

**LA SANITÀ DELLA MAMMELLA E LA QUALITÀ DEL LATTE
OVINO E CAPRINO: L'ESPERIENZA DEL C.RE.L.D.O.C. E DEL
C.RE.N.M.O.C.**

**Attitudine alla caseificazione del latte ovi-caprino
determinata mediante apparecchiatura automatica
all'infrarosso**

Roma, 9 novembre 2021

Dr. Carlo Boselli





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Ricerca Corrente IZS LT 05/18

«Studio parametri igienico-sanitari e caratteristiche reologiche latte ovino, caprino e bufalino, finalizzate allo sviluppo di strumenti per il miglioramento della qualità delle produzioni casearie tradizionali».

Scopo del lavoro: aggiungere nuovi parametri analitici per la valutazione della qualità del latte (attitudine alla caseificazione)

Metodologia applicata: Messa a punto di un modello predittivo per l'attitudine casearia mediante apparecchiatura automatica può rappresentare una facilitazione all'introduzione del pagamento del latte in base alla qualità

Risultati attesi: Metodo rapido per valutare l'attitudine alla coagulazione del latte mediante MIRS.

UO: DAFNAE Università Padova





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

CAMPIONI DI LATTE DI MASSA UTILIZZATI

REG CE 853/04 (Carica batterica totale; Cellule somatiche, Sostanze inibenti).

Disciplinari di produzione prodotti DOP, IGP e STG (es. DOP Pecorino Romano),
Accordi per il pagamento del latte a qualità, (qualità e cellule somatiche).

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI DECRETO 26 agosto 2021.

Art2. Entro il giorno 20 di ogni mese i primi acquirenti registrano nella banca dati del SIAN gli estremi identificativi dei fornitori, gli indirizzi degli stabilimenti di provenienza o delle aziende di produzione e, per ognuno di essi, separatamente per specie animale ed origine geografica, i seguenti dati relativi al mese di calendario precedente:

- a) i quantitativi di latte crudo e latte crudo biologico, consegnati direttamente dai singoli produttori di latte ubicati in Italia, con l'indicazione del tenore di **materia grassa e del tenore di proteine;**





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

PRINCIPALI PARAMETRI CHIMICO FISICI DETERMINATI SUL LATTE

ANALISI CHIMICO-FISICHE: Grasso, Proteine, Lattosio, Caseina, Urea, Indice crioscopico, pH, Acidità SH° , Acidi grassi, etc.

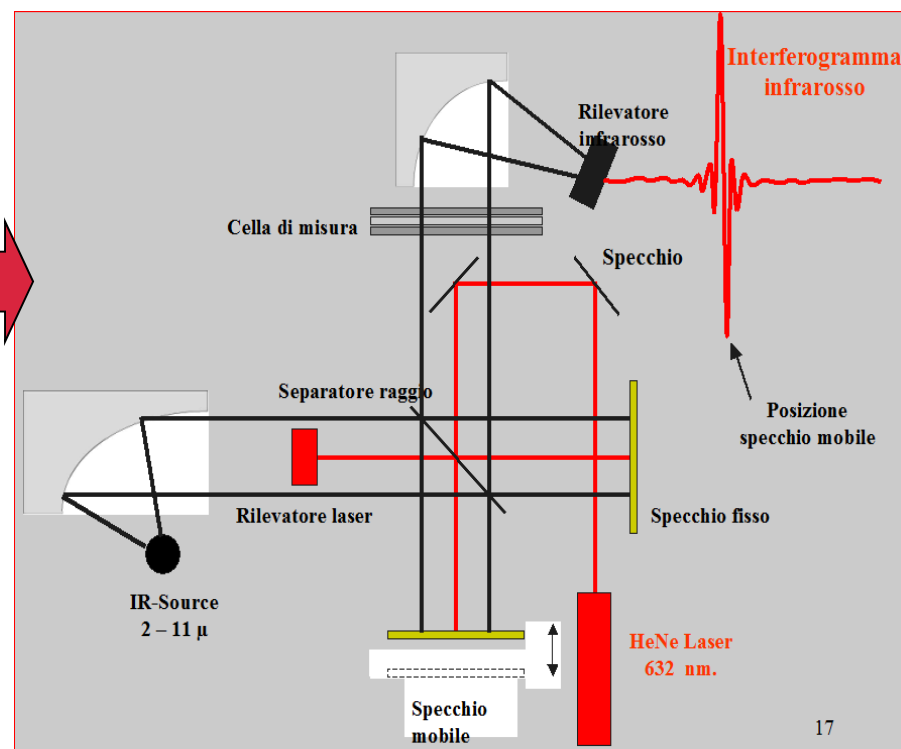
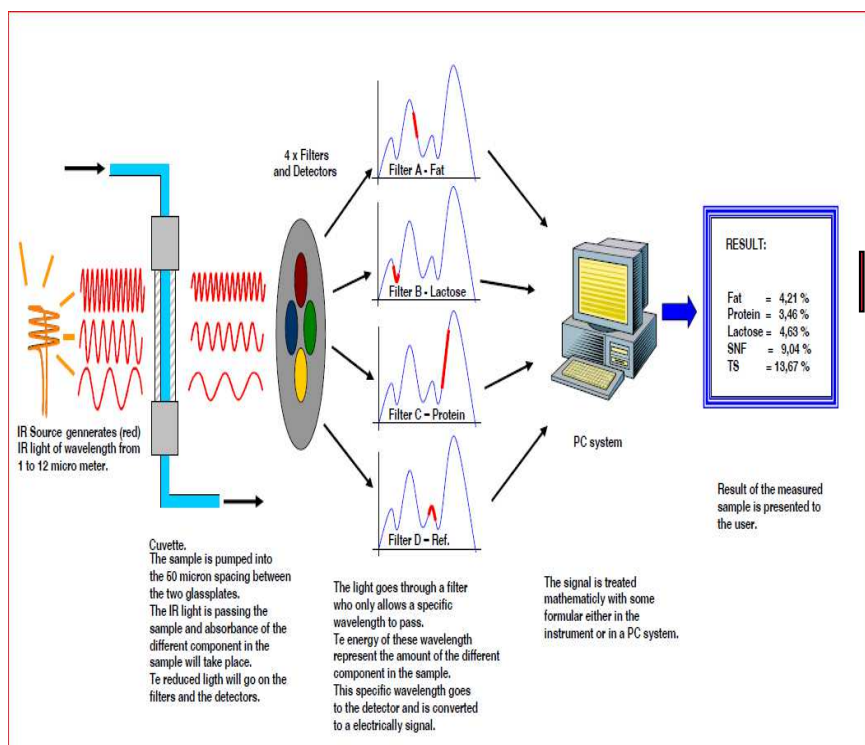
ANALISI IGIENICO SANITARIE: Carica batterica totale, Cellule somatiche, Residui di sostanze inibenti, Aflatossina M1.

PARAMETRI LATTODINAMOGRAFICI per il latte destinato alla caseificazione.



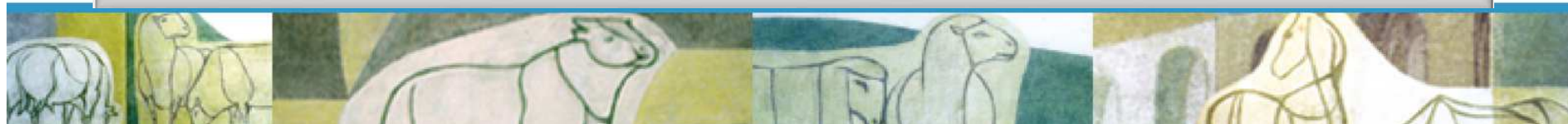
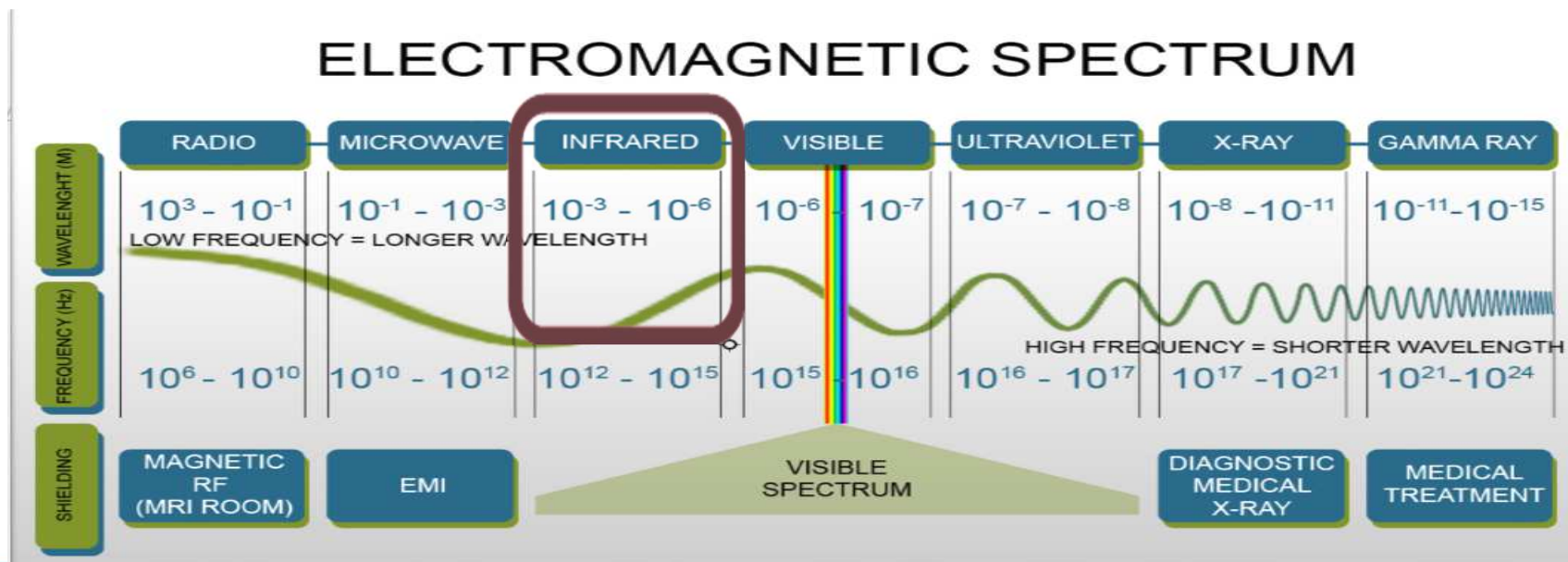
Apparecchiature automatiche per la determinazione dei parametri di qualità:

