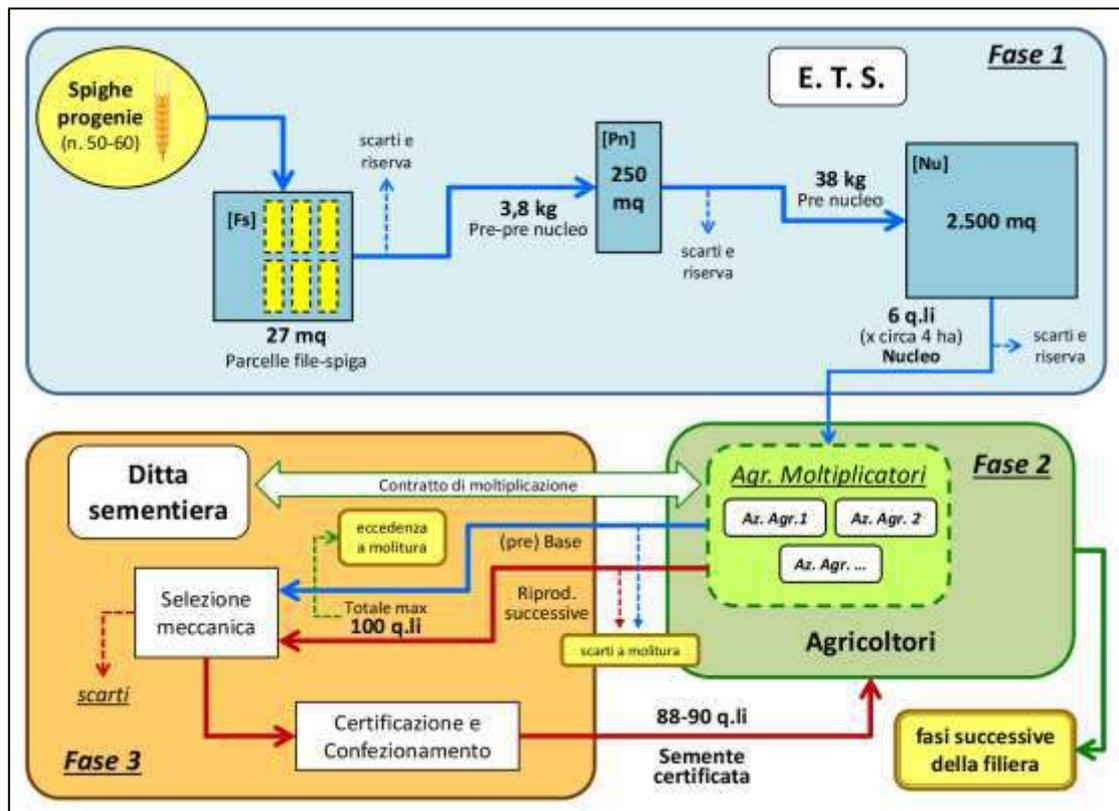
Nel processo di produzione della semente certificata dei Grani antichi di Montespertoli si possono distinguere tre fasi:

Fase 1 - Produzione della semente di categoria Nucleo a partire dalle spighe progenie conservate dall'Ente Toscano Sementi (ETS).

Fase 2 - Moltiplicazioni del Nucleo e successive eseguite nelle proprie aziende da alcuni agricoltori facenti parte della filiera.

Fase 3 - Selezione meccanica della granella prodotta dalla fase precedente e procedure di certificazione della semente finita.

Nella Figura 1 sono schematizzate le tre fasi, i soggetti coinvolti e i flussi di prodotti tra e dentro le stesse.



**Figura 1 - Fasi della produzione della semente certificata e flussi dei prodotti**

### Fase 1 - Produzione del Nucleo

La produzione del nucleo è eseguita da ETS e prevede tre moltiplicazioni iniziando dalla progenie conservata. Queste sono ovviamente eseguite in anni successivi ma si ripetono ogni anno. Le dimensioni dei singoli processi di moltiplicazione sono calibrate in base alle necessità presunte del prodotto finale (Nucleo).

- Produzione del Pre-pre nucleo - Semina della granella ottenuta dalle singole spighe progenie in “file spiga” della lunghezza di circa 1,5 m e distanziate di 30 cm tra loro, riunite in piccole parcelle separate da corridoi di circa 80 cm. Per 60 file spiga la superficie produttiva risulta di circa 27 mq e quella complessivamente occupata<sup>1</sup> di circa 34 mq. La produzione utile di semente è stata considerata pari a 3,8 kg di Pre-pre nucleo, al netto dei notevoli scarti dovuti alle epurazioni dalle piantine non conformi agli standard varietali, alla pulizia della granella ottenuta e alla riserva di sicurezza per il mantenimento della progenie.

- Produzione del Pre nucleo - La semente ottenuta dalla moltiplicazione precedente è seminata in strisce di circa 40-42 m di lunghezza e di circa 3 m di larghezza, anch'esse separate da corridoi di circa 80 cm per agevolare le operazioni di epurazione. Per la quantità di seme indicata, la superficie produttiva risulta di circa 250 mq e quella occupata di circa 386 mq, mentre la produzione utile di Pre nucleo è di circa 38 kg.

<sup>1</sup> La distinzione tra i due tipi di superficie è necessaria perché alcune operazioni, come le lavorazioni del terreno, interessano tutta l'area occupata dalle parcelle delle diverse moltiplicazioni comprensive anche dei corridoi e delle fasce di rispetto, mentre altre (semina, epurazioni ecc.) sono eseguite solo sulla superficie netta che corrisponde a quella indicata come produttiva.

- Produzione del Nucleo - Il Pre nucleo è seminato in parcelloni di 2.000-5.000 mq a seconda delle necessità di prodotto finale che, per la stima dei costi di produzione, si è ipotizzata pari a circa 600 kg utili per la successiva coltivazione di circa 4 ha. Ne risultano una superficie produttiva di circa 2.500 mq pari a circa 2.700 mq al lordo delle fasce di rispetto ecc.

Le superfici, le rese e gli impieghi di seme sono delle tre moltiplicazioni sono riepilogati nella Tabella 1.

**Tabella 1- Superfici delle parcelle e altri parametri considerati per la produzione del Nucleo**

		Parcelle		
		File spiga	Pre nucleo	Nucleo
superficie lorda	mq	34	386	2.700
superficie netta	mq	27	252	2.500
seme impiegato	g/mq	15	15	15
	kg	0,405	3,780	37,500
	kg/ha	150	150	150
resa (lorda)	q.li/ha	25	25	25
produzione (lorda)	kg	6,8	63,0	625
produzione utilizzata	kg	3,8	37,5	600
	q.li/ha	14,00	14,88	24,00
	su produzione	56%	60%	96%
scarto e scorte	kg	3,0	25,5	25
	q.li/ha	11,00	10,12	1,00
	su produzione	44%	40%	4%
Totale superfici: lorda = 3.120 mq; produttiva = 2.779 mq				
Dose seme impiegato: per tutte = 15 g/mq (150 kg/ha)				
Rese medie adottate: per tutte = 25 q.li/ha (250 g/mq)				
Necessità prevista di Nucleo: 150 kg/ha x 4 ha = 600 kg				

## Fase 2 - Moltiplicazioni del Nucleo e successive

Il Nucleo ottenuto nella fase precedente è moltiplicato da alcuni agricoltori, nelle proprie aziende, su appezzamenti adeguati per dimensioni e qualità. Le tecniche di coltivazione sono pressoché le stesse adottate normalmente da ciascun agricoltore per i grani antichi oggetto della filiera, seppure con qualche accorgimento.

Infatti per la produzione di granella destinata alla riproduzione occorre inserire il frumento in una rotazione almeno triennale e adottare una particolare cura in alcune operazioni per evitare inquinamenti con varietà estranee: preventiva pulizia della seminatrice, raccolta separata di adeguate fasce di rispetto e poi accurata pulizia della mietitrebbiatrice prima di procedere con il resto dell'appezzamento<sup>2</sup>.

La granella prodotta è conferita alla Ditta sementiera (Spighe Toscane) per la fase successiva.

Il processo di moltiplicazione si può ripetere per un certo numero di volte utilizzando in questo caso, anziché il Nucleo, la semente selezionata e certificata dalla Ditta sementiera. Il numero di riproduzioni successive alla prima è limitato dal decadimento della purezza genetica della varietà.

<sup>2</sup> La granella scartata è destinata alla molitura.

### Fase 3 - Selezione meccanica e certificazione.

La granella prodotta dagli agricoltori “moltiplicatori” è conferita alla Ditta sementiera che vi esegue una serie di operazioni di pulizia e selezione meccanica e quindi il confezionamento con apposizione anche del cartellino attestante la certificazione della varietà, della categoria della semente e del rispetto dei relativi requisiti minimi merceologici.

La gran parte di questa semente è destinata agli agricoltori “utilizzatori” per la produzione di grano da macina, mentre una piccola parte è riservata alle ulteriori moltiplicazioni descritte nella fase precedente.

La quantità di semente certificata prodotta è stimata in circa 160-180 q.li/anno in base alle capacità di lavoro degli impianti della Ditta sementiera Spighe Toscane, partner del progetto, che sono di circa 200 q.li di granella lavorata suddivisa tra le diverse varietà da conservazione. Per le eventuali eccedenze di granella da seme prodotta dagli agricoltori è prevista la destinazione alla molitura.

### Costo di produzione della granella da seme

I costi di produzione sono stati stimati utilizzando i dati necessari rilevati per intervista tramite apposito questionario presso le aziende interessate.

### Dimensioni processi di produzione della granella da seme

Circa le prime due fasi, costituite dalla coltivazione del frumento da seme, occorre ricordare la necessità che questa coltura sia inserita in una rotazione almeno triennale i cui risultati economici incidono, in positivo o in negativo, sul costo di produzione della semente. Di fatto il processo produttivo del frumento da seme è costituito dall'intera rotazione della quale la granella di grano antico costituisce il prodotto principale.

Il costo della granella da seme risulta quindi pari alla somma dei costi di tutte le colture della rotazione al netto dei relativi ricavi. Dai ricavi è ovviamente escluso quello dalla vendita del prodotto principale (la granella da seme) del quale, appunto, si vuole determinare il costo unitario (Figura 2).

Coltura	Rotazione				Totale
	Principale	Coltura 2	Coltura 3	Coltura ...	
Produzione q.li	P.1	P.2	P.3	P. ...	P.Tot
Ricavi €	no!	R.2	R.3	R. ...	R.Tot
Costi €	C.1	C.2	C.3	C. ...	C.Tot
<b>Costo netto unitario = ( C.Tot - R.Tot ) / P.1 € / q.le</b>					

*Figura 2 - Schema di calcolo del costo di produzione netto del prodotto principale*

Le dimensioni di riferimento adottate per questo processo di produzione complesso sono quelle della rotazione assestata: 1 ettaro per la coltura principale più 1 ettaro per ognuna delle altre colture attuate durante l'arco della rotazione.

In particolare, per la produzione del Nucleo il processo produttivo complessivo è costituito dalle tre singole produzioni della semente Pre-pre nucleo, Pre nucleo e Nucleo e da due colture in rotazione (Favino da granella e Sovescio di favino). La superficie di riferimento è di circa 9.360 mq, data dalla somma di quella lorda della coltura che dà il prodotto principale (il Nucleo) più quelle necessarie per

la sua realizzazione (ovvero le File spiga e il Pre nucleo, per un totale di circa 3.120 mq come indicato nella Tabella 1) più altrettanta per ciascuna delle due colture in rotazione.

### Schede della tecnica

L'elaborazione dei dati rilevati ha permesso di definire una "Scheda della tecnica" per ciascuna delle colture delle rotazioni attuate dalle aziende interessate.

Questa comprende l'elenco cronologico delle operazioni eseguite e i relativi "coefficienti tecnici", ovvero le rese e i fabbisogni unitari dei fattori produttivi (manodopera, macchine, materie prime).

Assegnando alle quantità dei prodotti e degli impieghi i relativi prezzi unitari si è costruito il bilancio economico dei singoli processi e dell'intera rotazione e quindi, come descritto in precedenza, calcolato il costo unitario di produzione della granella da riproduzione.

Nella Figura 3 è mostrato lo schema del bilancio economico adottato.

<p><b>Ricavi</b></p> <p>Prodotti principali *</p> <p>Prodotti secondari</p> <p>Contributi accoppiati</p> <p>Altri ricavi</p> <hr/> <p><b>R. Totale ricavi</b></p> <p>* escluso granella da seme</p>	<p><b>Costi</b></p> <p><u>Costi monetari variabili:</u></p> <p>Spese per materie prime:</p> <p>Consumi e manutenzione macchine</p> <p>Terzisti</p> <p>Salari e oneri sociali lavoro avventizio</p> <hr/> <p>Totale costi monetari variabili</p> <p><u>Costi monetari fissi</u></p> <p>Spese varie macchine</p> <p>Salari e oneri sociali lavoro fisso dip.</p> <p>Salari e oneri sociali lavoro familiare</p> <p>Quota spese generali, imposte, ecc.</p> <hr/> <p>Totale costi monetari fissi</p> <hr/> <p>Cm. Totale costi monetari</p> <p><b>Costo di produzione della granella da seme</b></p>	<p><u>Quote ammortamento per:</u></p> <p>Investimenti fondiari</p> <p><u>Macchine motrici e operatrici</u></p> <p>Totale quote</p> <p><u>Interessi su:</u></p> <p>Capitale fondiario</p> <p>Capitale macchine</p> <p><u>Capitale di anticipazione</u></p> <p>Totale interessi</p> <hr/> <p>Cc. Totale costi calcolati</p> <hr/> <p><b>Ct. Costo economico totale</b></p>
<p><b>monetario = R - Cm</b></p> <p><b>economico = R - Ct</b></p>		

**Figura 3 - Schema del bilancio per il calcolo del costo di produzione della granella da seme**

I ricavi sono suddivisi in principali (con esclusione di quello della coltura da seme per quanto detto in precedenza), secondari (es. gli scarti di granella destinati alla molitura), contributi accoppiati (es. quello del grano duro) ed altri eventuali (es. contributi disaccoppiati, ecc.)<sup>3</sup>. Le rese e prezzi dei prodotti ottenuti sono quelli dichiarati dalle aziende interessate.

I costi sono classificati in variabili e fissi e inoltre suddivisi in monetari e "calcolati". Questi ultimi, costituiti dagli ammortamenti e dagli interessi, sono spesso poco percepiti dagli agricoltori che tendono a eseguire le loro scelte basandosi soprattutto sui costi monetari. Pertanto il costo unitario di produzione della semente è stato determinato con riferimento ad entrambe le categorie di costi.

<sup>3</sup> Le rese e i prezzi dei prodotti, delle materie prime e del lavoro sono comunque modificabili nel software di calcolo come indicato nella parte specifica.

Le quantità e i costi dei fattori produttivi impiegati (materie prime e servizi, lavoro e macchine) sono quelle rilevate nelle aziende. Fanno eccezione il costo orario delle macchine e del lavoro dipendente che sono stati stimati in base a dati o procedure standardizzate.