Dal vecchio sistema a filtri all'odierna tecnologia NIR



Principio di funzionamento della tecnologia NIR

La tecnica spettroscopica si basa sull'interazione tra materia e onde elettromagnetiche. Le radiazioni elettromagnetiche comprendono diverse regioni in base alle seguenti lunghezze d'onda: la regione dei raggi X (0,5-10 nm), la regione UV (10-350 nm), la regione visibile (350-800 nm), la regione del vicino infrarosso (800-2.500 nm), regione dell'infrarosso medio (2.500-25.000 nm), regione a microonde (100 μ m - 1 cm) e regione di radiofrequenza (1 cm - 1 m).



PRINCIPALI SPETTROFOTOMETRI AUTOMATIZZATI DA LABORATORIO DISPONIBILI SUL MERCATO

Typical MIR Spectrometers (milk testing)

- ❑ **FOSS** MilkoScan™ 7
- ❑ **Bentley Instruments**
DairySpec FT automatic
- ❑ **Delta Instruments**
LactoScope FTIR Advanced



SBMA Meeting (Ribeirão Preto - Sao Paulo, Brazil, June 12 to 13, 2017)

11

Fonte: SBMA Meeting (Ribeirao Preto - Sao Paulo, Brazil, June 12 to 13, 2017)





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Principio di funzionamento della tecnologia NIR

La tecnica a infrarossi si basa sull'analisi dell'interazione tra onde elettromagnetiche e materia. La radiazione elettromagnetica comprende regioni diverse in base alle diverse lunghezze d'onda (O'Donnell et al., 2014).

Le principali regioni coinvolte nel settore lattiero-caseario sono le regioni del vicino infrarosso (NIR; da 800 a 2.500 nm) e del medio infrarosso (MIR; da 2.500 a 25.000 nm).

La spettroscopia nel vicino infrarosso viene utilizzata per determinare le caratteristiche di qualità dei prodotti lattiero-caseari (De Marchi et al., 2018), e può essere utilizzata nel latte crudo dai trasformatori a fini di standardizzazione.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Principio di funzionamento della tecnologia NIR

Uno degli eventi storici più importanti per la tecnica spettroscopica fu lo sviluppo della trasformata di Fourier nel 1700; negli anni successivi, questa trasformazione matematica è stata migliorata con l'uso dell'interferometro.

Nel 1969, Digilab Inc. (Marlborough, MA) ha lanciato sul mercato il primo spettrofotometro a infrarossi con trasformata di Fourier con un minicomputer dedicato, che è stato successivamente affinato nel 1983 dalla stessa società (Spectra-Tech Inc., Oak Ridge, TN).

A partire dagli anni '80, gli spettrofotometri a infrarossi con trasformata di Fourier sono stati combinati con i personal computer e questo metodo di analisi è stato ampiamente utilizzato grazie alla sua versatilità ed economicità.

Da allora, molti ricercatori hanno studiato le relazioni tra le lunghezze d'onda degli spettri e diversi tratti di qualità attraverso la spiegazione delle variazioni dei legami chimici.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Parametri restituiti dall'apparecchiatura automatica Milkoscan TM

CombiFoss™ 7

20 parametri in **6sec.**



PADENGHE 2018

- ✓ Acido Citrico
- ✓ Urea
- ✓ Solidi non grassi
- ✓ Solidi totali
- ✓ Lattosio
- ✓ Caseina
- ✓ Proteina grezza
- ✓ Proteina vera
- ✓ Grasso

FOSS

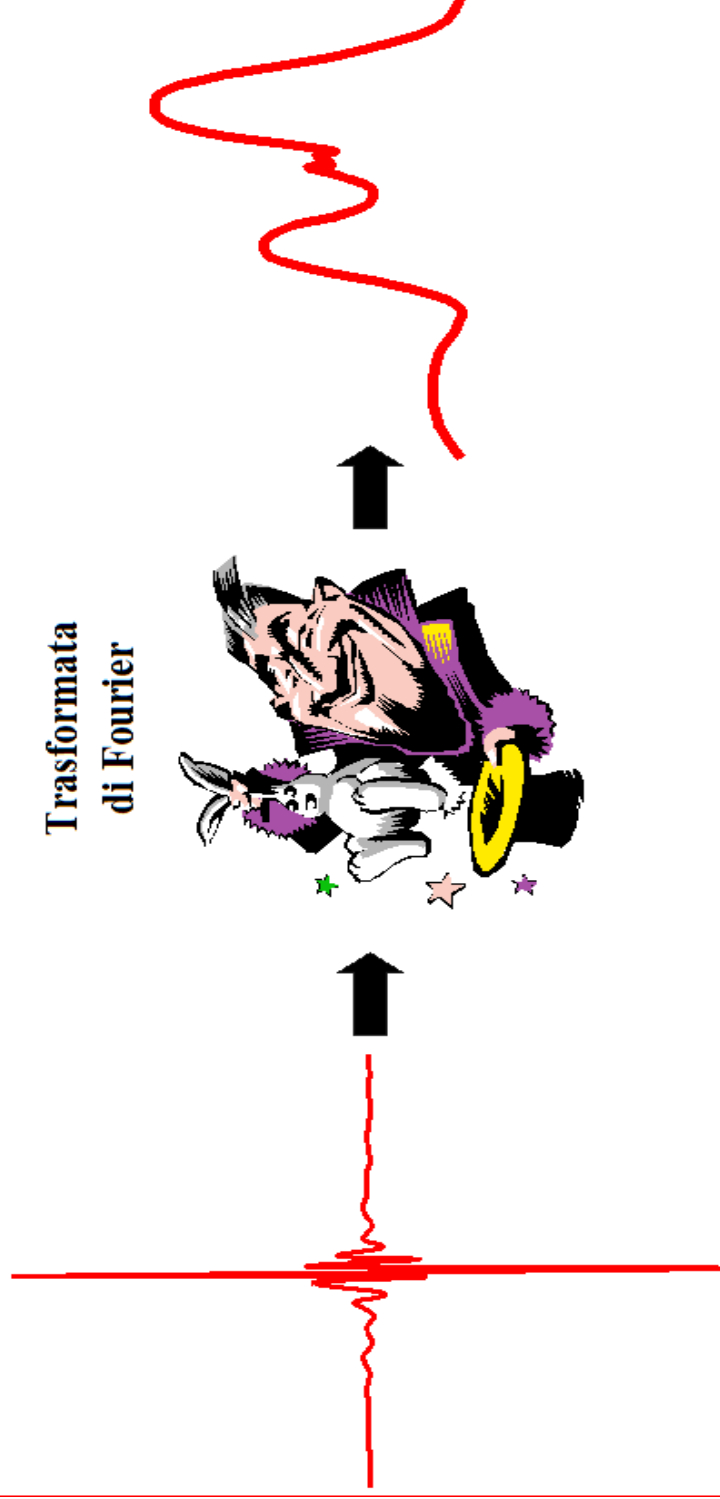
- ✓ Conteggio differenziale delle cellule somatiche
- ✓ Conteggio delle cellule somatiche
- ✓ Adulterazione
- ✓ BHB –Chetosi
- ✓ Acetone – Chetosi
- ✓ Profilo degli acidi grassi 2
- ✓ Profilo degli acidi grassi 1
- ✓ PH
- ✓ FPD
- ✓ Acidi Grassi Liberi
- ✓ MCP

ANALYTICS BEYOND MEASURE

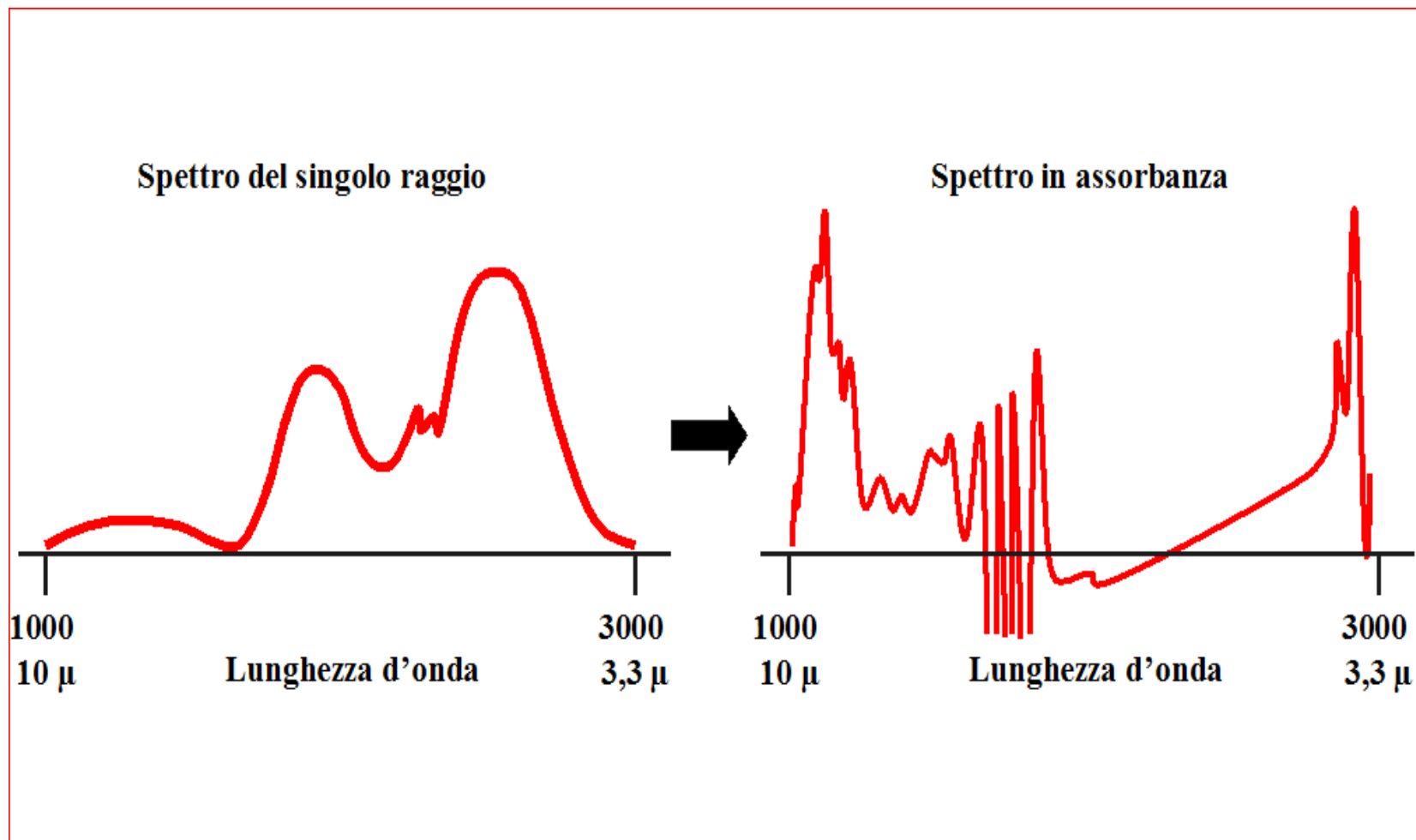
Fonte: sito web http://www.aral.lom.it/Archivi/Seminari/bovini-20/gg.2-pom_1_Cesari-Gentile.pdf



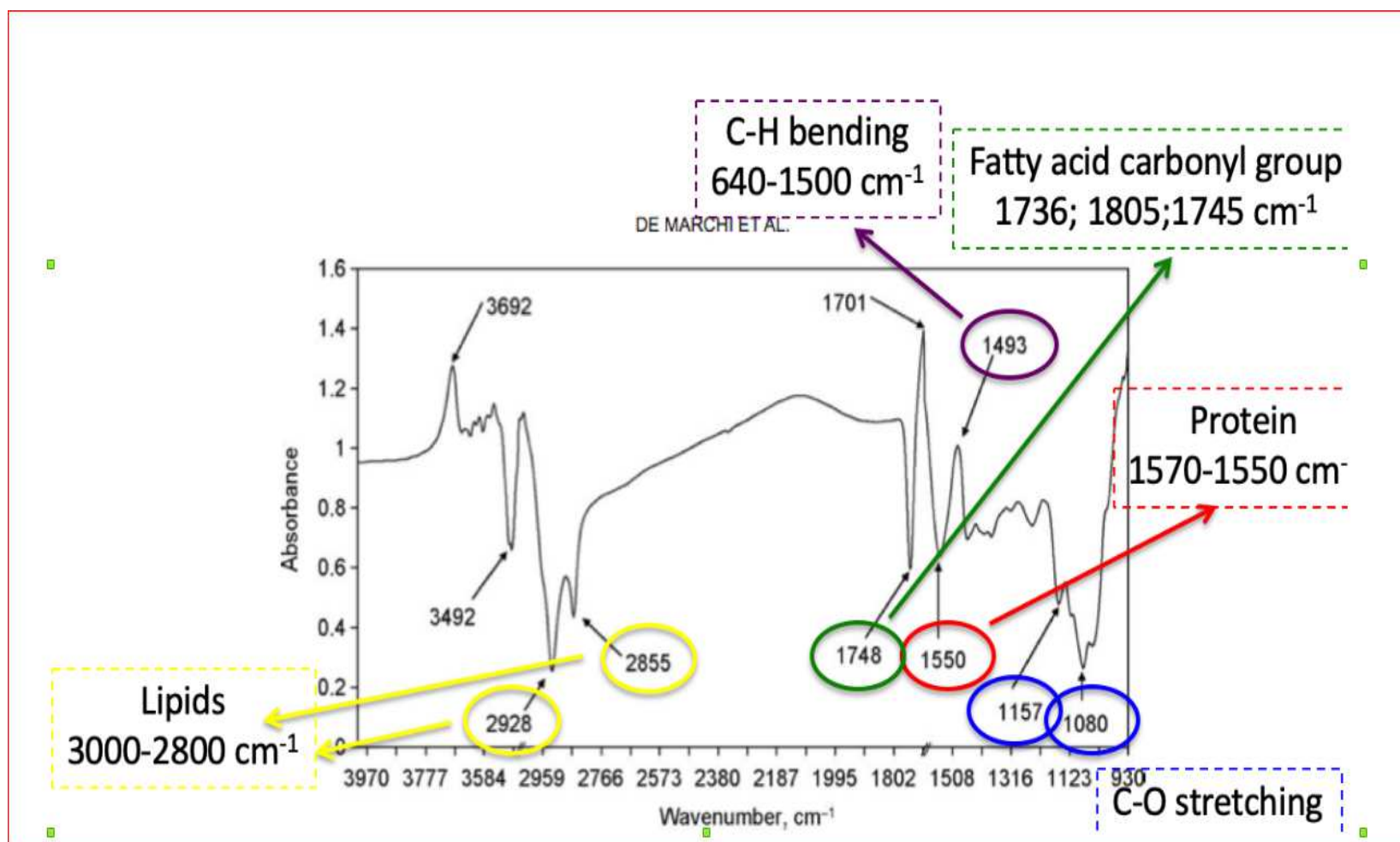
Interferometro - Teoria



La trasformata di Fourier



La trasformata di Fourier e le informazioni ottenute dallo spettro



MODELLO DI PREDIZIONE: COME REALIZZARLO

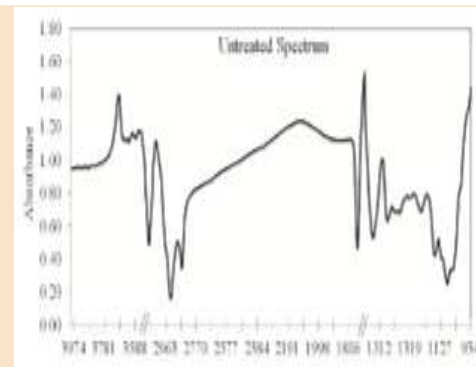
**Metodo di
Riferimento**



**Campioni di latte
(individuali o massa)**



**Spettro IR
(Apparecchiatura)**



**SW specifico - (Analisi Statistica PLS) - Modello di
Predizione per il parametro studiato**





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

ATTITUDINE ALLA CASEIFICAZIONE:

LO STATO DELL'ARTE

L'ATTITUDINE CASEARIA DEL LATTE: RAPPRESENTA LA CAPACITA' DEL LATTE DI REAGIRE CON UN COAGULANTE (SOLITAMENTE UNO O PIU' ENZIMI DI ORIGINE ANIMALE, VEGETALE O MICROBICA) PER GENERARE UNA CAGLIATA CON CONSISTENZA IDONEA ALLA LAVORAZIONE.

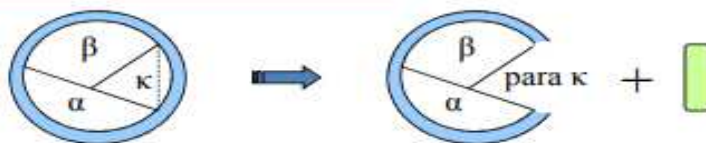
IN LINEA GENERALE QUESTO CARATTERE OLTRE AD INFLUENZARE I TEMPI DI LAVORAZIONE INTERVIENE ANCHE SULLE CARATTERISTICHE E SULLA RESA IN FORMAGGIO.

IN LETTERATURA SONO DISPONIBILI INFORMAZIONI, PRINCIPALMENTE SUL LATTE BOVINO, CHE DIMOSTRANO COME UN LATTE CON SCARSA O RIDOTTA ATTITUDINE CASEARIA PUO' AUMENTARE L'INCIDENZA DEI DIFETTI E DEGLI SCARTI DEL PRODOTTO FINALE OLTRE CHE INCIDERE SUI COSTI DI TRASFORMAZIONE.