In particolare, per le macchine è stata applicata una procedura di calcolo del costo orario di esercizio, basata su dati e coefficienti ricavati dalla letteratura specifica e opportunamente adeguati al caso in essere, che permette di distinguere le diverse voci dei costi variabili (consumi e manutenzioni) e fissi (generali, ammortamenti e interessi).

Per il costo orario del lavoro dipendente è stato assunto quello di un operaio agricolo specializzato reperito dal Prezzario Regionale della Toscana delle Opere Pubbliche - 2020.

Il costo orario del lavoro familiare invece non è determinabile a priori dipendendo essenzialmente dalle aspettative reddituali dell'agricoltore e quindi del tutto soggettive. Per esso quindi è stato assunto un valore arbitrario stimato in base all'esperienza acquisita con lavori pregressi.

Anche per il capitale fondiario e i saggi di interesse sono stati assunti valori standard. Nel calcolo del costo di produzione del Nucleo, tra gli investimenti fondiari è stata compresa anche la realizzazione di una adeguata protezione contro i danni da ungulati selvatici.

Per una descrizione più dettagliata delle Schede della tecnica si rimanda alla parte sul software di simulazione.

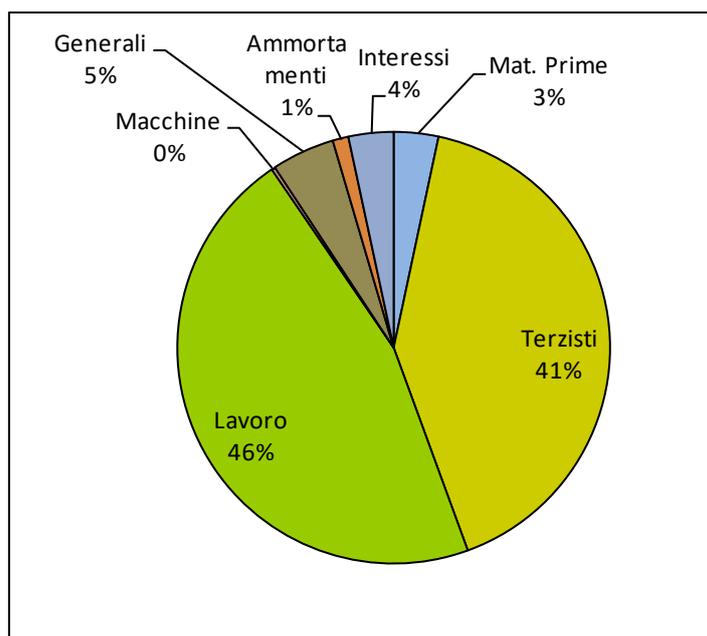
### Costi di produzione della granella da riproduzione

Nelle tabelle e nei grafici seguenti è riportato il riepilogo dei costi di produzione delle aziende rilevate.

**Tabella 2 - Costo di produzione della granella da seme - Az. ETS**

<b>Azienda: ETS</b>					
Processo principale: Nucleo					
Prodotto principale: Nucleo (24,00 q.li/ha)					
Rotazione: 3 anni - Sup. 9.361 mq					
<b>Calcolo del costo unitario di produzione del prodotto principale</b>					
		Coltura principale		Rotazione	
		0,27 ha	per q.le *	0,9361 ha	per q.le *
Ricavi (senza prodotto princ.)	€	0	0	136,52	21,07
Costi monetari	€	1.094,86	168,96	1.902,02	293,52
al netto ricavi	€	1.094,86	168,96	1.765,51	<b>272,45</b>
Costo economico totale	€	1.126,52	173,85	1.992,17	307,43
al netto ricavi	€	1.126,52	173,85	1.855,65	<b>286,37</b>
<i>Costi senza il seme della coltura principale</i>					
Seme impiegato	kg	52,60	8,12		
	€	0	0		
Costi monetari	€	1.094,86	168,96	1.902,02	293,52
al netto ricavi	€	1.094,86	168,96	1.765,51	<b>272,45</b>
Costo economico totale	€	1.126,52	173,85	1.992,17	307,43
al netto ricavi	€	1.126,52	173,85	1.855,65	<b>286,37</b>

\* per q.le prodotto di Nucleo

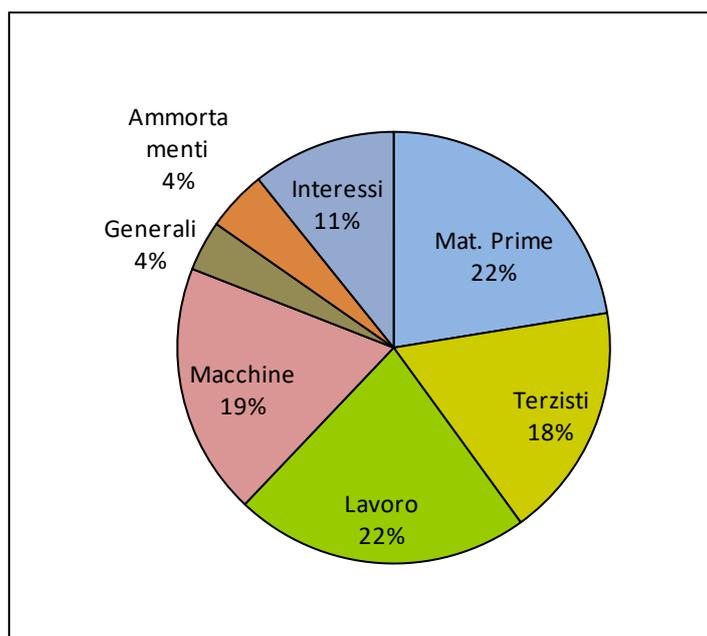


**Grafico 1 - Composizione del costo di produzione della granella da seme - Az. ETS**

**Tabella 3 - Costo di produzione della granella da seme - Az. A**

<b>Azienda: A</b>					
Processo principale: Grano antico da seme (A)					
Prodotto principale: Fr. Ten. antico da seme (18,50 q.li/ha)					
Rotazione: 3 anni - Sup. 3,00 ha					
<b>Calcolo del costo unitario di produzione del prodotto principale</b>					
		Coltura principale		Rotazione	
		1,00 ha	per q.le *	3,00 ha	per q.le *
Ricavi (senza prodotto princ.)	€	140,00	7,57	601,87	32,53
Costi monetari	€	846,21	45,74	1.346,45	72,78
al netto ricavi	€	706,21	38,17	744,58	<b>40,25</b>
Costo economico totale	€	947,29	51,20	1.588,76	85,88
al netto ricavi	€	807,29	43,64	986,89	<b>53,35</b>
<u>Costi senza il seme della coltura principale</u>					
Seme impiegato	kg	180,00	9,73		
	€	252,00	13,62		
Costi monetari	€	594,21	32,12	1.094,45	59,16
al netto ricavi	€	454,21	24,55	492,58	<b>26,63</b>
Costo economico totale	€	695,29	37,58	1.336,76	72,26
al netto ricavi	€	555,29	30,02	734,89	<b>39,72</b>

\* per q.le prodotto di Fr. Ten. antico da seme

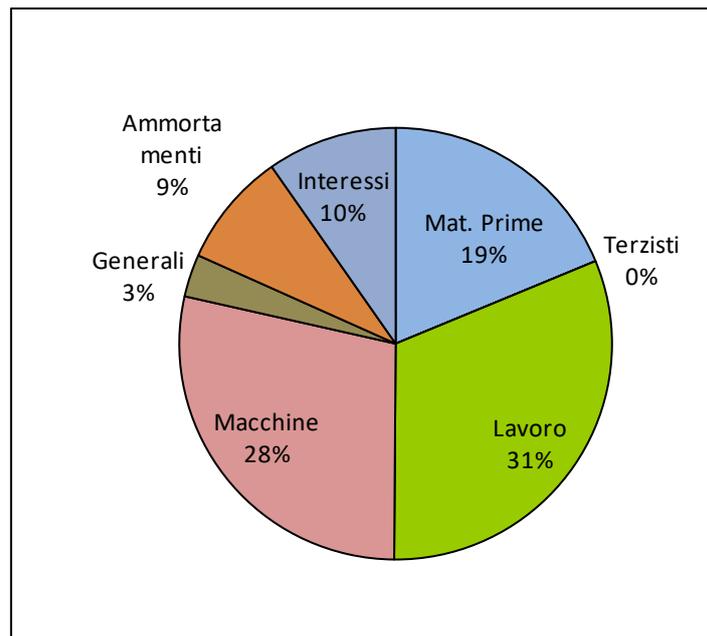


**Grafico 2- Composizione del costo di produzione della granella da seme – Az. A**

**Tabella 4 - Costo di produzione della granella da seme - Az. B**

<b>Azienda: B</b>					
Processo principale: Grano antico da seme (B)					
Prodotto principale: Fr. Ten. antico da seme (17,50 q.li/ha)					
Rotazione: 7 anni - Sup. 7,00 ha					
<b>Calcolo del costo unitario di produzione del prodotto principale</b>					
		Coltura principale		Rotazione	
		1,00 ha	per q.le *	7,00 ha	per q.le *
Ricavi (senza prodotto princ.)	€	175,00	10,00	2.978,83	170,22
Costi monetari	€	814,59	46,55	3.585,59	204,89
al netto ricavi	€	639,59	36,55	606,76	<b>34,67</b>
Costo economico totale	€	925,62	52,89	4.386,78	250,67
al netto ricavi	€	750,62	42,89	1.407,96	<b>80,45</b>
<u>Costi senza il seme della coltura principale</u>					
Seme impiegato	kg	170,00	9,71		
	€	238,00	13,60		
Costi monetari	€	576,59	32,95	3.347,59	191,29
al netto ricavi	€	401,59	22,95	368,76	<b>21,07</b>
Costo economico totale	€	687,62	39,29	4.148,78	237,07
al netto ricavi	€	512,62	29,29	1.169,96	<b>66,85</b>

\* per q.le prodotto di Fr. Ten. antico da seme



**Grafico 3 - Composizione del costo di produzione della granella da seme – Az. B**

I costi di produzione delle aziende agricole risultano piuttosto diversi tra loro sia per valori assoluti che per la diversa proporzione tra costi monetari e costi calcolati. Queste differenze sono imputabili a più fattori.

Il primo è la diversa produzione unitaria media dichiarata della coltura principale (q.li/ha di granella da seme ottenuta), mentre tra gli altri si possono indicare alcuni fattori tecnici (diversa durata e composizione dalla rotazione, diversa tecnica colturale, ricorso a terzisti, ecc.) ed altri di tipo strutturale delle aziende (dimensioni, parco macchine, ecc.).

Non essendo questo l'ambito per una analisi dell'efficienza tecnico-economica delle singole aziende, non si è operata alcuna normalizzazione critica dei dati di base e dei risultati<sup>4</sup>. Pertanto nei calcoli che seguono è stato ritenuto sufficiente adottare la media dei costi aziendali ottenuti con i dati rilevati.

### **Costo di produzione della selezione meccanica**

#### **Dimensioni e flussi della fase di selezione meccanica**

L'impianto della ditta sementiera Spighe Toscane è proporzionato per una quantità complessiva di granella da lavorare di circa 800 q.li/anno ma la Ditta tratta anche altri tipi di granelle non pertinenti i grani antichi oggetto del progetto (frumento da macina e farro). La quantità di frumento lavorato è di circa 500 q.li/anno dei quali solo 200 q.li/anno di grani antichi di diverse varietà.

La selezione meccanica eseguita dalla Ditta prevede l'esecuzione in serie di diverse operazioni che interessano specifiche parti dell'impianto con diverse capacità di lavoro<sup>5</sup>. È stato quindi necessario

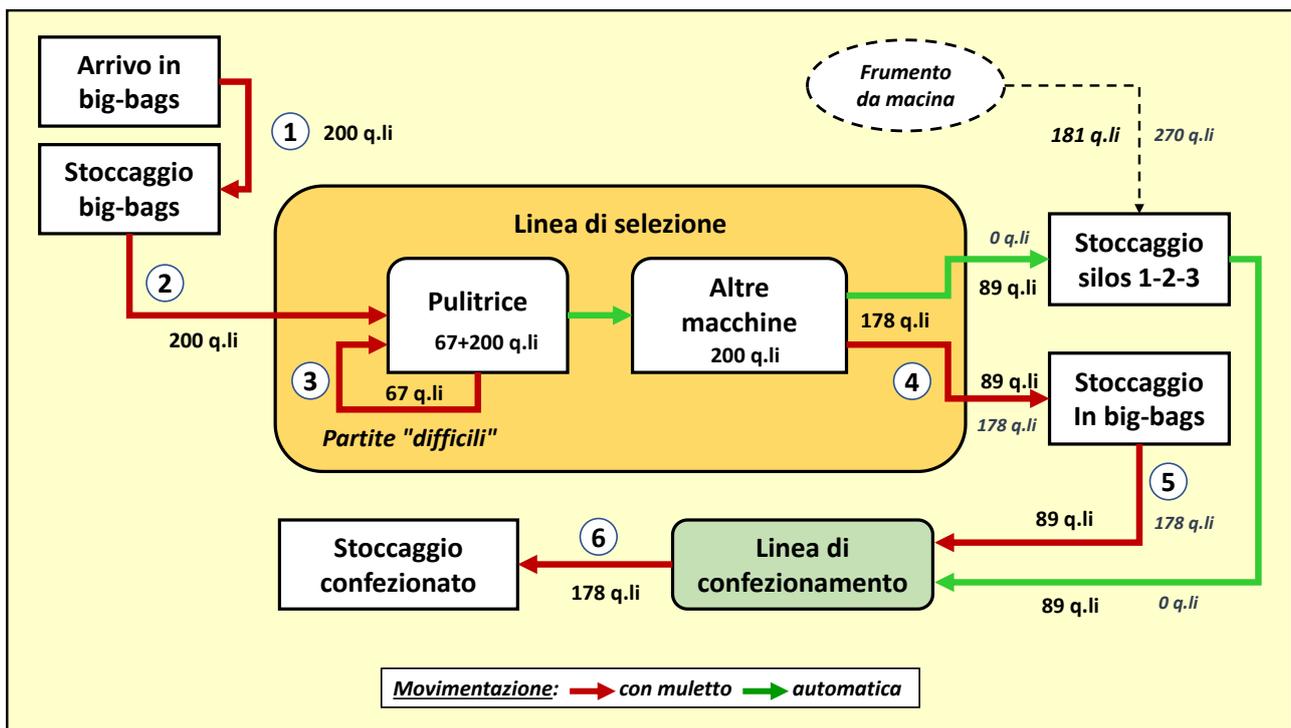
<sup>4</sup> Un eventuale aggiustamento dei risultati aziendali è comunque attuabile tramite le diverse possibilità di personalizzazione delle Schede aziendali come esposto nella parte riguardante il software realizzato.

<sup>5</sup> La particolare articolazione di questo processo produttivo non ha reso possibile adattarlo alla struttura delle Schede della tecnica utilizzata per i processi agricoli sopra descritte. La Scheda tecnica coincide sostanzialmente con le tabelle che seguono, salvo che per la possibilità di personalizzazione di alcuni parametri descritta nella parte sul software prodotto.

individuare le diverse operazioni e i relativi flussi di materiale lavorato per poter stabilire le quote dei costi comuni da attribuire alla sola semente certificata dei grani antichi.