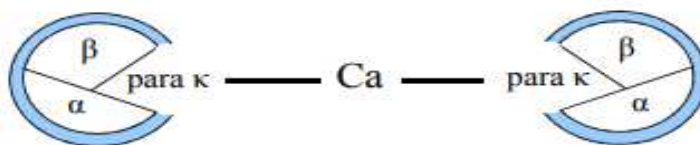
RAPPRESENTAZIONE GENERALE DELLE PRINCIPALI FASI DI COAGULAZIONE ENZIMATICA DEL LATTE

Fase primaria o enzimatica



Caseina-K + Enzima \rightarrow Rottura legame Phe105-Met106 \rightarrow Paracaseina-K (1-105) + caseinoglicomacropeptide (106-169)

Fase secondaria



Fase terziaria

Idrolisi delle caseine

Fonte: www.giuseppezeppa.com/files/cagli-vegetali.pdf



Le caratteristiche del caglio impiegato nelle prove di coagulazione

Enzimi presenti nel caglio

Chimosina o Chimasi o Rennina: attività massima a pH 5.5; T ottimale circa 40 °C; denaturazione a T > 55°C.

Pepsina: agisce nella fase terziaria con elevata attività proteolitica (circa 45 volte la chimosina).

Titolo

Il titolo del caglio indica la sua capacità di coagulare una nota quantità di latte in condizioni definite (es: **1:10.000** indica che 1 ml di caglio è in grado di coagulare **10.000 ml (10 L)** di latte a 35°C in 40 minuti).

RU (Rennet Units) o **IMCU** (International Milk Clotting Units): attività coagulante necessaria per coagulare in 100 sec 10 mL di substrato costituito da latte in polvere ricostituito al 10.7% (p/p) in una soluzione acquosa 0.01 molare di cloruro di calcio ad un pH di 6.35.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Attitudine del latte alla caseificazione

LA METODICA DI RIFERIMENTO

Metodica di riferimento: Lattodinamografica

Metodica utilizzata: Zannoni e Annibaldi 1981

4.4.1.5. Reagenti

Acqua distillata;

Caglio: si consiglia di utilizzare il caglio Hansen standardizzato conservato a 4°C e impiegato nell'arco di due mesi. Si tratta di un caglio liquido di vitello, a titolo 1:15.000, contenente il 20-25% di pepsina (il resto è chimosina). Diluire in acqua il caglio standard in ragione di 1,6:100 (per il latte bovino e caprino) o 0,8:100 (per il latte ovino) o 1:100 (per il latte bufalino). Aggiungere 200 µl della soluzione diluita a 10 ml di latte.

Stralcio dagli atti ASPA di una Commissione di studio relativa a «Metodologie di valutazione della produzione quanti- qualitative del latte»





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Attitudine del latte alla caseificazione

L'apparecchiatura maggiormente usata per valutare tale carattere è il Lattodinamografo.

La prova riproduce una vera e propria mini caseificazione, un campione di 10 ml di latte, dispensato in un apposito rack metallico, viene riscaldato ad una temperatura di 35 °C, vengono aggiunti 0,2 ml di una soluzione contenente caglio a titolo noto. Lo strumento registra il comportamento del campione per un tempo minimo di 30 minuti ad un massimo di 90 minuti.

Formagraph e Parametri restituiti: r, k20, r+k20, ra30, a30, a45, a60, a75, a90



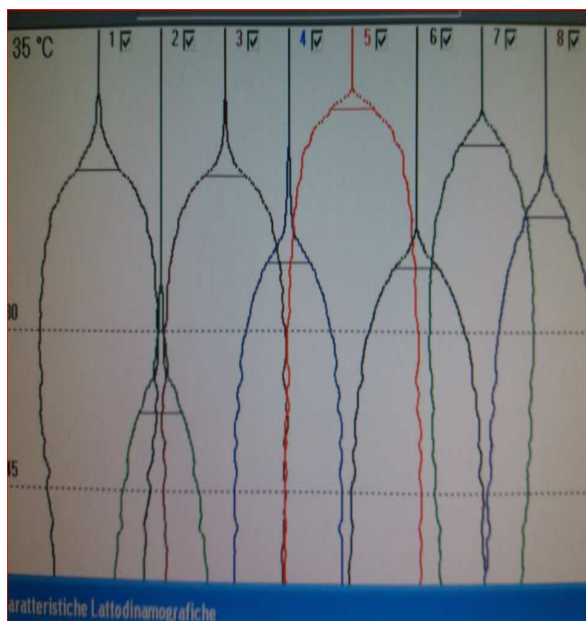
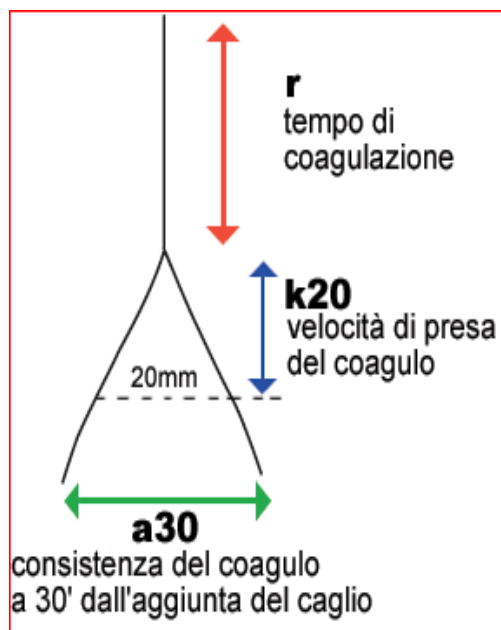


Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Attitudine del latte alla caseificazione

PARAMETRI DI COAGULAZIONE DEL LATTE

Formagraph e parametri restituiti: **r**, **k20**, **r+k20**, **ra30**, **a30**, **a45**, **a60**, **a75**, **a90**



t	K20	A30	r+K20	r/A30	r/K20	a2t	A60
07.30	06.45	57.04	14.15	.12	1.13	28.62	41.8
26.30	11.30	2.3	38.00	11.43	2.33	43.76	46.2
10.15	04.30	57.02	14.45	.17	2.36	45.98	52.8
16.45	06.30	40.3	23.15	.4	2.61	45.02	50.6
06.30	01.45	61.44	08.15	.1	4.34	47.5	66
20.15	03.30	44.58	23.45	.45	6.11	56.76	63.8
09.00	03.00	48.26	12.00	.18	3	39.64	35.2
14.15	04.30	44.8	18.45	.31	3.29	42.94	57.2



Ricerca Corrente LT 05/18

Attività relativa ad 1 anno di monitoraggio per il latte ovino di massa (fine novembre 2020 - ottobre 2021)

Sono stati analizzati complessivamente 4.332 campioni di latte ovino di massa, giunti nel ns. laboratorio per determinazioni analitiche varie (controllo qualità, Reg. 853/04, monitoraggio, ricerca, etc.).

Per ciascun campione di latte sono stati determinati i principali parametri di qualità (Milkoscan TM 7) con acquisizione del relativo spettro.

Determinazione dei principali parametri reologici (Lattodinamografo) secondo la metodica Zannoni e Annibaldi (**concentrazione del caglio 0,8%**).

Implementazione del data base con acquisizione dello spettro, inserimento dei parametri di qualità e dei parametri reologici.

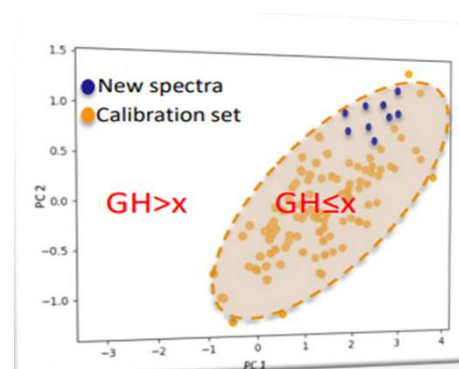
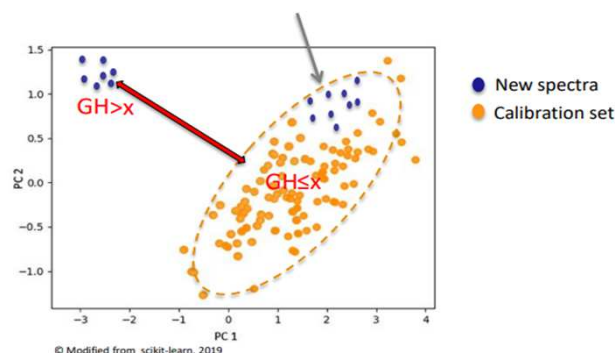


PROCEDURA DI VALIDAZIONE

Dal data set originale vengono creati automaticamente da SW (FTIR Calibrator) due sub data set, il primo di **calibrazione** (composto dal 75% dei campioni totali) ed il secondo di **validazione** (composto dal restante 25% dei campioni totali).

Utilizzando la funzione «Calibra» ed analisi «PLS» si individua nel relativo istogramma il canale ottimale su cui posizionarsi, rispetto a quello proposto per default (inferiore o uguale a 20),

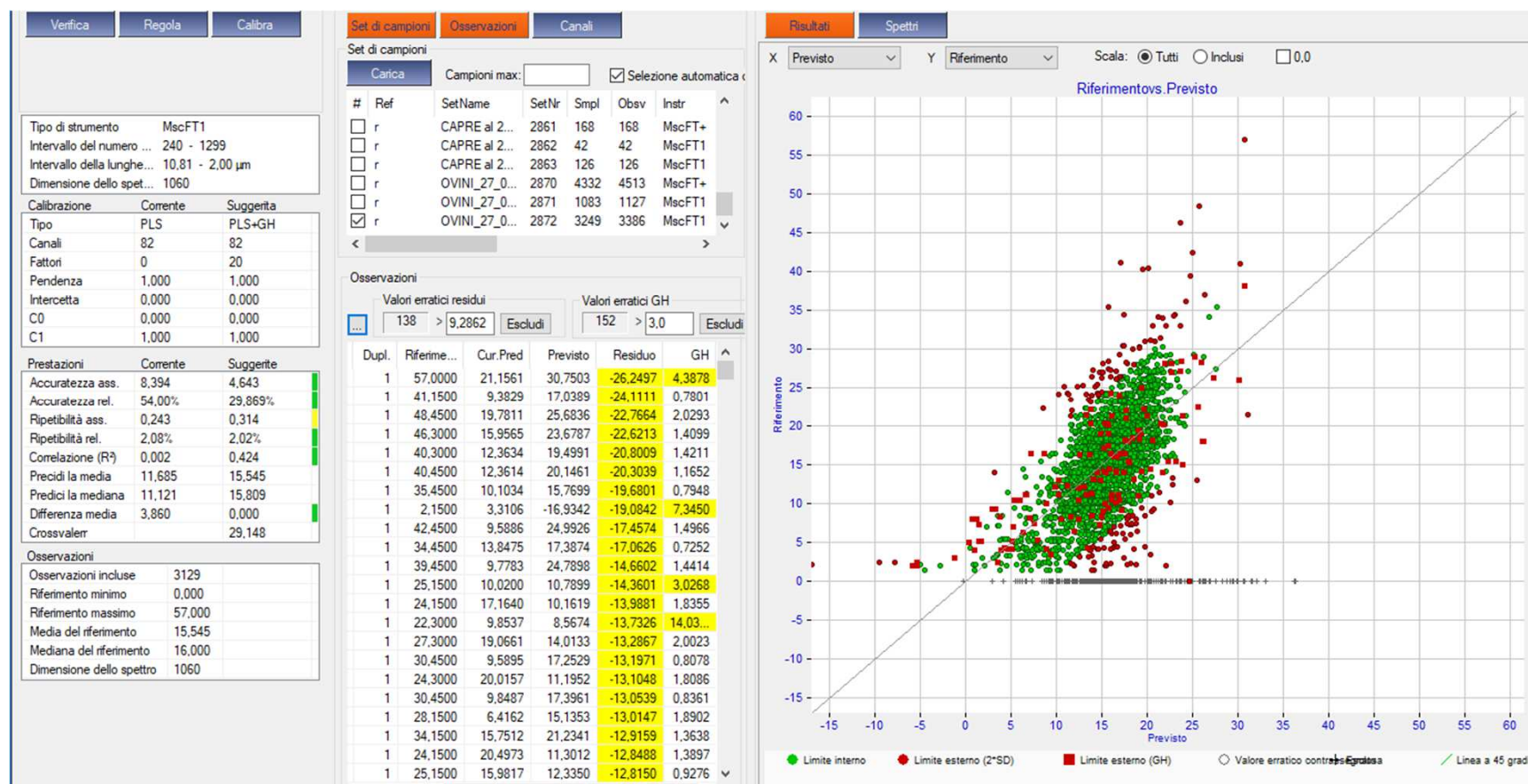
Si crea il Global H (GH: **Global H which is the Standardized Mahalanobis Distance**) per ciascun campione e di eliminano i residui anomali ed i $GH > 3$



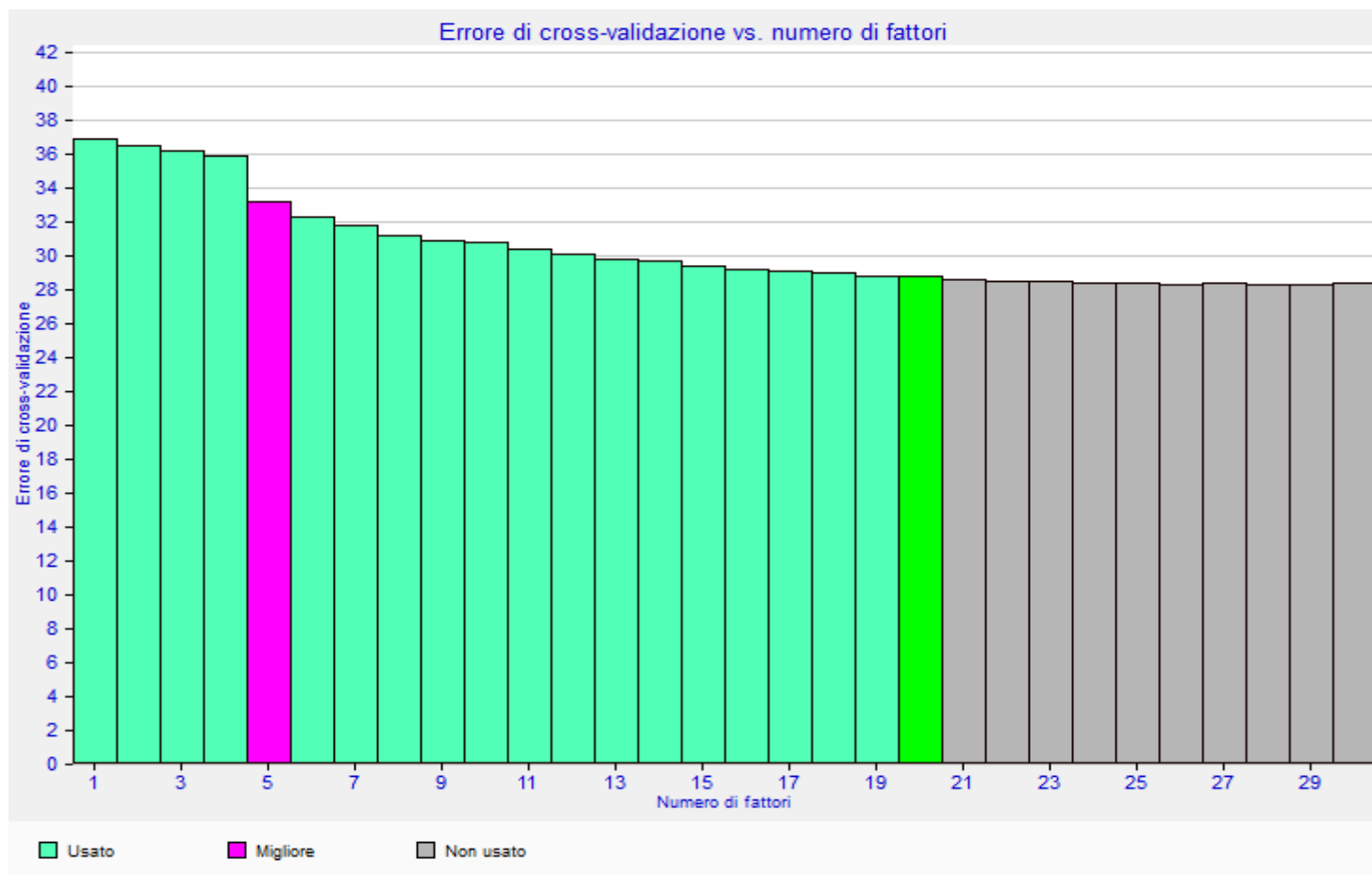


Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

1. Parametro R (RENNETTE CLOTTING TIME)



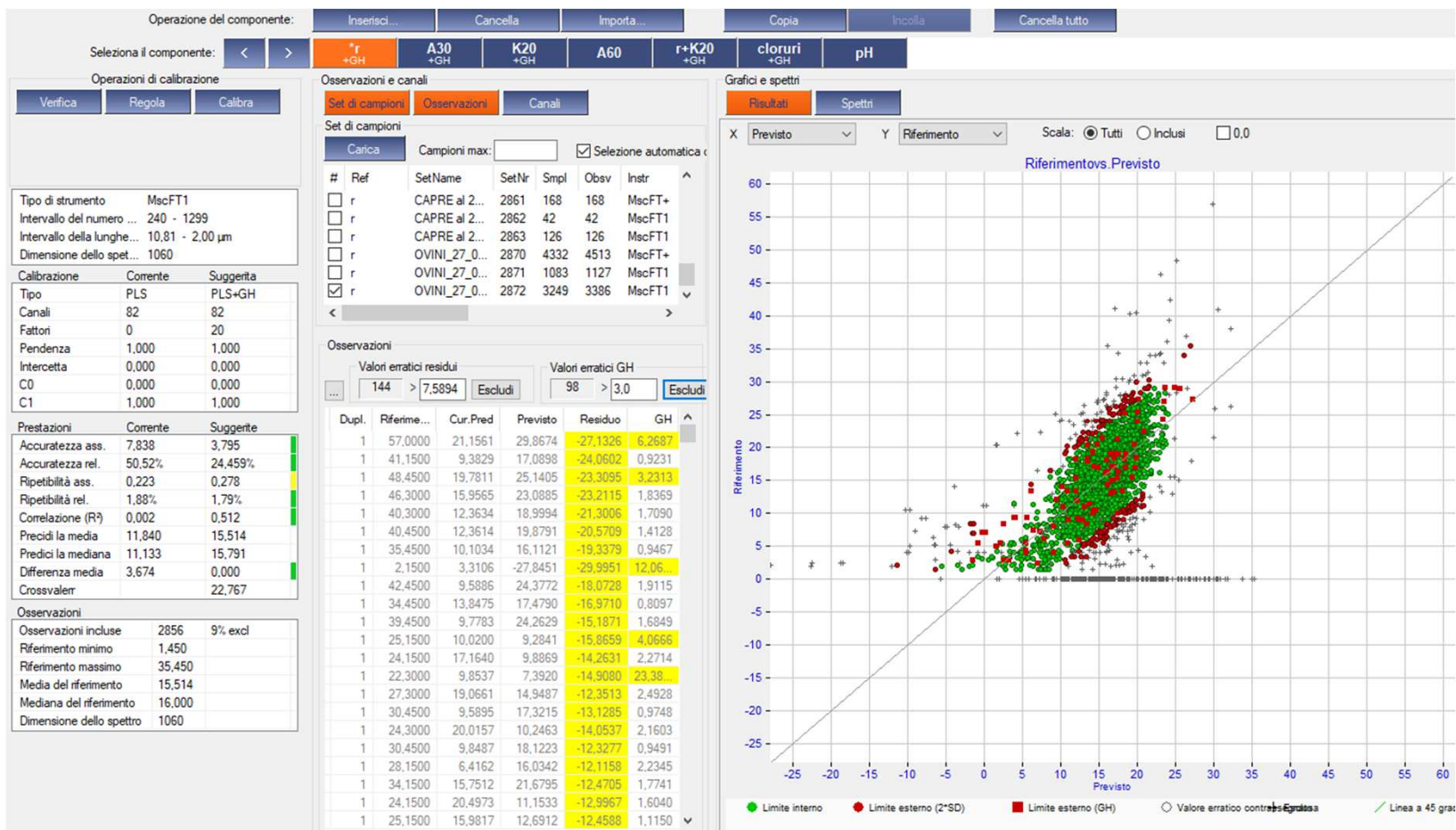
2. Scelta del canale ottimale rispetto a quello proposto per default