Le quantità indicate sono ovviamente suscettibili di variazioni annuali che incidono sui costi complessivi e sulla loro ripartizione, ma ai fini della stima dei costi esse sono state assunte come normali e corrispondenti ad un impiego standard dell'impianto.

Nella Figura 4 e nella Tabella 5 sono mostrati lo schema dei flussi con le quantità di riferimento, adottate per i calcoli che seguono, e il dettaglio delle operazioni eseguite nell'impianto di selezione meccanica.



*Figura 4 - Schema dei flussi della granella lavorata dall'impianto di selezione per la parte attinente la produzione di semente certificata*

**Tabella 5 - Dettaglio delle operazioni eseguite per la selezione meccanica**

Operazioni	Frumento		Farro	Totale
	per seme	per macina		
<u>Stoccaggio granelle in arrivo</u>				
in big-bags (1)	160 q.li muletto	150 q.li muletto	150 q.li muletto	460 q.li muletto
in Silos		150 q.li silos n. 4	150 q.li silos n. 4	300 q.li
<b>totale</b>	160 q.li	300 q.li	300 q.li	760 q.li
<u>Selezione meccanica</u>				
carico con big-bags (2)	160 q.li muletto	150 q.li muletto	150 q.li muletto	460 q.li muletto
Distinzione partite:	difficili (1 su 3)	normali (2 su 3)		
<b>totale</b>	53 q.li	107 q.li		160 q.li
Prepulizia (3)	53 q.li solo pulitrice muletto			53 q.li solo pulit. muletto
Intera linea selezione	53 q.li linea frum.	107 q.li linea frum.	300 q.li linea frum.	300 q.li linea farro
calo lavorazione prodotto pulito ottenuto	12,5% 47 q.li	10,0% 96 q.li	10,0% 270 q.li	10,0% 270 q.li
<b>totale</b> Resa media	143 q.li 89,17%	270 q.li	270 q.li	683 q.li
<u>Stoccaggio pulito *</u>				
in big-bags (50%) (4)	71 q.li muletto	135 q.li muletto		206 q.li muletto
in silos (50%)	71 q.li silos n. 1-2-3	199 q.li silos 1-2-3	270 q.li -	540 q.li
<b>totale</b>	143 q.li	270 q.li	270 q.li	683 q.li
<u>Insaccamento e stoccaggio *</u>				
ricevimento da big-bags (5)	71 q.li muletto			71 q.li muletto
confezionamento sementi	143 q.li insacatrice materiali			143 q.li
stoccaggio confezionato (6)	143 q.li muletto			143 q.li
<b>totale</b>	143 q.li	-	-	143 q.li
<u>Altre lavorazioni</u>				
movimentazione big-bags		270 q.li muletto	270 q.li muletto	540 q.li
moliture, ecc.		<i>altre macchine</i>		
Riepilogo impieghi muletto	659 q.li	705 q.li	570 q.li	1934 q.li
Riepilogo impieghi silos n. 1-2-3	71 q.li	199 q.li	0 q.li	270 q.li

Da notare l'operazione "pre-pulizia" che consiste in un passaggio aggiuntivo della granella nella pulitrice prima della immissione nella restante parte della linea di selezione. Tale operazione si rende necessaria per partite molto sporche, fatto abbastanza frequente nella coltivazione dei grani antichi

della filiera in esame data l'assenza della pratica del diserbo e che la Ditta intervistata stima debba essere eseguita mediamente per una partita su tre.

### **Operazioni aggiuntive di "ripasso"**

Parte della semente selezionata nel 2020 è risultata con purezza specifica insufficiente, ovvero con presenza di semi di altre specie superiore ai limiti consentiti.

Pertanto per questa campagna è stato necessario eseguire un "ripasso" della semente già lavorata, ovvero un nuovo ciclo di selezione meccanica, con conseguente aggravio dei costi di trasformazione e riduzione delle rese di lavorazione.

Si ritiene che la purezza insufficiente sia stata originata da una delle seguenti cause o, più probabilmente, da entrambe:

- eccessivo inquinamento della semente conferita dagli agricoltori;
- regolazione poco spinta della selezione meccanica.

Infatti la presenza di Orzo, Frumento duro e perfino di semi di Girasole rilevata nei campioni del prodotto finito, indicherebbe una scarsa cura delle operazioni in campo, perlomeno in una o più delle fasi di raccolta, stoccaggio e consegna.

D'altra parte anche le alte rese di lavorazione che sarebbero state ottenute nel 2020 (Tabella 6), con cali prossimi a quelli minimi (normali: 7,5-12,% e medio 10% come indicati dalla Ditta sementiera), potrebbero essere dovute a una non sufficiente intensità della selezione meccanica. La stessa presenza del Girasole, che quantomeno non avrebbe dovuto superare la selezionatrice ottica, fa presumere un qualche problema in questa fase.

**Tabella 6 - Rese di selezione ottenute nel 2020**

Varietà	lavorato	ottenuto	resa	cali
Gentil rosso	88,5 q.li	81,0 q.li	91,53%	8,47%
Andriolo	35,0 q.li	32,4 q.li	92,57%	7,43%
Totale	123,5 q.li	113,4 q.li	91,82%	8,18%

Si ritiene comunque che il "ripasso" sia una pratica normalmente non necessaria purché tutte le fasi di produzione siano eseguite con la cura dovuta, sia da parte degli agricoltori che della Ditta sementiera. Pertanto nel calcolo dei costi "normali" si è tenuto conto di una resa di lavorazione media tra i limiti ritenuti "normali" dalla Ditta sementiera, ipotizzando una purezza specifica "normale" della semente conferita.

Il costo del "ripasso" è stato stimato solo per evidenziare i possibili effetti di una insufficiente cura del complessivo processo di produzione della semente certificata, in campo e/o in stabilimento.

Si osserva che, in teoria, i maggiori costi conseguenti a un eventuale "ripasso" potrebbero essere compensati o con un maggior prezzo della semente finita per gli agricoltori utilizzatori e/o con un minor prezzo di quella da lavorare conferita alla Ditta sementiera dagli agricoltori moltiplicatori.

Si ritiene che potrebbe essere derimente la questione procedere al prelievo di campioni delle partite in ingresso e stabilire una equa riduzione del prezzo della granella conferita in base alla quantità e/o

tipologia delle impurità presenti qualora queste superino limiti definiti. Ciò porterebbe diversi vantaggi:

- mantenere il prezzo base della semente selezionata venduta agli agricoltori utilizzatori con benefici per l'intera filiera dei grani antichi;
- stimolare gli agricoltori moltiplicatori a operare con la dovuta accortezza nelle fasi critiche per questo aspetto;
- individuare le responsabilità di eventuali scarsi risultati finali che potrà essere così attribuita agli agricoltori o, viceversa, a una insufficiente intensità della selezione meccanica.

Costi di trasformazione e di produzione della fase di selezione meccanica

Per ogni componente dell'impianto di selezione (macchine e fabbricati) sono stati determinati gli ammortamenti e gli interessi annui (da ripartire pro-quota secondo i flussi sopra descritti) e i costi orari per il consumo di energia.

Tali costi sono riepilogati nella Tabella 7.

**Tabella 7 - Riepilogo dei costi di macchine e impianti**

Componenti della linea di selezione	Quota selez. costi calcolati			Totali per q.le *		Energia	
	ammort.	interessi	Totali	lavorato	prodotto	kWh	€/ora
Pulitrice	25	3	28	0,14	0,16	1,80	0,39
Altre comuni	1.307	163	1.471	7,35	8,25	46,61	10,02
Intera linea selezione	1.332	167	1.499	7,49	8,40	48,41	10,41
<i>Linea selez. solo "ripasso"</i>			-	-	-	45,51	9,78
Linea insaccamento	176	12	188	0,94	1,06	0,38	0,08
Silos 1-2-3	826	124	949	4,75	10,65	-	-
Fabbricati	878	193	1.071	5,35	6,00	-	-
				per q.le movim.**			
Muletto	157	8	165	0,20		4,28	0,92

\* lavorati 200 q.li, prodotti 178 q.li; \*\* movimentato dal muletto 823 q.li

Nella Tabella 8 sono indicate le capacità di lavoro delle diverse componenti dell'impianto di selezione, distinguendo anche l'eventuale "ripasso" che interessa solo alcune di esse.

**Tabella 8 - Capacità di lavoro di macchine e impianti utilizzati nella selezione meccanica**

Componenti della linea di selezione	capacità di lavoro q.li/ora
Pulitrice	3,00
Altre comuni	3,00
Intera linea selezione	3,00
Linea insaccamento	6,00
Muletto	30,00
<i>Pulitrice solo "ripasso"</i>	3,75
<i>Linea selez. solo "ripasso"</i>	3,75
Silos 1-2-3	-
Fabbricati	-

Pur trattandosi di una lavorazione in continuo, alcune operazioni sono eseguite per quantità discrete che abbiamo indicato come “moduli”, non sempre coincidenti tra i diversi passaggi lungo la linea di selezione. La loro dimensione dipende dalla capacità di lavoro delle specifiche macchine interessate da quella operazione, dalla produzione della fase precedente (es. movimentazione del pulito ottenuto dal modulo precedente), dalla necessità di mantenere partite distinte, dalla logistica delle movimentazioni, ecc.

Pertanto, nella elaborazione della Scheda della tecnica della selezione meccanica, che costituisce la base per il calcolo dei costi di produzione, le quantità degli impieghi sono state riferite alle dimensioni di ciascun modulo, come riportato nelle tabelle seguenti.

Le dimensioni medie dei moduli sono state definite sulla base dei flussi e delle capacità di lavoro delle macchine impiegate.

**Tabella 9 - Operazioni, impieghi di macchine e costo dell'energia consumata**

Operazioni		Macchine				
descrizione	modulo	descrizione	capacità di lav. q.li/ora	ore	costo energia €/ora	Euro
<u>Ricevimento granelle</u>						
movimentazione big-bags	15,0 q.li	Muletto	30,00	0,50	0,92	0,46
Totale	15,0 q.li					0,46
	per 1 q.le					<b>0,03</b>
<u>Selezione - Partite normali</u>						
Ingresso granelle in big-bags	15,0 q.li	Muletto	30,00	0,50	0,92	0,46
Selezione movimentazione big-bags	15,0 q.li	Muletto	30,00	0,50	0,92	0,46
selezione meccanica	15,0 q.li	Intera linea selezione	3,00	5,00	10,41	52,04
Totale	15,0 q.li					52,96
	per 1 q.le					<b>3,53</b>
<u>Adde per partite "difficili"</u>						
movimentazione big-bags	20,0 q.li	Muletto	30,00	0,67	0,92	0,61
prepulitura	20,0 q.li	Pulitrice	3,00	6,67	0,39	2,58
Totale	20,0 q.li					3,19
	per 1 q.le					<b>0,16</b>
<u>Stoccaggio pulito</u>						
movimentazione big-bags	13,0 q.li	Muletto	30,00	0,43	0,92	0,40
Totale	13,0 q.li					0,40
	per 1 q.le					<b>0,03</b>
<u>Ricevimento da stoccaggio</u>						
movimentazione big-bags	40,0 q.li	Muletto	30,00	1,33	0,92	1,23
Totale	40,0 q.li					1,23
	per 1 q.le					<b>0,03</b>
<u>Insaccamento e stoccaggio prod. Finito</u>						
insaccamento	40,0 q.li	Linea insaccamento	6,00	6,67	0,08	0,54
movimentazione prod. finito	40,0 q.li	Muletto	30,00	1,33	0,92	1,23
Totale	40,0 q.li					1,77
	per 1 q.le					<b>0,04</b>
<u>Adde per partite con "ripasso"</u>						
<i>Selezione</i>						
movimentazione big-bags	13,5 q.li	Muletto	30,00	0,45	0,92	0,41
pulitura	13,5 q.li	Pulitrice solo "ripasso"	3,75	3,60	0,39	1,39
fasi successive	13,5 q.li	Linea selez. solo "ripasso"	3,75	3,60	9,78	35,22
Totale	13,5 q.li					37,03
	per 1 q.le					<b>2,74</b>

**Tabella 10 - Operazioni, quantità e costo del lavoro impiegato**

Operazioni		Addetti			
descrizione	modulo	n°	ore	costo lavoro €/ora	Euro
<u>Ricevimento granelle</u>					
movimentazione big-bags	15,0 q.li	1	0,50	18,72	9,36
Totale	15,0 q.li		0,50		9,36
	per 1 q.le		0,03		<b>0,62</b>
<u>Selezione - Partite normali</u>					
Ingresso granelle					
movimentazione big-bags	15,0 q.li	1	0,50	18,72	9,36
Selezione					
movimentazione big-bags	15,0 q.li	1	0,50	18,72	9,36
selezione meccanica	15,0 q.li	1	5,00	18,72	93,60
Totale	15,0 q.li		6,00		112,32
	per 1 q.le		0,40		<b>7,49</b>
<u>Adde per partite "difficili"</u>					
movimentazione big-bags	20,0 q.li	1	0,70	18,72	13,10
prepulitura	20,0 q.li	1	6,70	18,72	125,42
Totale	20,0 q.li		7,40		138,53
	per 1 q.le		0,37		<b>6,93</b>
<u>Stoccaggio pulito</u>					
movimentazione big-bags	13,0 q.li	1	0,40	18,72	7,49
Totale	13,0 q.li		0,40		7,49
	per 1 q.le		0,03		<b>0,58</b>
<u>Ricevimento da stoccaggio</u>					
movimentazione big-bags	40,0 q.li	1	1,30	18,72	24,34
Totale	40,0 q.li		1,30		24,34
	per 1 q.le		0,03		<b>0,61</b>
<u>Insaccamento e stoccaggio prod. Finito</u>					
insaccamento	40,0 q.li	1	6,70	18,72	125,42
movimentazione prod. finito	40,0 q.li	1	1,30	18,72	24,34
Totale	40,0 q.li		8,00		149,76
	per 1 q.le		0,20		<b>3,74</b>
<u>Adde per partite con "ripasso"</u>					
<i>Selezione</i>					
movimentazione big-bags	13,5 q.li	1	0,50	18,72	9,36
pulitura	13,5 q.li	1	3,60	18,72	67,39
fasi successive	13,5 q.li	1	3,60	18,72	67,39
Totale	13,5 q.li		7,70		144,14
	per 1 q.le		0,57		<b>10,68</b>

**Tabella 11 - Operazioni, quantità e costo dei materiali impiegati**

Operazioni		Materiali			
descrizione	modulo	descrizione	quantità	costo unitario	costo totale
<b>Insaccamento e stoccaggio prod. Finito</b>					
Insaccamento	40,0 q.li	sacchetti da 25 kg	n. 160	0,14	22,40
		cartellini	n. 160	0,02	3,20
<b>Totale</b>	<b>40,0 q.li</b>				<b>25,60</b>
	<b>per 1 q.le</b>				<b>0,64</b>

Tra le operazioni descritte è stato compreso anche il “ripasso” eseguito su partite già lavorate. Le dimensioni del suo modulo pertanto sono minori di quello normale tenendo conto della resa della lavorazione precedente<sup>6</sup>.