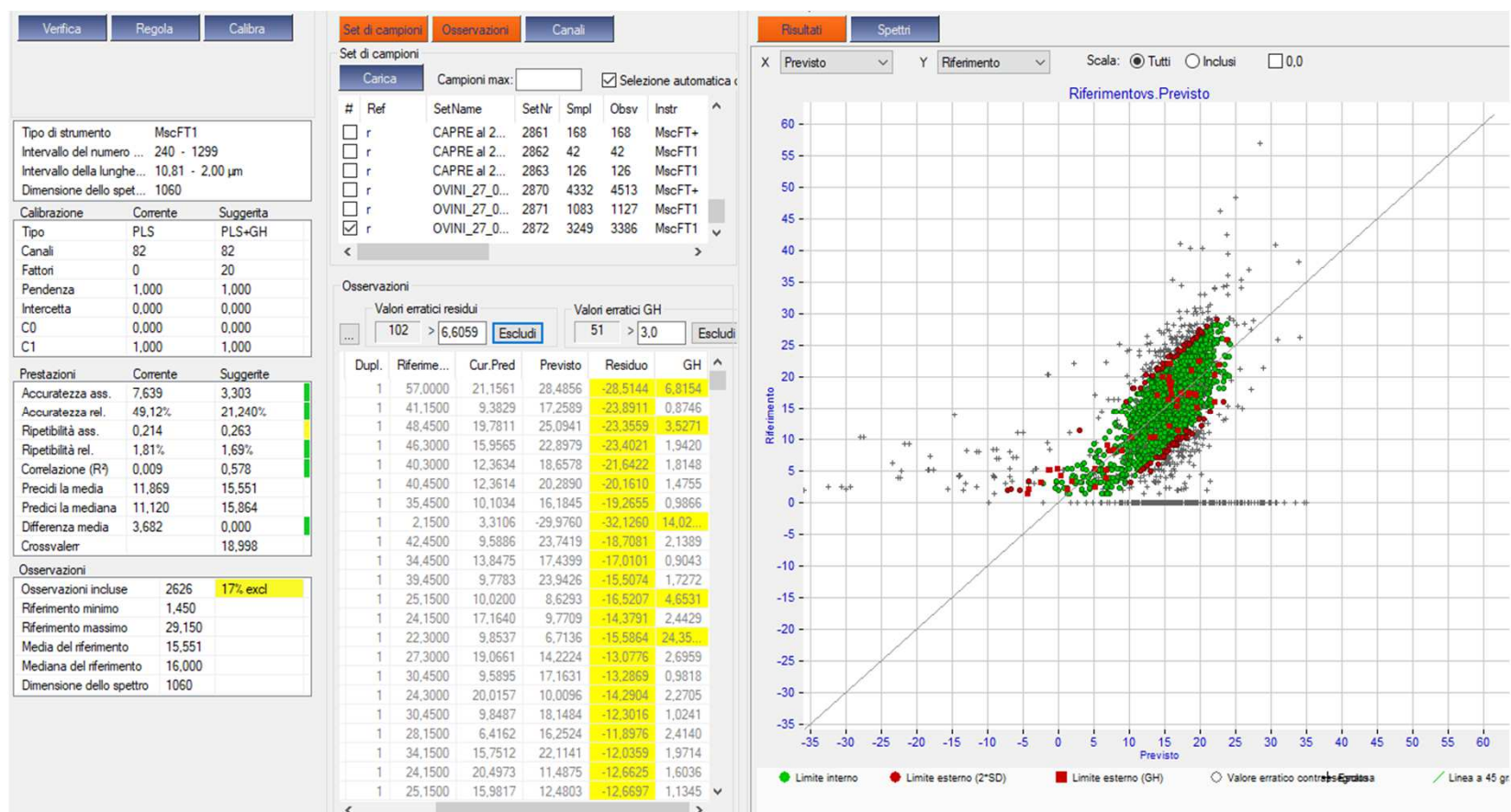


Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

3. L'operazione viene ripetuta una seconda volta



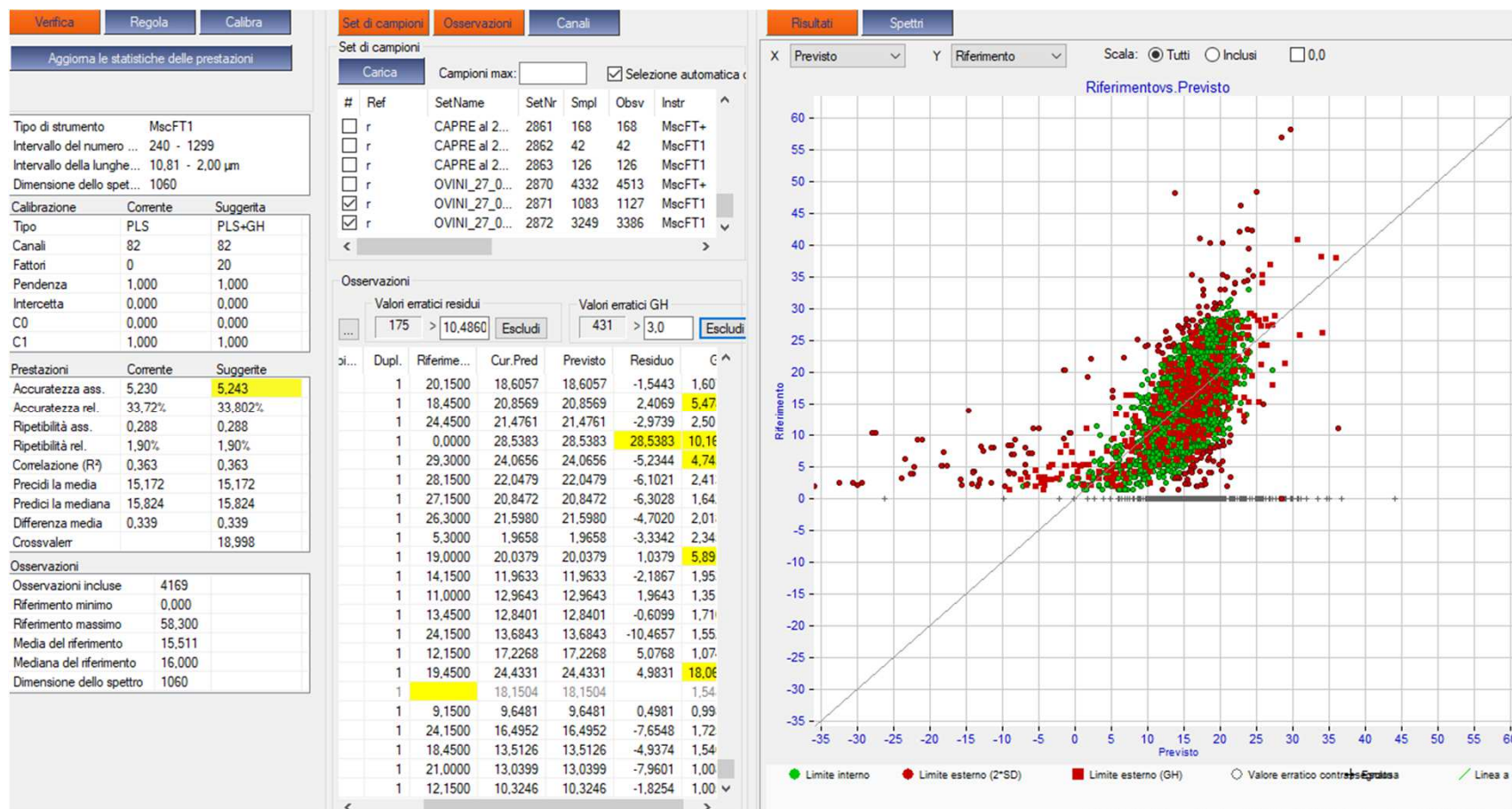
4. L'operazione viene ripetuta una terza volta ma salvando i risultati ottenuti senza eliminare Valori erratici e GH





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

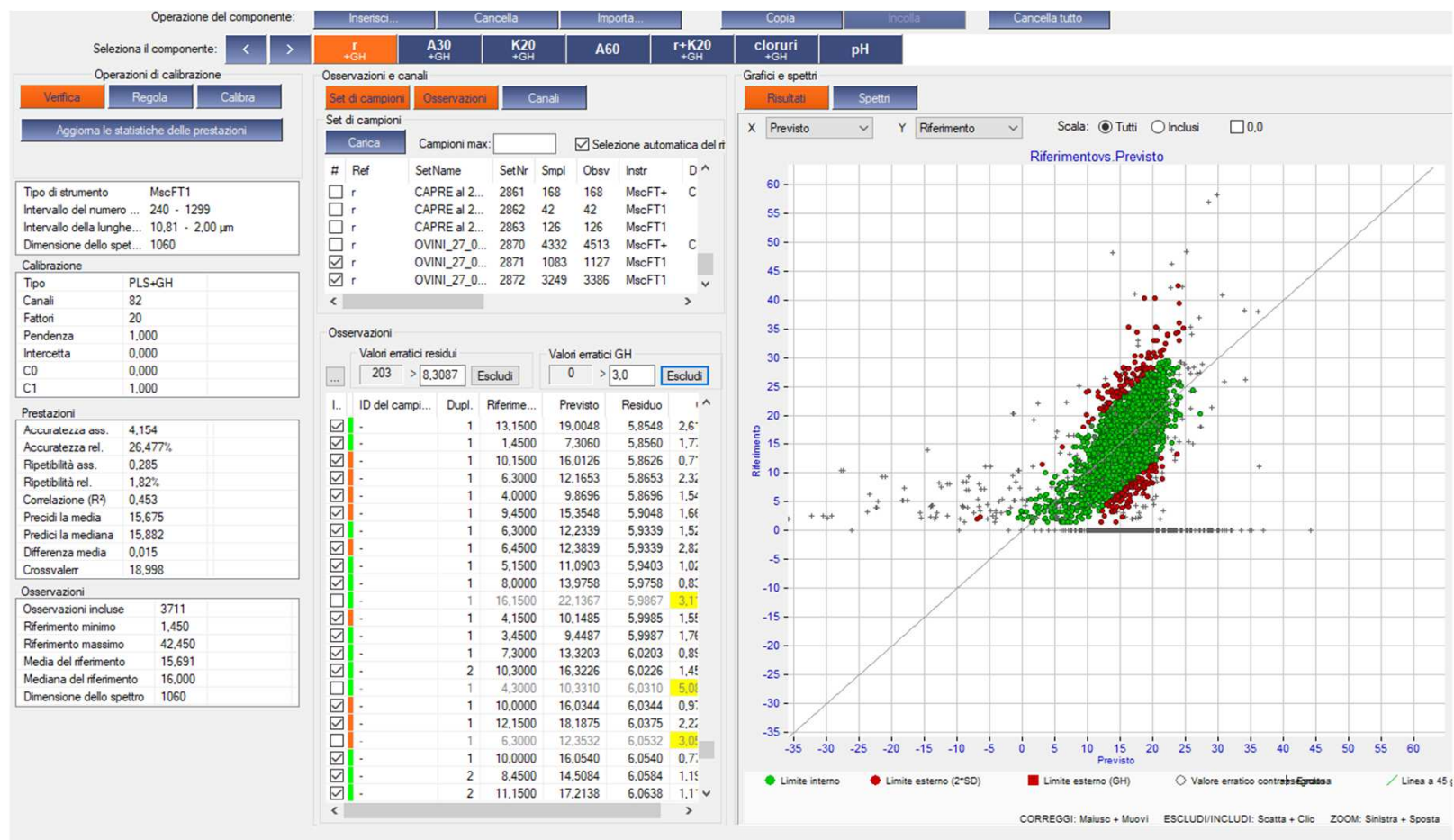
5. Viene caricato il file di validazione, si aggiornano le statistiche delle prestazione e si eliminano i campioni con GH anomali





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

6. Ottenendo questo risultato





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Il valore di R^2 ottenuto consente di valutare la «bontà» della curva ottenuta in termini di predizione, confrontando i valori con quelli riportati da Williams & Norris, 2001.

Table 2
Guidelines for interpreting r (Williams & Norris 2001)

Value of r	r^2	Interpretation
Up to ± 0.5	Up to 0.25	Not usable in near-infrared reflectance calibration
± 0.51 –0.70	0.26–0.49	Poor correlation: reasons should be researched
± 0.71 –0.80	0.50–0.64	OK for rough screening and some other; more than 50% of variance in y accounted for by x
± 0.81 –0.90	0.66–0.81	OK for screening and some other “approximate” calibrations
± 0.91 –0.95	0.83–0.90	Usable with caution for most applications, including research
± 0.96 –0.98	0.92–0.96	Usable in most applications, including quality control
± 0.99 +	0.98+	Usable in any application

Williams, P. and Norris, K. (2001) Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. American Association of Cereal Chemists, USA.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

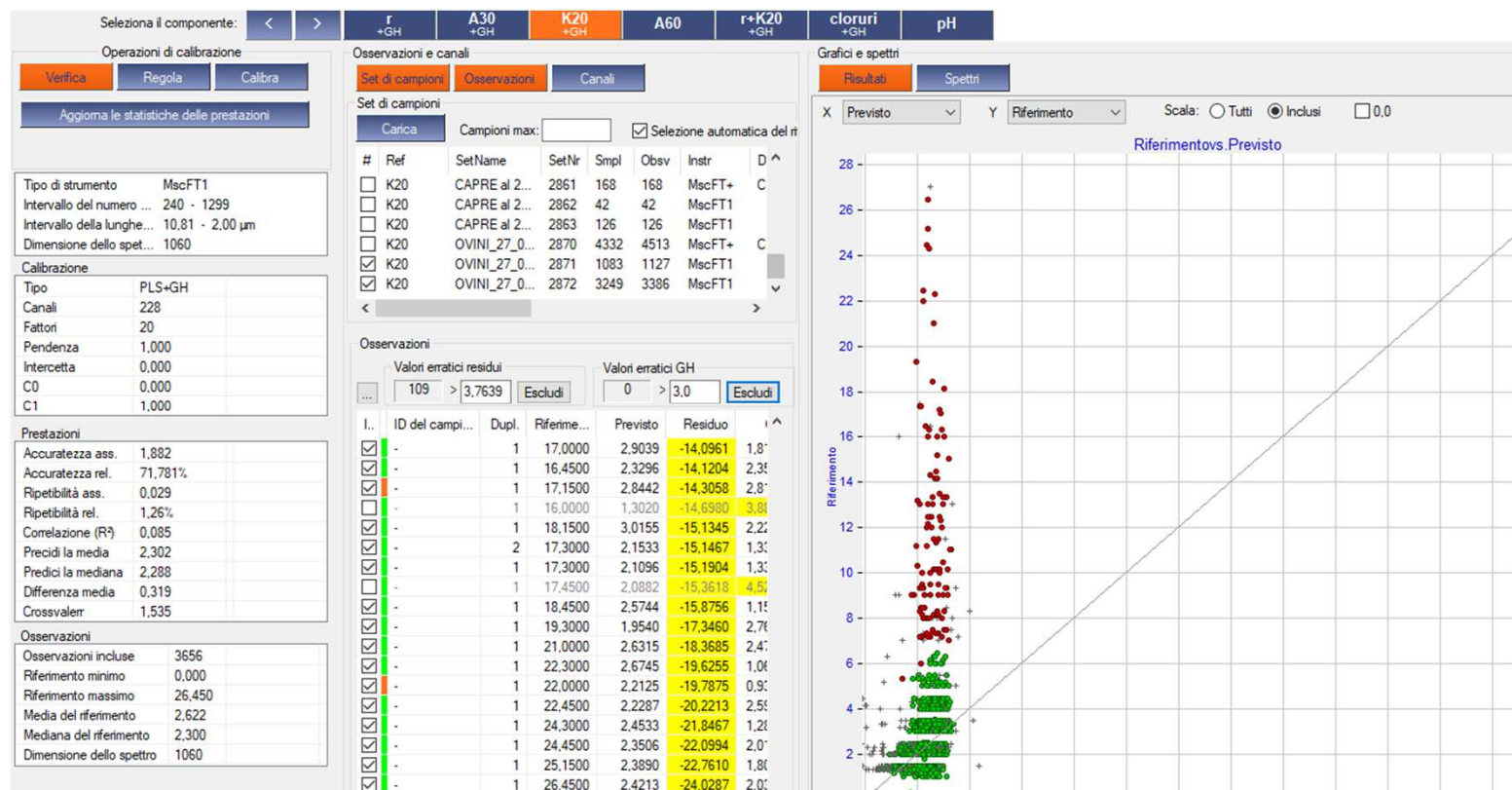
Il valore di R^2 ottenuto (0,453) è prossimo allo 0,50, pertanto confrontandolo con i valori di riferimento potrà essere utilizzato per uno screening.