Inoltre, poiché questi costi sono proporzionali alle quantità lavorate, essi sono stati calcolati anche per unità di prodotto per poterli sommare tra loro applicandoli alle quantità complessive determinate in base ai flussi precedentemente descritti (Tabella 12)<sup>7</sup>.

**Tabella 12 - Costi proporzionali della selezione meccanica**

Costi proporzionali	Dimensioni	Unitari per q.le				Totale per	
		Energia	Lavoro	Materiali	totale	200 q.li lav.	1 q.le prod.
Ricevimento granelle (1)	200 q.li lavorati	0,031	0,624	-	0,655	130,935	0,734
Selezione (2)	200 q.li lavorati	3,531	7,488	-	11,019	2.203,746	12,357
Adde per partite "difficili" (3)	67 q.li lavorati	0,160	6,926	-	7,086	472,405	2,649
Stoccaggio semente in big-bags (4)	89 q.li prodotti	0,031	0,576	-	0,607	54,095	0,303
Insaccamento							
ricevimento da stoccaggio (5)	89 q.li prodotti	0,031	0,608	-	0,639	56,984	0,320
confez. e stoccaggio prod. finito (6)	178 q.li prodotti	0,044	3,744	0,640	4,428	789,712	4,428
Certificazione in ditta	178 q.li prodotti			0,450	0,450	80,250	0,450
Recupero scarti	0 q.li prodotti			-	-	-	-
<b>Totale normale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>3.788,13</b>	<b>21,24</b>
						<b>1 q.le lav.</b>	<b>1 q.le prod.</b>
<i>Adde per "ripasso"</i>	<i>1 q.li ripassato</i>	<i>2,743</i>	<i>10,677</i>	<i>-</i>	<i>13,42</i>	<i>15,34</i>	<i>17,53</i>

A questi costi devono essere aggiunti quelli fissi (spese generali, ammortamenti e interessi) per quanto di spettanza alla lavorazione dei grani antichi (Tabella 13).

<sup>6</sup> In particolare, nel “ripasso” sono stati adottati questi criteri: per la stima della resa di lavorazione complessiva si è considerato un calo complessivo medio ponderato pari a quello massimo normale; la quantità già lavorata e ri-lavorata è stata stimata sulla base del valore medio dei cali per la prima passata; la capacità di lavoro della linea di selezione è stata aumentata del 25%; sono state escluse le macchine che è possibile bypassare nel secondo ciclo di lavorazione (pulitrice e calibro).

<sup>7</sup> Tra le voci proporzionali alle quantità lavorate è stato inserito anche il recupero degli scarti, ovviamente con segno opposto ai costi in quanto è un ricavo. Tale voce è stata prevista, seppure si ritenga che sia di scarsa entità, per completare le possibili personalizzazioni e/o aggiornamenti dei risultati.

**Tabella 13 - Quote della selezione meccanica dei costi fissi complessivi**

Costi fissi (quota selezione)	per 200 q.li lavorati			Totale per q.le prod.
	ammort.	interessi	totale	
Linea selezione	1.332,10	166,52	1.498,62	8,40
Linea insaccamento	176,00	12,40	188,40	1,06
Muletto	156,95	7,85	164,80	0,92
Silos *	825,62	123,84	949,46	5,32
Fabbricati	878,17	192,63	1.070,79	6,00
<b>totale capitali fissi</b>	<b>3.368,83</b>	<b>503,24</b>	<b>3.872,07</b>	<b>21,71</b>
Amministrazione			714,53	4,01
Sopralluoghi per certificazione			34,40	0,19
Consulenze			3.000,00	16,82
<b>totale costi monetari</b>			<b>3.748,93</b>	<b>21,02</b>
<b>Costo totale</b>	<b>3.368,83</b>	<b>503,24</b>	<b>7.621,00</b>	<b>42,73</b>

\* Movimentazione e stoccaggio con big-bags per 50% del pulito.

Nella Tabella 14 è riportato il riepilogo dei costi come sopra calcolati, distinguendo anche tra quelli di “trasformazione”, ovvero dovuti alla lavorazione della materia prima, e quelli di “produzione” della semente certificata finita che comprendono anche il costo per l’acquisto della granella.

**Tabella 14 - Calcolo del costo unitario di trasformazione e produzione**

Costi per 200 q.li lavorati		
<u>Costi di trasformazione</u>		
Costi proporzionali	3.788,13	
Costi fissi	7.621,00	
<b>Costo totale di trasformazione</b>	<b>11.409,12</b>	
per q.le di frumento lavorato	57,05	
per q.le di semente finita prodotta	<b>63,98</b>	41,6%
<u>Costi di produzione</u>		
Frumento da seme lavorato (q.li)	200,00	
Prezzo frumento da lavorare (€/q.le)	<b>80,00</b>	<- vedi input
Costo materia prima lavorata	16.000,00	
Costi di trasformazione	11.409,12	
<b>Costo totale di produzione</b>	<b>27.409,12</b>	
per q.le di frumento lavorato	137,05	
per q.le di semente finita prodotta	<b>153,70</b>	100,0%

\* Movimentazione e stoccaggio con big-bags per 50% del pulito.

Per completezza, nella Tabella 15 si ripetono gli stessi costi nell’ipotesi di “ripasso” con indicazione anche del loro conseguente incremento per unità di prodotto.

**Tabella 15 - Costi di trasformazione e produzione con "ripasso"**

Costi per 1 q.le lavorato con anche il "ripasso"			
<u>Produzione</u>			
Cali complessivi con ripasso		12,5%	(+1,67%)
Prodotto finito ottenuto	q.li	0,88	(-0,13 q.li)
<u>Costi di trasformazione</u>			
Costi proporzionali (normali)	€/q.le	18,94	
Adde costi proporzionali per "ripasso"	€/q.le	13,42	
Costi fissi	€/q.le	38,10	
Costo totale di trasformazione	€/q.le	70,47	(+13,42 €/q.le)
per q.le di semente finita prodotta	€/q.le	<b>80,53</b>	(+16,56 €/q.le)
<u>Costi di produzione</u>			
Frumento da seme lavorato (q.li)	q.li	1,00	
Prezzo frumento da lavorare	€/q.le	<b>70,00</b>	<- vedi input
Costo materia prima lavorata	€/q.le	70,00	
Costi di trasformazione	€/q.le	70,47	
Costo totale di produzione	€/q.le	140,47	
per q.le di semente finita prodotta	€/q.le	<b>160,53</b>	(+6,84 €/q.le)

In questo caso i costi fissi sono gli stessi ma aumentano quelli proporzionali e si riduce la resa di lavorazione e quindi la quantità di prodotto finale ottenuta. L'effetto combinato di queste due variazioni causa un aumento del costo per unità di prodotto.

Con i dati impostati, il costo della selezione aumenta di circa 13 € per quintale lavorato e di oltre 16 € per q.le prodotto mentre quello complessivo di produzione, ovvero quello finale della semente certificata, risulta molto minore, pari a circa 7 €/q.le, avendo supposto un minor prezzo pagato agli agricoltori per simulare l'applicazione di una "penalità" come suggerito in precedenza.

È da precisare che il prezzo indicato nella Tabella 14 per la granella da riproduzione pagato dalla Ditta sementiera è quello praticato nell'ultima campagna. Esso però è da considerarsi indicativo e variabile in quanto, come sarà discusso più avanti, dovrebbe tenere conto anche del costo di produzione della granella da seme.

### **Verifica della sufficienza delle dimensioni dell'impianto di selezione**

Dalle dimensioni dei moduli e dalle capacità di lavoro indicate in precedenza sono stati individuate le operazioni limitanti la capacità di lavoro complessiva dell'impianto. Queste sono la selezione meccanica e la successiva fase di confezionamento del prodotto finito che si presume non possano essere temporalmente sovrapposte.

Per esse sono stati stimati i tempi necessari per la lavorazione dei 200 q.li di granella (assunti come quantità di riferimento), che sono risultati pari a 22 giorni complessivi (Tabella 16).

Questo valore deve essere confrontato con il periodo utile per la lavorazione che va dalla raccolta fino al periodo delle semine per la campagna successiva. Considerando i tempi necessari per il

conferimento della granella da seme e poi per la distribuzione della semente certificata prodotta dall'impianto, si stima un periodo utile per la sola selezione meccanica di circa 60 giorni lavorativi.

Ne risulta quindi che i tempi di lavorazione rientrano nelle necessità e con una ben ampia tolleranza<sup>8</sup>.

**Tabella 16 - Durata della stagione di selezione**

		Operazioni limitanti		
		intera linea selezione	adde prepulitura	confeziona- mento
Dimensioni minime modulo	q.li	15	20	40
Quantità da lavorare	q.li	200	67	178
	moduli interi	10	4	9
Capacità di lavoro	q.li/ora	3,0	3,0	6,0
	moduli interi/gg*	1	1	1,2
Tempo necessario	gg	10,00	4,00	7,50
	totale	<b>22 gg.</b>		
Periodo utile per la selezione delle sementi (luglio - settembre) **		3 mesi 60 gg.		
Tempo necessario Tolleranza		22 gg. 38 gg.		

\* con 8 ore/gg; \*\* con 20 gg./mese

## **Costo di produzione complessivo della semente certificata**

### **Interazione tra le fasi nella formazione del costo finale**

Il costo di produzione complessivo della semente certificata deve essere determinato considerando tutte le tre fasi che compongono la filiera indicate in precedenza (Figura 1).

Nella Fase 2 il costo di produzione della granella da seme comprende anche il costo della semente impiegata proveniente dalla Fase 3 (semente certificata) che è stato assunto unico e fisso, come un prezzo di mercato. Però nel calcolo del costo di produzione della semente certificata prodotta dalla Fase 3 compare il costo della materia prima lavorata, prodotta dalla stessa Fase 2, anch'esso assunto come prezzo di mercato ma che invero dipende anche dallo stesso costo della semente certificata. I due prezzi/costi della semente certificata risultano quindi interdipendenti tra loro.

Inoltre, per rispettare le finalità della stima in essere, occorre considerare che:

- è richiesto di determinare il costo finale e complessivo della semente certificata nell'ambito ristretto dalla filiera dei Grani antichi di Montespertoli e quindi i prezzi di mercato non risultano più applicabili, come già osservato in precedenza;
- i costi complessivi della produzione della semente certificata devono essere distribuiti su tutti i soggetti della filiera e quindi tendere ad una equivalenza tra i costi e i ricavi di ciascuna fase, perlomeno per quelle riguardanti la produzione della semente certificata.

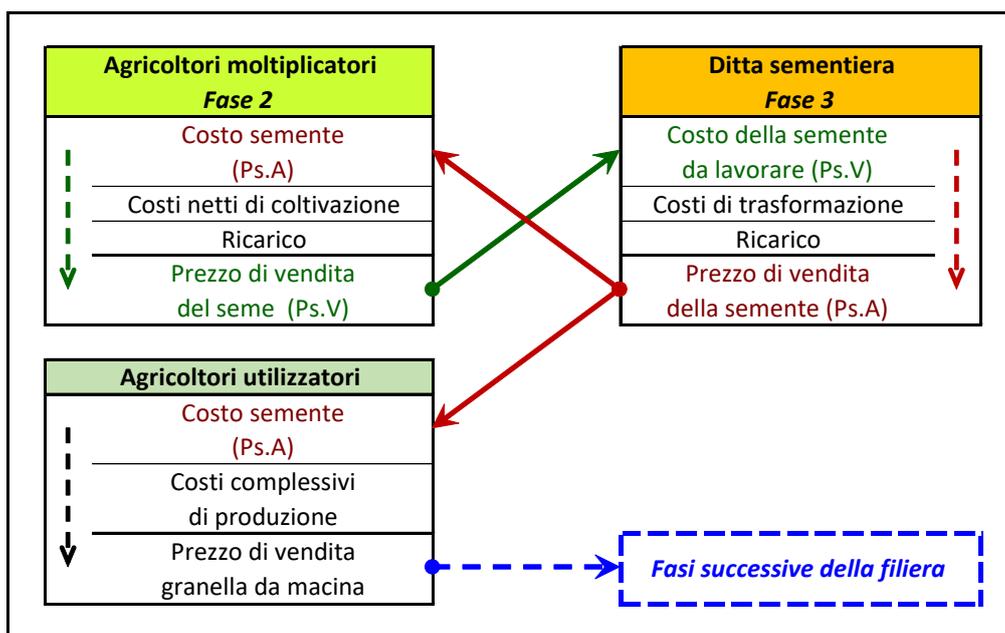
Circa quest'ultimo punto è da notare che anche gli agricoltori "utilizzatori" che producono granella da macina acquistano la semente allo stesso prezzo degli agricoltori "moltiplicatori". Pertanto il costo

<sup>8</sup> La tolleranza è tale da permettere anche eventuali operazioni di "ripasso" che richiedono tempi di lavoro maggiori.

finale della semente certificata influisce anche su quello della granella da macina e quindi, indirettamente, anche sugli altri prodotti delle fasi successive della filiera.

L'entità e le modalità della distribuzione del costo complessivo tra i diversi soggetti dell'intera filiera sono però di pertinenza della "politica" generale della Associazione. Pertanto la presente stima si è limitata ad esaminare le fasi agricole e di prima trasformazione della filiera traendone però le informazioni necessarie per le decisioni "politiche".

Nella Figura 5 è riportato lo schema della relazione fra questi due prezzi/costi<sup>9</sup> e tra i soggetti interessati.



**Figura 5 - Schema delle interazioni tra le fasi nella formazione del costo finale della semente**

La necessità della convergenza del costo di produzione delle semente certificata con quello della semente utilizzata per la produzione della granella da seme, non rende direttamente utilizzabili i costi di produzione ricavati dalla Schede della tecnica descritte in precedenza.

Tale convergenza è comunque determinabile con un algoritmo di calcolo che è stato appositamente definito<sup>10</sup>.

Indeterminazione dei parametri e necessità di eseguire simulazioni

Vi sono però altri fattori che incidono sul costo finale i cui valori devono essere modificabili per poterlo rendere più aderente alle condizioni di contesto che possono cambiare rispetto alla situazione rilevata.

<sup>9</sup> Ps.A = Prezzo semente "acquistata" dagli agricoltori; Ps.V prezzo della granella da seme "venduta" dagli agricoltori.

<sup>10</sup> L'algoritmo invero sarebbe abbastanza semplice trattandosi della soluzione di in sistema di due equazioni lineari a due incognite. Esso però viene complicato dalla necessità di implementarvi anche le altre variabili appresso descritte e dalla complessità della determinazione dei coefficienti delle equazioni.

Il primo fattore variabile è la resa media della coltivazione del frumento. Infatti a parità di tecnica colturale, ovvero di quantità di fattori produttivi impiegati, il costo unitario della granella da seme è tanto più basso quanto maggiore è la resa media.

Un secondo fattore variabile, sempre di natura tecnica, è il numero di riproduzioni eseguite nella Fase 2 successivamente alla prima moltiplicazione del Nucleo prodotto nella prima Fase (vedi Figura 1). Infatti il Nucleo è risultato avere un costo ben maggiore della normale semente certificata (vedi Tabella 2) e di conseguenza la granella prodotta a partire da questa semente avrà un costo maggiore rispetto alle altre, anche se ottenuta con gli stessi impieghi di fattori produttivi. L'incidenza del costo del Nucleo su quello medio finale della semente sarà tanto minore quanto più numerose saranno le moltiplicazioni successive. Ovviamente il numero massimo di moltiplicazioni attuabili deve essere compatibile con un sufficiente mantenimento delle caratteristiche originarie dalla varietà che tendono a degradarsi ad ogni riproduzione.

Un terzo fattore variabile è il prezzo del Nucleo che amplifica o riduce l'effetto del numero delle moltiplicazioni. In proposito si osserva che la cessione del Nucleo alla filiera del Grano di Montespertoli di fatto non ha mai ricevuto un corrispettivo monetario. Il costo del suo acquisto, assunto in prima istanza pari al costo di produzione, è stato comunque compreso in quello complessivo delle moltiplicazioni per evidenziare tutti gli oneri che gravano sulla produzione di semente certificata nell'ambito della filiera. È comunque previsto di poter variare a piacere l'importo di questo prezzo quale ulteriore variabile dell'algoritmo di calcolo.

Nella tabella seguente sono elencati i dati principali necessari per simulare le variazioni di questi fattori. Si noti che con questi dati è possibile considerare anche i soli costi monetari per gli agricoltori e l'eventuale necessità del "ripasso".

Inoltre questa tabella riepiloga e confronta anche i risultati economici dei diversi soggetti interessati ottenuti dalla elaborazione delle Schede della tecnica con i dati rilevati.

**Tabella 17 - Riepilogo dati principali necessari per determinare il costo di produzione complessivo**

<b>1. Fase Produzione nucleo (ETS)</b>				
Costo economico totale	€/q.le prod.	286,37		
<b>2. Fase Moltiplicazione</b>				
		Simulaz. moltiplicazioni del nucleo	successive	Media costi rilevati
Resa coltura principale	q.li/ha	18,00	18,00	18,00
Prezzo granella prodotta (= Ricavi)	€/q.le prod.	80,00	80,00	-
Costi monetari, esclusa semente	€/q.le prod.	23,85	23,85	23,85
Costo economico totale, esclusa semente	€/q.le prod.	53,29	53,29	53,29
Semente impiegata	kg/ha	175,00	175,00	175,00
	kg/q.le prod.	9,72	9,72	9,72
Prezzo semente impiegata	€/q.le imp.	286,37	140,00	140,00
Costo semente impiegata	€/q.le prod.	27,84	13,61	13,61
Costi monetari, totale	€/q.le prod.	51,69	37,46	37,46
Costo economico, totale	€/q.le prod.	81,13	66,90	66,90
Costi monetari al netto ricavi colt. principale	€/q.le prod.	-28,31	-42,54	-
Costo economico al netto ricavi colt. princip.	€/q.le prod.	1,13	-13,10	-
<b>3. Fase Selezione meccanica (Sp.Tos)</b>				
Resa di lavorazione		89,2%		
Costi di trasformazione	€/q.le lav.	57,05		
	€/q.le prod.	63,98		
Prezzo semente da lavorare	€/q.le lav.	80,00		
Costo di produzione	€/q.le lav.	137,05		
	€/q.le prod.	153,70		
Prezzo semente finita (= Ricavi)	€/q.le prod.	140,00		
Costo di produzione al netto ricavi	€/q.le prod.	13,70		

Dall'esame della tabella, dato che i valori positivi del costo al netto dei ricavi significano una perdita e quelli negativi un reddito positivo, è chiaro che con i prezzi rilevati gli agricoltori producono con un discreto margine (oltre 13 €/q.le), salvo che per la moltiplicazione del Nucleo che risulta in perdita per il maggior costo della semente impiegata. Escludendo invece i costi per ammortamenti e interessi, i redditi monetari degli agricoltori risulterebbero tutti notevolmente positivi.

Viceversa la Ditta sementiera presenta consistenti risultati negativi, pari ad una perdita di quasi 14 €/q.le.

### **Risultati ottenibili con l'algoritmo di calcolo dei prezzi di pareggio**

L'algoritmo di calcolo è stato impostato per rendere nulla la differenza tra i costi e i ricavi di ciascuna fase che si ha quando i rispettivi prezzi dei prodotti venduto sono uguali ai costi sostenuti per ottenerli, ovvero per determinare il "prezzo di pareggio" di ciascuna delle tre fasi contemporaneamente.

Nella tabella seguente sono mostrati i risultati ottenuti dalla simulazione dei prezzi di pareggio ipotizzando una resa media di 18 q.li/ha e due moltiplicazioni successive a quella del Nucleo e computando anche ammortamenti e interessi nel costo sostenuto dagli agricoltori (costo economico totale).

**Tabella 18 - Costo finale della semente certificata ottenuto con la simulazione**

Fasi		Costo di produzione	
		totale	netto ricavi
1. <u>Produzione nucleo</u>	€/q.le	286,37	0
2. <u>Moltiplicazioni:</u>	del nucleo	€/q.le	81,13
<i>Resa media:</i>	successiva 1	€/q.le	67,35
<i>18,0 q.li/ha</i>	successiva 2	€/q.le	67,35
	successiva 3	€/q.le	-
	successiva 4	€/q.le	-
Costo economico medio moltiplicazioni		€/q.le	<b>71,95</b>
3. <u>Selezione meccanica normale</u>	€/q.le	<b>144,66</b>	<b>0</b>
<u>Incidenza sul prezzo di vendita della semente certificata:</u>			
del costo del nucleo		7,2%	
del costo di trasformazione		44,2%	

L'algoritmo ha determinato una coppia di valori di costo, quello totale di produzione delle moltiplicazioni e quello della selezione meccanica, per i quali i rispettivi costi al netto dei ricavi risultano nulli. Ovviamente nel costo di produzione di ciascuna delle fasi è compreso anche quello dell'acquisto del prodotto dell'altra ai rispettivi prezzi di vendita/acquisto.

In questa condizione il prezzo di vendita corrisponde al costo di produzione e sia gli agricoltori, complessivamente, che la Ditta sementiera trovano il pieno ristoro dei costi sostenuti (prezzo di pareggio). Ciò vale anche per ETS, seppure solo presumendo l'effettiva vendita del Nucleo ceduto e al prezzo di costo.

Dalla tabella si può rilevare anche che, con le ipotesi assunte, il costo del nucleo incide per il 7,2% su quello finale della semente prodotta e i costi della selezione meccanica per il 44,2%.

E' da notare inoltre che la differenza tra i risultati economici tra la moltiplicazione del Nucleo e quelle successive, è di oltre 14 Euro/q.le. L'entità di questa differenza dà una misura dell'importanza del problema della redistribuzione dei costi tra i diversi attori della filiera, confermata anche dalla ricaduta del costo della semente per gli agricoltori "utilizzatori". Per questi, con le condizioni e con le stesse rese e dosi di semina dell'esempio riportato, il costo della semente certificata inciderebbe per circa 14 € per quintale di granella da macina prodotta (Tabella 19).

**Tabella 19 - Incidenza del costo della semente sulla produzione di granella da macina**

Parametri e Risultati *	u.m.	valore
<b><u>Impatto sulla filiera</u></b>		
Dose semente impiegata dagli Agricoltori utilizzatori	kg/ha	175
Prezzo semente impiegata	€/q.le	144,66
Costo semente	€/ha	253,16
Resa in campo prevista dagli Agricoltori utilizzatori	q.li/ha	18,00
Incidenza del costo della semente sulla produzione	€/q.le	14,06

### **Ricarico**

I costi determinati con l’algoritmo mostrati in precedenza non comprendono il “ricarico” né degli agricoltori né della Ditta sementiera, come invece è previsto nello schema della formazione del prezzo di vendita finale per interazione tra le diverse fasi (Figura 5)<sup>11</sup>.

Il “ricarico” costituisce comunque una componente del prezzo di vendita/acquisto che deve essere considerata sebbene la sua entità non sia determinabile a priori<sup>12</sup>. Infatti in questo contesto, come specificato in precedenza, i prezzi di vendita della granella da riproduzione e della semente certificata non sono prezzi di mercato ma possono anche essere stabiliti, almeno in parte e oltre il raggiungimento dei prezzi di pareggio, in base alle scelte “politiche” riguardanti l’intera filiera dei Grani antichi di Montespertoli.

Per questo motivo esso non è stato compreso nei calcoli precedenti. Il suo apprezzamento è comunque possibile con le simulazioni attuabili con il software “Simulazioni” descritto nel seguito.

### **Software di calcolo per l’aggiornamento dei costi di produzione**

#### **Motivazioni della realizzazione del software e sue applicazioni**

Il Progetto prevede che oltre alla stima del costo di produzione della semente, in base ai dati rilevati, sia realizzato anche un software che ne permetta un suo aggiornamento.

A tal fine è stato creato un software denominato “CoSGA - Applicazione personalizzata per il calcolo del Costo della Semente di Grani Antichi”.

Il software risponde prima di tutto all’esigenza di ricalcolare i costi in modo agile modificando i prezzi dei fattori produttivi e dei prodotti delle altre colture in rotazione che, si ricorda, contribuiscono alla determinazione del costo netto della granella da seme.

Tale adeguamento però è stato esteso anche ad altri aspetti che incidono sul costo di produzione finale della semente certificata, sia esterni al controllo della filiera come le variazioni annuali delle

<sup>11</sup> Con i dati della il ricarico operato nelle moltiplicazioni successive a quella del Nucleo sarebbe di 13,10 €/q.le, quale valore capace di pareggiare i costi e ricavi.

<sup>12</sup> Si ricorda che il prezzo di pareggio coincide con il costo di produzione ed è diverso dal prezzo di vendita. Il prezzo di vendita è determinato dall’imprenditore nel confronto con il mercato. Il “ricarico” corrisponde al reddito dato alla differenza tra il prezzo di vendita (ricavo) e il costo di produzione e può risultare sia positivo (l’attività è in attivo) che negativo (l’attività è in perdita).

rese in campo, che interni come la fissazione dei prezzi degli scambi interni tra le diverse fasi di produzione.

Il software permette di variare questi prezzi e di verificarne gli effetti anche sulle fasi successive della filiera, risultando quindi uno strumento utile per una equa distribuzione dei benefici tra i suoi vari attori che rientra tra gli obiettivi del Progetto.

Gli aggiornamenti potranno essere eseguiti annualmente con questa finalità ma anche in via preventiva per la simulazione di scenari utili per indirizzare le scelte sia dei singoli soggetti che collettive.

Inoltre l'analisi dei dati elaborati con il software ha permesso anche di evidenziare per ciascuna fase della filiera i parametri più influenti sul costo finale della semente certificata. La simulazione dei risultati complessivi delle loro variazioni, singole o combinate, può permettere l'individuazione di eventuali azioni correttive per il miglioramento delle performance economiche della intera filiera.

### **Descrizione generale del software**

L'applicazione, realizzata come applicazione personalizzata di Microsoft® Excel, è composta da tre tipi di file ("cartelle" di Excel contenenti più fogli o "schede").

- "Scheda colturale" – E' la Scheda della tecnica delle aziende agricole, elaborata come descritto in precedenza. Permette di variare le rese ed i prezzi dei prodotti e dei fattori produttivi, ferma restando la descrizione della tecnica eseguita dalle aziende (colture della rotazione e coefficienti tecnici degli impieghi). E' stata predisposta una Scheda colturale per ciascuna delle aziende agricole e una specifica per la produzione del Nucleo.

- "Selezione meccanica" – E' la Scheda della tecnica delle selezione meccanica descritta in precedenza e permette di eseguire l'aggiornamento dei costi a seguito della eventuale variazione dei prezzi del lavoro e della energia elettrica, nonché l'imputazione di quello della granella da seme acquistata. Il software consente anche la modifica di diversi parametri utile per individuare i punti critici nella formazione del costo di produzione e per simulare l'effetto di eventuali interventi migliorativi.

- "Simulazioni" - Contiene l'algoritmo per il calcolo del costo complessivo della semente certificata e permette di recepire i dati necessari dalle Schede colturali e della Selezione meccanica preventivamente aggiornate e/o personalizzate. Consente inoltre di impostare i prezzi degli scambi interni delle granelle tra i vari soggetti interessati e di verificarne gli effetti.

### **File "Scheda colturale"**

L'applicazione è composta da sette "schede" (fogli Excel). Le prime tre permettono la personalizzazione dei dati mentre le altre sono solo descrittive della tecnica colturale, degli impieghi e dei risultati economici conseguenti.

1. Processi - In questa scheda è riportato l'elenco delle colture presenti nella rotazione e per ciascuna di esse la superficie nominale rispetto al totale della rotazione, i prodotti, le rese, i prezzi di vendita ed eventuali altri ricavi secondari. Per queste voci sono proposti i dati rilevati, considerati come standard ("std"), che però possono essere modificati digitando nuovi valori nelle celle pertinenti. I risultati si aggiornano automaticamente con i nuovi dati inseriti.

Una casella di spunta permette di escludere i nuovi valori e di considerare solo quelli standard permettendo un immediato confronto tra i due scenari, confronto utile per apprezzare l'effetto della personalizzazione sui risultati finali.

2. Lavoro - La scheda riporta l'elenco degli addetti impiegati con il riepilogo delle ore di lavoro e il costo orario. Il costo orario proposto varia con la tipologia di manodopera, familiare o dipendente, e può comunque essere personalizzato per ciascun addetto con le modalità descritte per la scheda precedente.

3. Mat. Prime e Serv. - Riporta l'elenco delle materie prime e dei servizi utilizzati nella rotazione con le relative quantità e i prezzi rilevati. Questi ultimi sono personalizzabili con le stesse modalità.

4. Tecnica e 5. Tec. Dettaglio - Nella prima scheda sono riepilogate per ciascuna coltura le operazioni che ne definiscono la tecnica colturale ("tecnica ricetta") e la loro distribuzione temporale per decadi. Nella seconda scheda è mostrato anche il dettaglio degli impieghi di lavoro e macchine per ciascuna operazione.

6. Macchine - La scheda riporta l'elenco delle macchine utilizzate con l'impiego complessivo nella rotazione e i relativi costi orari. Da questi è esclusa la quota dovuta ai consumi, conteggiati a parte, che non dipendono dalla singola macchina bensì dalla operazione eseguita (CVh della scheda precedente).

7. Riepilogo costi - In questa scheda sono riepilogati i costi e la loro composizione, sia per l'intera rotazione che per la coltura principale. Riporta anche il calcolo del costo unitario di produzione del prodotto principale e il bilancio economico della rotazione e di ciascuna delle colture che la compongono. Anche da questa scheda è possibile scegliere se utilizzare i dati proposti o quelli personalizzati.

E' presente inoltre una ulteriore scheda con una descrizione generale dell'applicazione e le istruzioni per l'uso<sup>13</sup>.

## **File "Selezione meccanica"**

### **Descrizione della Scheda**

Il file è composto da una prima scheda "Input" per la personalizzazione di alcuni parametri, significativi per la definizione del costo della semente, più altre quattro contenenti essenzialmente le tabelle mostrate in precedenza ("Flussi", "Tecnica" e "Costi") oltre all'elenco delle macchine e degli impianti con il calcolo dei relativi costi fissi e consumi energetici ("Capitali e Consumi"). In tutte le schede è possibile alternare i risultati con e senza la personalizzazione tramite una casella di spunta.

Nella scheda "Costi" è riportato anche il dettaglio della composizione dei costi per fase e per voce di costo (Tabella 20), utile per evidenziare eventuali punti critici nella formazione del costo complessivo della lavorazione<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> I files delle Schede colturali e Simulazioni contengono comandi "macro" per la gestione delle opzioni e la procedura di upload dei dati. Qualora al momento della loro apertura venga visualizzato un avviso di sicurezza occorre "attivare le macro" per il singolo file oppure impostare tale scelta tramite gli specifici comandi nel menù "Opzioni -> Sicurezza" di Excel. I file sono protetti per evitare manomissioni accidentali delle formule contenute nelle diverse tabelle.

<sup>14</sup> La tabella riportata mostra i costi unitari totali, comprendenti cioè anche quello dell'acquisto della granella da lavorare. Tramite caselle di spunta questo costo può essere escluso e possono anche essere visualizzati i costi complessivi anziché quelli unitari.

**Tabella 20 – Dettaglio dei costi di produzione per tipo e fase, per q.le prodotto**

	q.li lavorati	Energia	Lavoro	Materie prime	Servizi	Generali	Totale costi monetari	Ammort. e Interessi	Costo totale
<b>Ricevimento granelle</b>									
movimentazione big-bags (1)	200	0,00	0,70 (0,07 ore)	-	-	-	0,70 0,5%	0,22 1,0%	0,92 0,6%
Totale		0,00	0,70 (0,07 ore)	0,00	0,00	0,00	0,70 0,5%	0,22 1,0%	0,92 0,6%
<b>Selezione - Partite normali</b>									
movimentazione big-bags (2)	200	0,07	1,40 (0,07 ore)	-	-	-	1,47 1,1%	0,22 1,0%	1,69 1,1%
selezione meccanica	200	3,89	7,00 (0,37 ore)	89,72	-	-	100,61 76,2%	8,40 38,7%	109,01 70,9%
recupero scarti	0	-	-	0,00	-	-	0,00 0,0%	0,00 0,0%	0,00 0,0%
Totale		3,96	8,40 (0,45 ore)	89,72	0,00	0,00	102,08 77,4%	8,63 39,7%	110,71 72,0%
<b>Selezione - Adde per partite "difficili"</b>									
movimentazione big-bags (3)	67	0,01	0,24 (0,01 ore)	-	-	-	0,26 0,2%	0,07 0,3%	0,33 0,2%
prepulitura	67	0,05	2,34 (0,13 ore)	-	-	-	2,39 1,8%	0,00 0,0%	2,39 1,6%
Totale		0,06	2,59 (0,14 ore)	0,00	0,00	0,00	2,65 2,0%	0,07 0,3%	2,72 1,8%
<b>Stoccaggio pulito</b>									
movimentazione big-bags (4)	89	0,02	0,29 (0,02 ore)	-	-	-	0,30 0,2%	0,10 0,5%	0,40 0,3%
in silos	89	n.d.	n.d.	-	-	-	0,00 0,0%	5,32 24,5%	5,32 3,5%
Totale		0,02	0,29 (0,02 ore)	0,00	0,00	0,00	0,30 0,2%	5,42 25,0%	5,73 3,7%
<b>Insaccamento e stoccaggio</b>									
ricevimento da stoccaggio (5)	89	0,02	0,30 (0,02 ore)	-	-	-	0,32 0,2%	0,10 0,5%	0,42 0,3%
confezionamento	178	0,01	3,14 (0,17 ore)	0,64	-	-	3,79 2,9%	1,06 4,9%	4,85 3,2%
movimentazione prod. Finito (6)	178	0,03	0,61 (0,03 ore)	-	-	-	0,64 0,5%	0,20 0,9%	0,84 0,5%
Totale		0,06	4,05 (0,22 ore)	0,64	0,00	0,00	4,75 3,6%	1,36 6,2%	6,10 4,0%
<b>Costi generali e quota comuni</b>									
Consulenze	200	-	-	-	16,82	0,00	16,82 12,7%	0,00 0,0%	16,82 10,9%
Certificazione, in campo	200	-	-	-	0,19	0,00	0,19 0,1%	0,00 0,0%	0,19 0,1%
Certificazione, in Ditta	178	-	-	-	0,45	0,00	0,45 0,3%	0,00 0,0%	0,45 0,3%
Quota spese generali	200	-	-	-	0,00	4,01	4,01 3,0%	0,00 0,0%	4,01 2,6%
Quota fabbricati	200	-	-	-	0,00	0,00	0,00 0,0%	6,00 27,7%	6,00 3,9%
Totale		0,00	0,00	0,00	17,47	4,01	21,47 16,3%	6,00 27,7%	27,48 17,9%
<b>Totale selezione</b>									
		<b>4,09</b>	<b>16,02 (0,8 ore)</b>	<b>90,36</b>	<b>17,47</b>	<b>4,01</b>	<b>131,95 99%</b>	<b>21,71 100%</b>	<b>153,66 100,0%</b>
		2,7%	10,4% 0,5%	58,8%	11,4%	2,6%	85,9% -	14,1% -	100,0%
<b>di cui per movimentazione con big-bags</b>									
	823	0,14	3,54 (0,23 ore)	-	-	-	3,69 2,8%	0,92 4,3%	4,61 3,0%

Nella Tabella 21 è mostrato il quadro per la modifica del valore delle variabili personalizzabili presente nella scheda "Input". L'inserimento di un valore nelle celle apposite genera automaticamente l'aggiornamento sia dei risultati che sono mostrati in calce e quello di tutte le altre tabelle e grafici contenuti nell'intera cartella di lavoro<sup>15</sup>.

I parametri modificabili, oltre ai prezzi del lavoro e dell'energia elettrica, sono di tipo economico e di tipo tecnico. Questi ultimi riguardano sia la quantità e la qualità della granella trasformata, sia alcuni aspetti specifici dell'impianto di trasformazione.

**Tabella 21 - Parametri personalizzabili nella scheda della tecnica Selezione meccanica**

Parametri	Valori		
	std	person.	adottato
1. Costo orario medio operai €/ora	18,72		18,72
2. Costo unitario energia elettrica €/kWh	0,215		0,215
3. Prezzo grano da seme da lavorare			
normale €/q.le	80,0		80,0
con "ripasso" (ipotesi) €/q.le	70,0		70,0
4. Quantità totale frumento lavorato q.li	500	-	450
di cui: da macina q.li	300	-	300
per semente q.li	200	150	150
5. Qualità granella			
a. cali partite normali (non "difficili")	10,0%		10,0%
b. partite "difficili" una su	3		3
6. Impianto e logistica			
a. capacità di lavoro linea selezione q.li ora	3,0		3,0
b. capacità di lavoro insaccamento q.li ora	6,0		6,0
c. prod. pulito stoccato con big-bags	50%		50%
7. Recupero scarti			
a. quantità recuperabile degli scarti	0%		0%
b. valore unitario scarti recuperati	-		-
<b>Risultati con i parametri impostati</b>			
Costo trasformazione (per q.le di semente finita)			
normale €/q.le	77,51	46,3% su costo prod.	
con "ripasso" €/q.le	94,32	54,1% su costo prod.	
Costo produzione (per q.le di semente finita)			
normale €/q.le	167,23		
con "ripasso" €/q.le	174,32		

### **Variazione dei parametri, effetti sui costi e possibili interventi migliorativi**

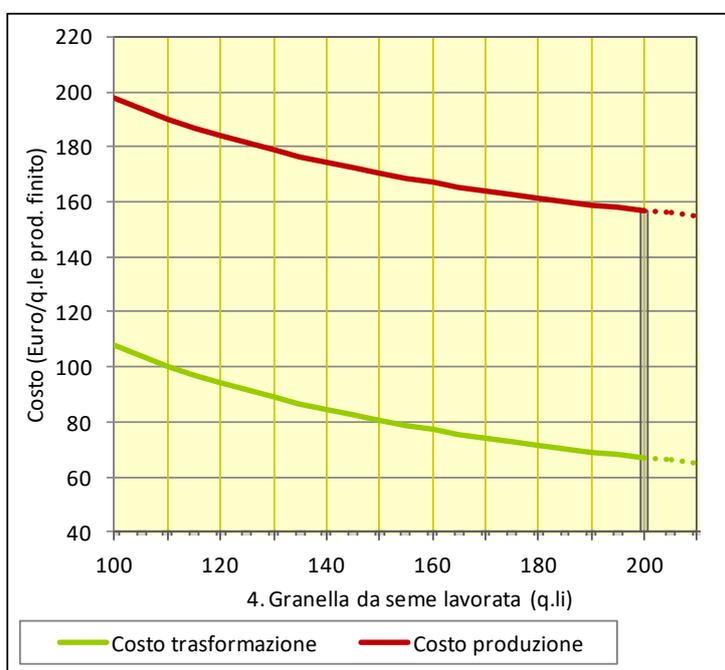
Di seguito sono esaminati i singoli parametri personalizzabili e come agiscono sul costo di produzione della semente certificata, cercando anche di individuare quali siano i possibili interventi per ridurlo.

<sup>15</sup> In questa e nelle altre tabelle del software, le celle per l'input dei dati sono evidenziate in giallo.

Si tralascia l'analisi circa i primi tre parametri (costo del lavoro, dell'energia e della granella da seme acquistata) dato che ne è ovvio l'effetto sul costo finale della semente: il loro incremento provoca un aumento lineare del costo di produzione e viceversa<sup>16</sup>.

Viceversa la variazione delle quantità di granella da seme lavorata (parametro 4) ha effetto opposto sul costo unitario del prodotto finito per la l'incidenza dei costi fissi che sono ripartiti su una diversa quantità di prodotto. Nell'esempio riportato in tabella, con la riduzione del volume lavorato dai 200 q.li standard a 150 q.li il costo di trasformazione è aumentato a 77,51 €/q.le dai 63,98 €/q.le della situazione iniziale (vedi Tabella 14) con un incremento di 13,53 €/q.le che si ripercuote direttamente anche sul costo del prodotto finito.

Dal Grafico 4 si ha chiara evidenza dell'effetto sul costo della semente certificata causato dalle variazioni del volume di granella da seme lavorato.



**Grafico 4 - Variazione del costo di produzione con la quantità di granella lavorata**

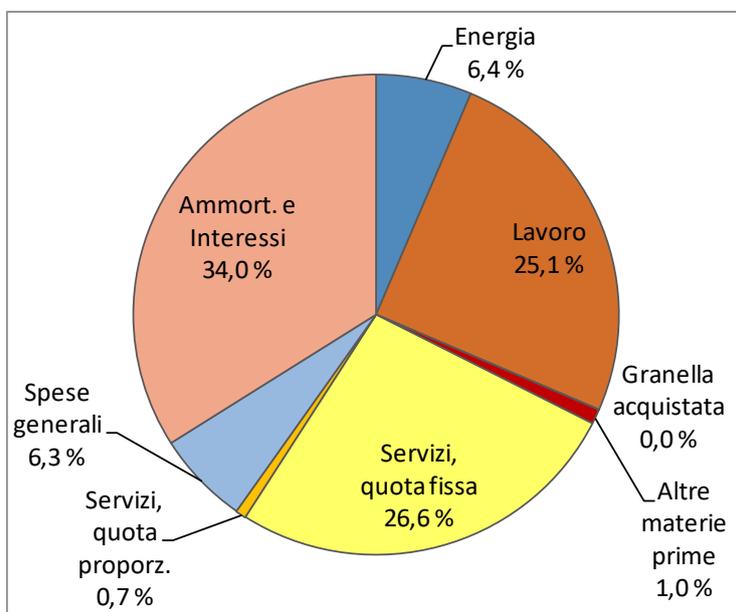
Invero, un eventuale minor volume di granella da seme potrebbe essere compensato da una maggiore quantità degli altri cereali lavorati nell'impianto di selezione consentendo di eliminare, o almeno ridurre, l'effetto dei costi fissi su quello unitario finale. Viceversa, qualora la quantità di granella da seme superi lo standard previsto, le quantità degli altri prodotti potrebbero essere ridotte ferma restante la capacità di lavoro complessiva dell'impianto.

Questi altri prodotti però non riguardano la filiera dei Grani antichi di Montespertoli e quindi la determinazione del prezzo di vendita della semente certificata, seppur sempre basato sul costo delle operazioni eseguite per la sua produzione, dipende dalle scelte e dalla discrezionalità

<sup>16</sup> In particolare, la variazione del prezzo della granella da lavorare viene ampliata dalla riduzione delle quantità prodotte rispetto a quelle acquistate in conseguenza dei cali di lavorazione: *variazione costo finale = variazione prezzo granella / resa di trasformazione*

dell'imprenditore gestore dell'impianto che esulano dal campo di osservazione della presente analisi<sup>17</sup>.

Per meglio comprendere l'effetto degli altri parametri occorre esaminare la composizione del costo complessivo per singole voci. Nel Grafico 5 è mostrato sinteticamente il loro peso sul costo della sola trasformazione (ovvero senza il costo della granella da lavorare) in base ai dati standard rilevati.



**Grafico 5 - Composizione del costo di trasformazione della granella da seme**

Oltre un terzo del costo è costituito dai costi calcolati (ammortamenti e interessi, per la quota pertinente alla produzione di sementi) delle macchine e degli impianti, sia per la selezione meccanica che per la movimentazione e lo stoccaggio. Il costo del lavoro è circa un quarto del totale.

Questi costi sono legati essenzialmente alle caratteristiche dell'impianto della Ditta sementiera e la loro incidenza, in prima analisi, sembra difficilmente modificabile se non - e solo in parte - variando la capacità di lavoro dell'intera linea di selezione (selezione e insaccamento, rispettivamente parametri 6.a e 6.b), aumentando cioè la quantità di prodotto per unità di impiego di queste voci di costo (ovviamente, a parità delle altre condizioni).

Anche i servizi, costituiti dalle spese per la certificazione e per le consulenze, coprono circa un quarto del costo complessivo. Sono composti da una modesta quota proporzionale al prodotto ottenuto, quindi non modificabile, e da un'altra fissa e ben più consistente la cui incidenza può essere ridotta solo incrementando il volume della produzione (parametro 4).

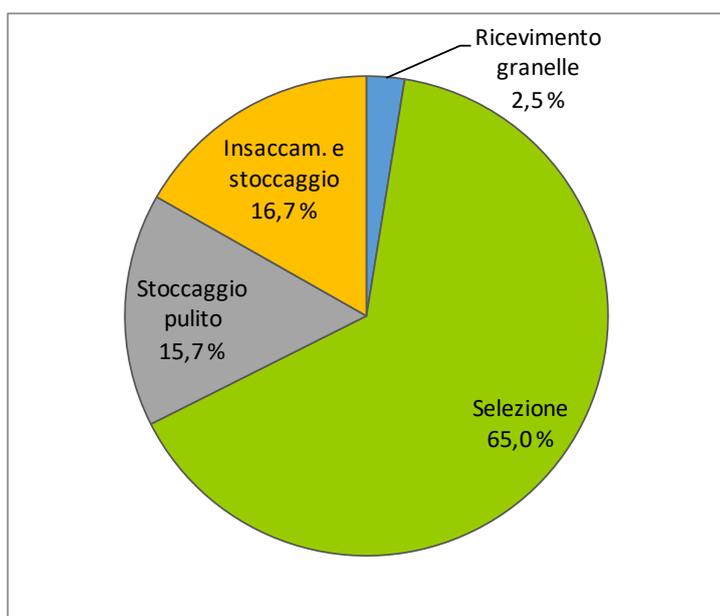
Per individuare eventuali punti critici nell'efficienza economica dell'impianto di selezione e della sua gestione, il costo di trasformazione è stato disaggregato per fase di lavorazione escludendo le voci non strettamente pertinenti all'impianto stesso, ovvero senza i costi generali (servizi,

<sup>17</sup> Per questo motivo nel software è consentita la variazione della quantità lavorata solo del grano da seme e non anche degli altri prodotti.

amministrazione, ecc.) e gli ammortamenti e interessi dei fabbricati<sup>18</sup>. La composizione del costo residuo è riportata nel Grafico 6.

La fase più onerosa è ovviamente la selezione meccanica, che costituisce quasi due terzi del costo complessivo indicato, per il grande impegno di lavoro e macchinari della linea di lavoro principale con la relativa quota di costi fissi. Il costo unitario di questa può essere ridotto principalmente in due modi.

Il primo è aumentare la quantità di prodotto ottenuto, sia aumentando il volume lavorato che riduce l'incidenza dei costi fissi come visto in precedenza, ma anche riducendo gli scarti con un miglioramento dello standard qualitativo della granella in ingresso. Su quest'ultimo aspetto possono incidere solo le buone pratiche di coltivazione adottate dagli agricoltori.



**Grafico 6 - Costo delle diverse fasi della lavorazione della granella da seme**

La variazione della resa di lavorazione può essere simulata sia in assoluto (parametro 5.a) che con il numero delle partite “difficili” che richiedono un doppio passaggio nella pulitrice (parametro 5.b).

Altro fattore che influenza l'incidenza dei costi della linea di selezione, in particolare su quello della manodopera, è ancora la capacità di lavoro della linea principale (parametro 6.a). Essa dipende in gran parte dalle caratteristiche tecniche delle macchine impiegate e le possibilità di un miglioramento di questo parametro sono difficilmente valutabili, anche perché possono riflettersi sulla qualità della granella finita, sulla quantità degli scarti e probabilmente anche sui consumi energetici.

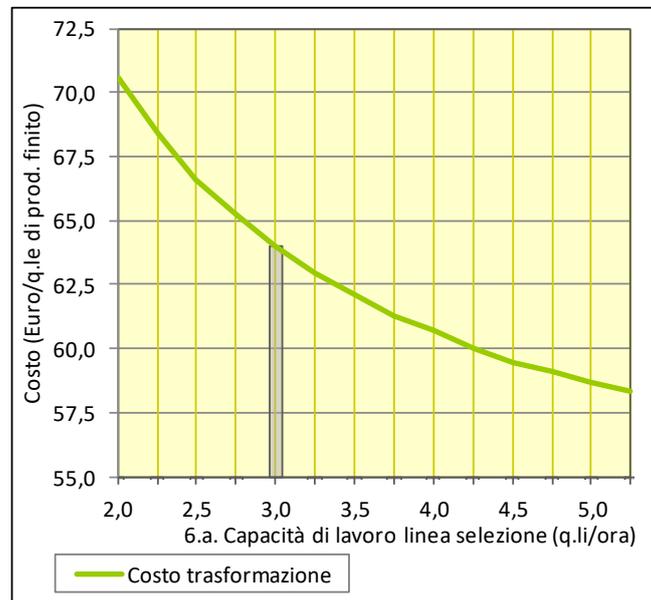
Inoltre resta da verificare se nella linea di lavorazione vi siano macchine meno efficienti che creino un “collo di bottiglia” limitando la capacità complessiva.

Si ritiene però che un miglioramento del valore medio sia possibile, soprattutto se associato ad una migliore qualità della granella. In proposito la Ditta ha indicato in 3,5 a.li/ora il limite superiore

---

<sup>18</sup> I costi considerati comprendo comunque ammortamenti e interessi delle macchine dell'intera linea di selezione, stoccaggio e confezionamento per la quota spettante alla produzione di semente certificata.

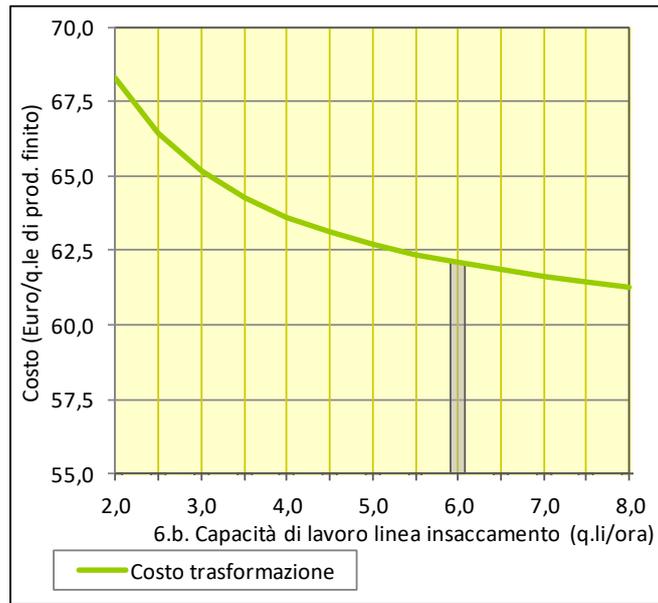
normale, maggiore di quello medio di 3,0 q.li/ora adottato come standard nei calcoli precedenti. Raggiungere tale valore porterebbe ad una riduzione del costo orario di quasi 2 €/q.le. A titolo indicativo, l'effetto dalla variazione della capacità di lavoro è visualizzato nel Grafico 7.



**Grafico 7 - Variazione del costo della lavorazione con la capacità di lavoro della linea di selezione**

Lo stesso effetto sui costi ha la capacità di lavoro della linea di insaccamento (parametro 6.b). Per questa la stessa Ditta sementiera riferisce una criticità dovuta alle caratteristiche delle macchine, forse non pienamente adeguate alle necessità, e probabilmente anche ad una non ottimale organizzazione del lavoro che probabilmente potrebbe essere migliorata. Spetta alla Ditta individuare le soluzioni possibili.

Nel Grafico 8 è mostrato l'effetto sui costi di lavorazione che avrebbero le variazioni di questo parametro.



**Grafico 8 - Variazione del costo della lavorazione con la capacità di lavoro della linea insaccamento**

Più complesso è il problema dello stoccaggio del prodotto pulito prima dell'insaccamento, il cui costo costituisce circa il 16% del totale.

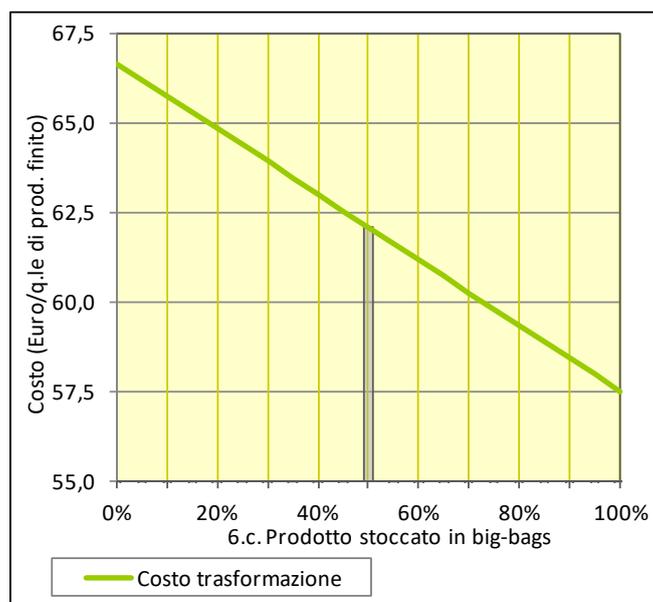
Infatti il prodotto pulito in attesa del confezionamento è stoccato parte in big-bags e parte nei tre silos (vedi Figura 4). Si hanno quindi due sub-linee di stoccaggio il cui costo complessivo è dato dalla somma dei rispettivi costi proporzionali (manodopera ed energia) e quote di quelli fissi (ammortamenti e interessi).

Dato che le macchine e gli impianti sono comuni anche alla lavorazione degli altri prodotti trattati nell'impianto, la quota dei costi fissi pertinente alle sementi certificate è tanto maggiore quanto minore è il loro impiego specifico rispetto a quello complessivo. Ne segue che, in particolare per i silos, un loro non pieno utilizzo comporta un aggravamento del costo per q.le di prodotto stoccato.

Il confronto dei costi tra delle due sub-linee, riportato in dettaglio nella precedente Tabella 20, ne mostra chiaramente l'entità e l'origine. Il costo dello stoccaggio in silos risulta così alto che simulando la sua completa sostituzione con quello in big-bags si avrebbe un risparmio di circa 4,6 €/q.le, grazie all'azzeramento della quota di costi fissi dei silos<sup>19</sup> e nonostante i maggiori costi di manodopera e del muletto<sup>20</sup>. Nel Grafico 9 è mostrata la variazione del costo unitario dello stoccaggio con quella della porzione eseguita con i big-bags.

<sup>19</sup> Più precisamente della quota di pertinenza della selezione meccanica degli ammortamenti e degli interessi dei tre silos.

<sup>20</sup> Tale ipotesi è riportata anche nello schema citato dove le quantità dei flussi conseguenti sono indicate in grigio.



**Grafico 9 - Variazione del costo della lavorazione con la % di prodotto pulito stoccato in big-bags**

Il costo elevato della fase di stoccaggio sembra quindi soprattutto di natura logistica che può trovare soluzione in una migliore organizzazione della movimentazione delle granelle, tenendo conto anche delle disponibilità di spazio per i big-bags, della necessità di mantenere distinte partite diverse e delle necessità di stoccaggio degli altri tipi di granella lavorati dall'impianto.

Occorre comunque notare che, in generale, i miglioramenti della efficienza tecnica della lavorazione possono richiedere anche un adeguamento degli impianti che a loro volta possono comportare variazioni degli ammortamenti e dei consumi energetici la cui convenienza deve essere valutata, caso per caso, in termini di efficienza economica. Questo richiede però specifiche analisi da parte della Ditta e che vanno oltre le competenze del presente lavoro.

### **File “Simulazioni”**

Il file comprende solo due schede, “Costi” e “Pareggio”, che sono da compilare ed esaminare seguendo quattro passaggi successivi come descritto nel seguito.

### **Recepimento dei dati dalle schede della tecnica**

Il primo passo è recepire i dati necessari dalle Schede colturali delle aziende agricole e Selezione meccanica, preventivamente personalizzate e salvate<sup>21</sup>. Ciò è possibile tramite il pulsante “Importa dati” presente in “Costi” e seguendo le istruzioni che vengono fornite via via. Con il pulsante “Reset” si possono prima cancellare tutti i dati eventualmente già presenti.

Il software è predisposto per utilizzare, nell'ordine, la Scheda colturale della produzione del Nucleo (ETS), poi fino a quattro delle moltiplicazioni successive (Az\_A, Az\_B, ecc.) e infine la scheda Selezione meccanica (SpT)<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> L'uso del file “Simulazioni” deve pertanto essere preceduto dalla messa a punto degli altri componenti il pacchetto CoSGA con le personalizzazioni opportune.

<sup>22</sup> E' possibile implementare altre Schede colturali, oltre alle due già disponibili, che potrebbero essere realizzate in seguito, previa rilevazione dei dati necessari ed apposita elaborazione secondo le specifiche richieste da questo software. E' possibile anche creare scenari diversi utilizzando Schede della tecnica diversamente personalizzate.

Caricati i dati di origine, si ha il quadro dei costi di produzione unitari delle aziende rilevate (vedi la precedente Tabella 17) e il riepilogo di quelli medi totali e al netto dei ricavi delle tre fasi della produzione della semente, dove i risultati delle aziende agricole sono medi ponderati delle diverse moltiplicazioni considerate Tabella 22 <sup>23</sup>.

**Tabella 22 - Costo della granella da seme e della semente certificata ottenuto con i dati rilevati**

Fasi		Costo di produzione	
		totale	netto ricavi
1. <u>Produzione nucleo</u>	€/q.le	286,37	0
2. <u>Moltiplicazioni:</u>	del nucleo	€/q.le	81,13
<i>Resa media:</i>	successiva 1	€/q.le	66,90
<i>18,0 q.li/ha</i>	successiva 2	€/q.le	66,90
	successiva 3	€/q.le	-
	successiva 4	€/q.le	-
Costo economico medio moltiplicazioni		€/q.le	<b>71,64</b>
			<b>-8,36</b>
3. <u>Selezione meccanica</u>	€/q.le	<b>153,70</b>	<b>13,70</b>
<u>Incidenza sul prezzo di vendita della semente certificata:</u>			
del costo del nucleo		7,4%	
del costo di trasformazione		45,7%	

Nell'esempio riportato, con il prezzo di vendita della granella da seme alla Ditta sementiera di 80 €/q.le, la fase agricola presenta un buon margine medio ma quella di trasformazione produce notevolmente in perdita. La produzione del Nucleo invece è ovviamente in pareggio avendo presupposto che sia "venduto" a prezzo di costo.

### Personalizzazione dei parametri

Sempre nella scheda "Costi" si possono variare alcuni parametri riguardanti la fase di moltiplicazione e la successiva di selezione meccanica per adeguarli alla situazione di contesto.

Come mostrato nella Tabella 23, i parametri impostabili sono sia di tipo tecnico che economico. I primi sono la resa media della produzione di granella da seme e il numero di riproduzioni successive a quella del Nucleo. I secondi sono il prezzo di acquisto del Nucleo, eventualmente diverso da quello di costo, i prezzi di scambio delle granelle tra gli agricoltori e la Ditta sementiera (di acquisto dagli agricoltori e di vendita della semente finita) e il costo unitario della trasformazione <sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Questa è la stessa Tabella 18 già vista in precedenza ma qui i risultati sono calcolati con i dati rilevati.

<sup>24</sup> Anche in questo caso con l'input del valore del parametro si aggiornano automaticamente tutti i risultati e una casella di spunta permette di ignorarli o meno. Similmente possono essere esclusi ammortamenti e interessi dal calcolo dei costi per gli agricoltori e considerare quindi solo i costi monetari.

**Tabella 23 - Personalizzazione dei parametri**

Fasi e parametri	valori dei parametri		
	standard	personaliz.	adottati
<i>Fase 1 - Produzione nucleo</i>			
Prezzo di vendita del Nucleo	€/q.le	286,37	286,37
<i>Fase 2 - Moltiplicazione</i>			
Resa media agricoltori moltiplicatori	q.li/ha	18,00	18,00
Moltiplicazioni dopo quella del Nucleo	(max 4)	n. 2	n. 2
<i>Fase 3 - Selezione meccanica</i>			
Prezzo medio seme da lavorare	€/q.le	80,00	80,00
Prezzo medio semente finita	€/q.le	140,00	140,00
Costo di tarsformazione	€/q.le	63,98	63,98

Si osserva che il prezzo del Nucleo potrebbe anche essere minore di quello di costo, a titolo di parziale compenso a ETS lasciando la quota residua a carico del servizio istituzionale di conservazione della progenie e della sua diffusione, fino ad arrivare alla situazione attuale nella quale non stato corrisposto alcun compenso<sup>25</sup>.

### **Calcolo dei prezzi di pareggio e degli scambi interni**

Il passo successivo deve essere fatto sulla scheda “Pareggio” e consente di verificare il risultati ottenuti con l’algoritmo di calcolo che porta alla definizione della coppia dei prezzi di pareggio della granella venduta dagli agricoltori (Ps.V) e della semente acquistata dagli stessi (Ps.A).

Per permettere il corretto aggiornamento dei risultati dell’algoritmo occorre però inserire nei rispettivi campi almeno i dati di tipo tecnico, ovvero la resa media di produzione attesa dagli agricoltori e il numero di moltiplicazioni dopo la prima. Oltre alle due variabili di tipo tecnico, il software consente la simulazione dei risultati anche rispetto al “ricarico” applicato dagli agricoltori e dalla Ditta sementiera sul prezzo di vendita rispetto al costo di produzione. In questo caso i risultati non sono più prezzi di pareggio ma quelli di vendita dei due soggetti.

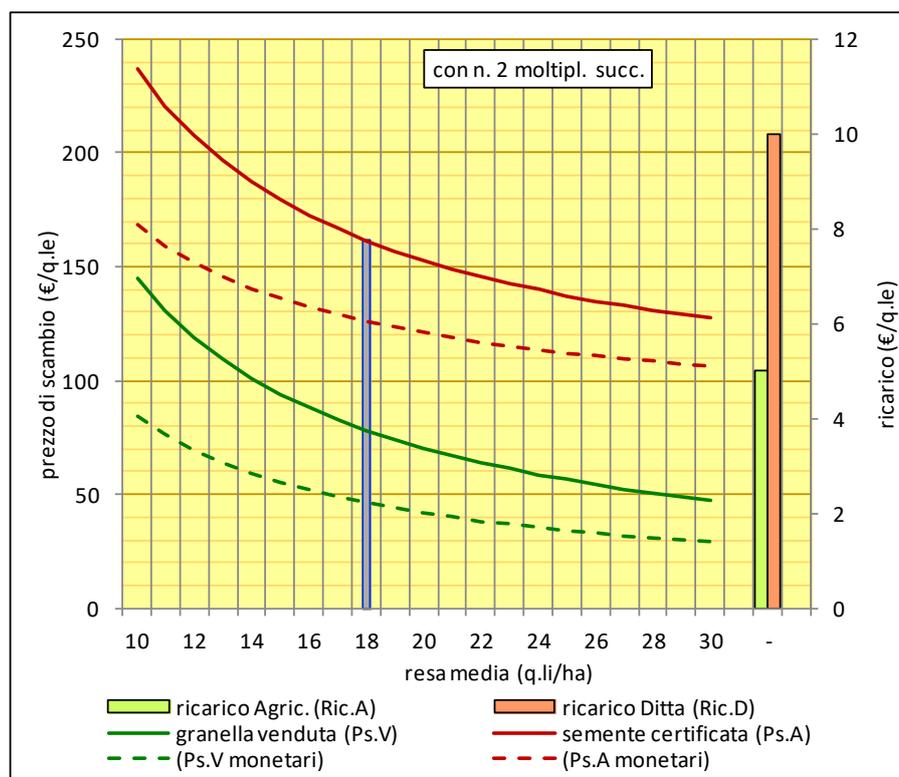
Nella Tabella 24 è riportata la maschera di input dei dati con un esempio di attribuzione dei valori dei parametri, compresi i ricarichi, e i prezzi risultanti con gli altri dati impostati in “Costi”.

<sup>25</sup> Considerando nullo il costo del Nucleo il margine medio delle aziende agricole aumenterebbe a 17, 64 €/q.le.

**Tabella 24 - Impostazione dei parametri per il calcolo dei prezzi degli scambi interni sulla base dei prezzi di pareggio**

Parametri / Risultati *	u.m.	valore	sigla
<b>Input variabili utente</b>			
prezzo del Nucleo	€/q.le	286,37	<- vedi "Costi"
resa in campo media delle moltiplicazioni	q.li/ha	<b>18,00</b>	<b>R.n</b>
moltiplicazioni successive a quella del nucleo	(max 4)	<b>n. 2</b>	n.s
<hr/>			
costo trasformazione	€/q.le	63,98	<- vedi "Costi"
ricarico Agricoltore per q.le prodotto	€/q.le	5,00	Ric.A
ricarico Ditta per q.le di semente prodotta	€/q.le	10,00	Ric.D
<b>Risultati</b>			
prezzo seme venduto dagli Agricoltori	€/q.le	<b>78,04</b>	<b>Ps.V</b>
prezzo di acquisto dalla Ditta sementiera	€/q.le	<b>161,49</b>	<b>Ps.A</b>
Incidenza sul prezzo di vendita della semente certificata:			
del costo di trasformazione		39,6%	
del costo del nucleo		6,4%	
* compresi ammortamenti e interessi per Agr. Moltiplicatori			

In proposito è da rilevare l'importante effetto della resa in campo nella definizione dei prezzi unitari, come mostrato nel Grafico 10, sotto due aspetti.



**Grafico 10 - Variazione dei prezzi con la resa in campo delle moltiplicazioni**

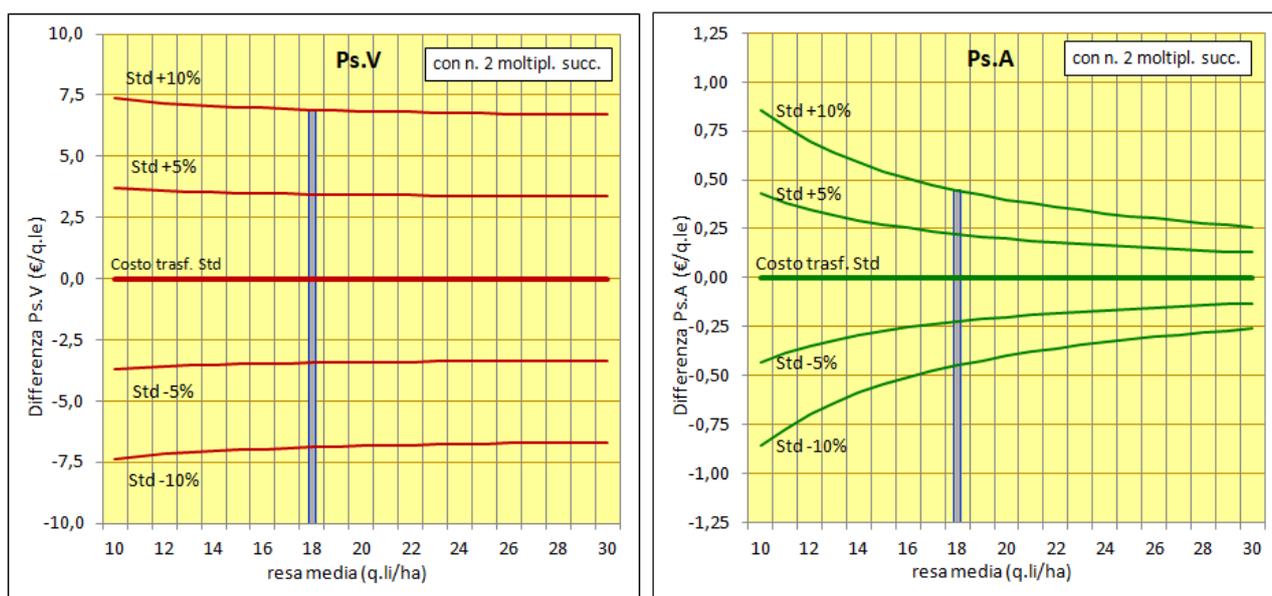
Il primo, evidente, è l'entità del suo effetto sui costi di produzione sulla granella da seme che si ripercuotono poi sul prezzo della semente certificata. L'altro è la sensibilità di questi costi alla sua variazione, soprattutto nei suoi valori più bassi.

Inoltre, nelle annate più sfavorevoli il volume complessivo della granella prodotta dagli agricoltori moltiplicatori potrebbe non raggiungere la capacità di lavoro ottimale dell'impianto di selezione meccanica con un conseguente aumento dei costi di trasformazione indicati in precedenza (vedi Grafico 4) e quindi un ulteriore innalzamento dei prezzi di scambio tra le due fasi<sup>26</sup>.

Per questo motivo è stata introdotta nel software la possibilità di personalizzare anche il costo della trasformazione e di simulare l'effetto complessivo delle variazioni della resa in campo.

Quanto sopra detto, considerata la grande e imprevedibile variabilità stagionale delle rese, potrebbe suggerire l'opportunità di programmare la produzione di granella da seme della filiera per quantità prudenzialmente abbondanti, al fine di garantire anche nelle annate peggiori un adeguato volume di lavorazione della fase di trasformazione. Si eviterebbe così il rischio che ai maggiori costi unitari della fase agricola si sommino anche i maggiori costi unitari della selezione meccanica.

Nei due grafici della Figura 6 –Figura 6 è mostrato l'effetto combinato delle variazioni della resa in campo, espresso come differenza dei prezzi rispetto alla situazione di costo di trasformazione standard<sup>27</sup>.



**Figura 6 – differenze dei prezzi rispetto alla situazione di costo di trasformazione standard al variare della resa in campo.**

### Calibrazione della distribuzione dei costi

Si può ora eseguire l'ultimo passaggio tornando alla tabella di personalizzazione della scheda "Costi" dove, con il comando "Adotta dati Pareggio", si possono caricare i prezzi di pareggio e gli altri dati della simulazione appena eseguita, ottenendo quanto mostrato nella Tabella 25.

<sup>26</sup> Con i dati standard rilevati dell'impianto di selezione, riduzioni del 10% e del 20% del volume lavorato porterebbero ad un incremento dei costi di lavorazione rispettivamente del 7% e del 16% circa.

<sup>27</sup> I valori del costo di trasformazione da riportare nella maschera di personalizzazione **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** possono essere ottenuti con le simulazioni rese possibili dalla scheda "Selezione meccanica" una volta determinata la produzione di granella da seme in base alla resa e alla superficie complessiva della sua coltivazione.

**Tabella 25 - - Personalizzazione con i dati ottenuti dalla simulazione dei prezzi di pareggio**

Fasi e parametri		valori dei parametri		
		standard	personaliz.	adottati
<b>Fase 1 - Produzione nucleo</b>				
Prezzo di vendita del Nucleo	€/q.le	286,37		286,37
<b>Fase 2 - Moltiplicazione</b>				
Resa media agricoltori moltiplicatori	q.li/ha	18,00	18,00	18,00
Moltiplicazioni dopo quella del Nucleo	(max 4)	n. 2	n. 2	n. 2
<b>Fase 3 - Selezione meccanica</b>				
Prezzo medio seme da lavorare	€/q.le	80,00	78,04	78,04
Prezzo medio semente finita	€/q.le	140,00	161,49	161,49
Costo di tarsformazione	€/q.le	63,98		63,98

La tabella di riepilogo dei costi vista in precedenza (vedi Tabella 22) indica ora un reddito (costo netto negativo) sia per la fase di moltiplicazione che per quella di produzione della semente certificata, come mostrato nella Tabella 26, che corrisponde al rispettivo “ricarico” impostato nella simulazione della scheda “Pareggio”.

**Tabella 26 - Costo della granella da seme e della semente certificata ottenuto con i prezzi di pareggio**

Fasi		Costo di produzione	
		totale	netto ricavi *
1. <u>Produzione nucleo</u>	€/q.le	286,37	0
2. <u>Moltiplicazioni:</u>			
<u>del nucleo</u>	€/q.le	81,13	3,09
<u>Resa media:</u>			
<u>18,0 q.li/ha</u>			
<u>successiva 1</u>	€/q.le	68,99	-9,05
<u>successiva 2</u>	€/q.le	68,99	-9,05
<u>successiva 3</u>	€/q.le	-	-
<u>successiva 4</u>	€/q.le	-	-
Costo economico medio multipli	€/q.le	<b>73,04</b>	<b>-5,00</b>
3. <u>Selezione meccanica</u>	€/q.le	<b>151,49</b>	<b>-10,00</b>

Dall’esempio riportato appare chiaro che il prezzo finale della semente certificata risulta probabilmente eccessivo per gli agricoltori “utilizzatori” che a loro volta dovrebbero trasferire questo costo alle fasi successive dalla filiera. Il software consente anche di valutare questo aspetto tramite una ulteriore specifica simulazione mostrata nella precedente Tabella 19.

I prezzi di pareggio però possono essere calibrati nella maschera di input controllando contemporaneamente i valori risultanti dei redditi e/o dei costi netti per una loro eventuale di distribuzione tra i vari attori della filiera in base alle scelte “politiche” che potrà decidere l’Associazione.

## **Divulgazione dei risultati acquisiti e diffusione dell'innovazione**

Tutta l'attività del progetto è riportata nel sito internet dedicato al progetto <https://www.gramont-graniantichi.it/>.

Un'occasione per la divulgazione del progetto è stato l'evento tenutosi a Cesa, nell'azienda sperimentale della regione Toscana, il 29/05/2019 durante la giornata divulgativa sulle attività sperimentale portate avanti nell'azienda

Nell'ambito dell'attività della sottomisura 1.2 sono stati svolti numerosi incontri relativi alle tematiche relative alla misura 16.2 ed in particolare:

- caratteristiche varietali e le prospettive offerte dalle popolazioni evolutive: tecniche di selezione, selezione partecipativa e breeding evolutivo;
- formazione per mugnai che intendono lavorare con farine di grani antichi;
- aggiornamenti sulla legislazione riguardante le sementi dei cereali;
- registrazione e gestione dei marchi: varie tipologie di marchi e normativa collegata;
- gestione della fertilità chimico fisica del suolo: metodi di coltivazione;
- corrette modalità di lavorazione e caratteristiche nutraceutiche del pane e della pasta e di altri prodotti ottenuti con la farina di grani antichi.

La presentazione dei risultati è avvenuta in data 14/01/2022 presso il Centro "I Lecci" Via Lucardese, 74, Montespertoli: la registrazione dell'evento e le presentazioni dell'evento sono disponibili sito.