I valori di R (RCT) potranno discriminare fra valori

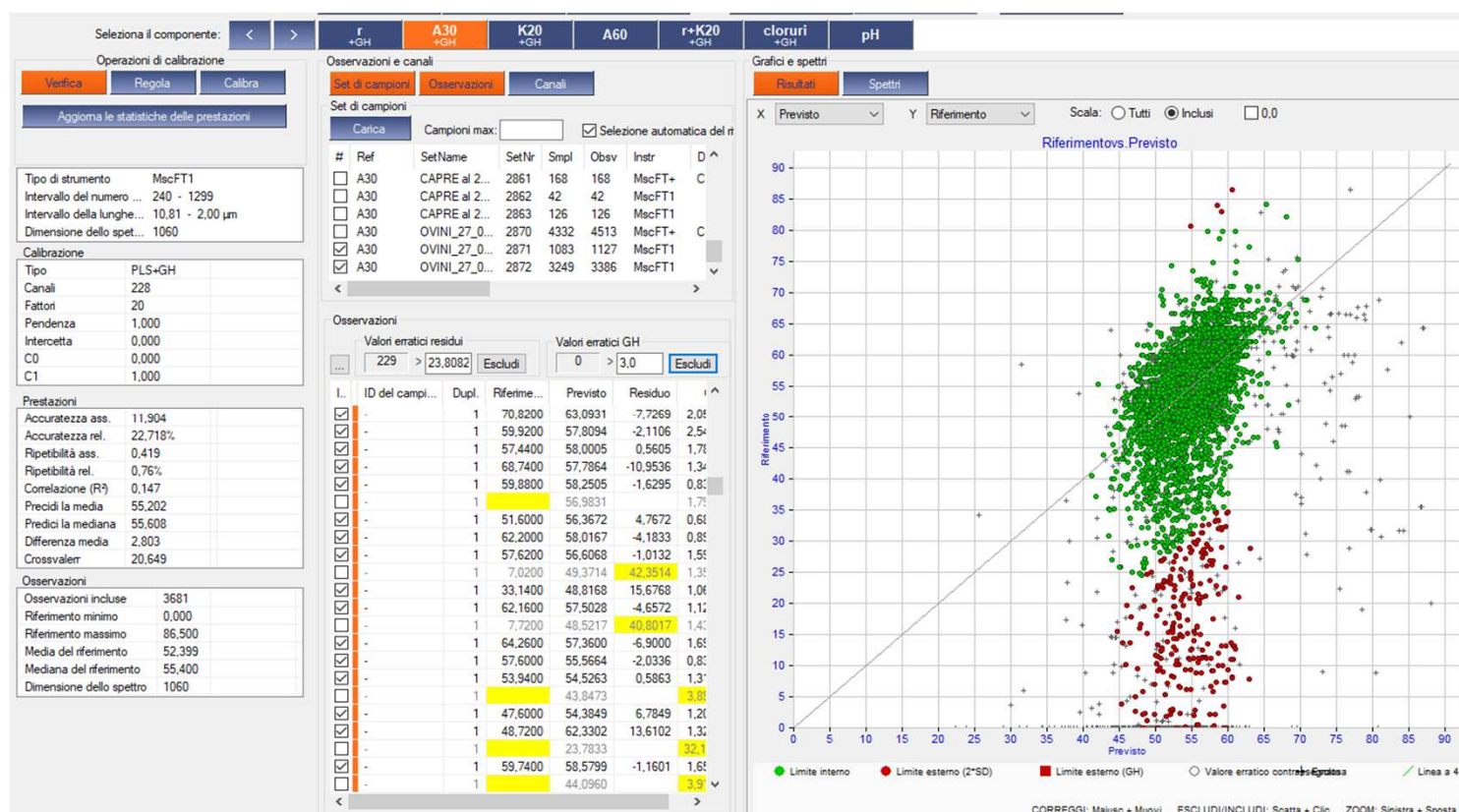
Basso	Medio	Elevato
< 10 minuti	fra 10 e 20 minuti	> 20 minuti



Il valore di R^2 ottenuto per il parametro k20 (0,085) è molto basso e di scarsa utilità



Il valore di R^2 ottenuto per il parametro A30 (0,147) è molto basso e di utilità limitata





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

CONFRONTANDO I VALORI OTTENUTI NEL NOSTRO STUDIO CON QUELLI PRESENTI IN LETTERATURA SI OSSERVANO IMPORTANTI DIFFERENZE

Autori	R (RCT) min	K20 min	A30 mm	Composizione Caglio	IMCU
Manuelian et al., 2020 (M)	14,43	2,26	49,54	Chimosina 75%, Pepsina 25%	175 IMCU
Ns studio 2021 RC 05/18 (M)	15,69	2,62	52,39	Chimosina 75%, Pepsina 25%	175 IMCU
Ns studio 2021 RC 05/18 (M)	15,67	2,3	55,2	Predizione FTIR	
Pazzola et al., 2014 (I)	8,08 - 10,28 *	1,89 - 2,16 *	46,63 - 50,89 *	Chimosina 80%, Pepsina 20%	215 IMCU
Ferraggina et al., 2017 (I)	8,9	1,9	50,2	Chimosina 80%, Pepsina 20%	215 IMCU
Bittante et al 2017 (I)	8,01	2	52,9	non specificato	215 IMCU
Cellesi et al., 2019 (I)	13,45	1,73	55,77	Chimosina 100%	15 IMCU/mL

(M) LATTE DI MASSA , (I) LATTE INDIVIDUALE. * DIM

....CHE POTREBBERO ESSERE RIDOTTE CON LA STANDARDIZZAZIONE DEL METODO ES. METODICA ZANNONI E ANNIBALDI





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

COSA E' DISPONIBILE IN LETTERATURA CIRCA L'ATTITUDINE DEL LATTE ALLA CASEIFICAZIONE PER IL LATTE OVINO DI MASSA

Lavoro eseguito in collaborazione con UNIVERSITA' di Padova DAFNAE, relativo allo studio della coagulazione del latte di massa ovino (2019).

Razze ovine studiate: Sarda e Comisana.



J. Dairy Sci. 102:1927–1932

<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15259>

© American Dairy Science Association®, 2019.

Short communication: Fourier-transform mid-infrared spectroscopy to predict coagulation and acidity traits of sheep bulk milk

C. L. Manuelian,^{1*} M. Penasa,¹ G. Giangolini,² C. Boselli,² S. Currò,¹ and M. De Marchi¹

¹Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italy

²Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana "M. Aleandri"—National Reference Centre for Ovine and Caprine Milk and Dairy Products Quality (CRELDOC), Via Appia Nuova 1411, 00178 Rome, Italy



Attitudine del latte alla caseificazione per il latte massa ovino

Campionamenti effettuati in stalla nell'ambito di attività di Ricerca su allevamenti ovini di razza Sarda (381) e Comisana (84).

Table 1. Descriptive statistics of bulk milk technological and composition traits

Trait ¹	Overall			Comisana			Sarda		
	No.	Mean (SD)	Range ²	No.	Mean (SD)	Range	No.	Mean (SD)	Range
Milk coagulation traits									
RCT, min	465	14.43 (5.72)	23.85	84	14.60 (6.77)	23.85	381	14.39 (5.47)	22.85
k ₂₀ , min	463	2.26 (0.55)	4.85	84	2.14 (0.54)	2.15	379	2.29 (0.55)	4.70
a ₃₀ , mm	449	49.54 (7.96)	43.10	83	49.90 (9.18)	43.10	366	49.49 (7.66)	40.20
Milk acidity									
pH	459	6.55 (0.15)	0.85	81	6.51 (0.13)	0.56	378	6.55 (0.15)	0.85
TA, SH°/100 mL	458	8.34 (1.10)	5.00	82	8.62 (1.11)	4.30	376	8.28 (1.09)	5.00
Milk composition, %									
Fat	460	6.37 (0.81)	5.18	84	6.93 (0.87)	3.80	376	6.24 (0.75)	4.88
Protein	464	5.76 (0.37)	2.01	84	6.12 (0.36)	1.46	380	5.68 (0.32)	1.73
Casein	465	4.57 (0.32)	1.77	84	4.86 (0.32)	1.32	381	4.50 (0.29)	1.52
Lactose	458	4.77 (0.16)	1.15	82	4.63 (0.18)	0.93	376	4.80 (0.14)	0.91
SCS	465	6.07 (0.35)	2.41	84	6.23 (0.19)	0.92	381	6.03 (0.37)	2.41

¹RCT = rennet coagulation time; k₂₀ = curd-firming time; a₃₀ = curd firmness 30 min after rennet addition to milk; TA = titratable acidity; SH° = Soxhlet-Henkel degree.

²Range = maximum value – minimum value.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Attitudine del latte alla caseificazione per il latte di massa ovino

Utilizzando le informazioni contenute nello spettro sono stati associati ai parametri di coagulazione e di acidità.

Analisi statistica: PLS e costruzione del modello, successiva verifica del modello utilizzando una parte di campioni per la calibrazione (set di calibrazione) e la restante per la validazione (set di validazione).

Table 2. Fitting statistics¹ of prediction models for technological traits of sheep bulk milk

Trait ²	Calibration set						Validation set							
	No.	Mean	SD	NL	RMSEP _{CV}	R ² _{CV}	No.	Mean	SD	Bias	Slope (SE)	RMSEP _{ExV}	R ² _{ExV}	RPD
RCT, min	348	14.44	5.9	11	4.89	0.28	117	14.37	5.54	0.818	0.33 (0.05)	4.70	0.28	1.18
k ₂₀ , min	347	2.26	0.57	12	0.53	0.12	116	2.26	0.5	0.082	0.30 (0.06)	0.47	0.10	1.06
a ₉₀ , mm	337	49.30	8.11	11	7.66	0.12	112	49.57	7.5	-1.006	0.15 (0.04)	7.39	0.02	1.01
pH	343	6.55	0.14	15	0.08	0.72	116	6.54	0.15	-0.005	0.81 (0.04)	0.07	0.77	2.14
TA, SH°/100 mL	343	8.30	1.07	15	0.66	0.62	115	8.47	1.17	-0.048	0.65 (0.04)	0.68	0.66	1.72

¹NL = optimal number of model factors; RMSEP_{CV} = root mean squared error of prediction of cross-validation; R²_{CV} = coefficient of determination of cross-validation; RMSEP_{ExV} = root mean squared error of prediction of external validation; R²_{ExV} = coefficient of determination of external validation; RPD = ratio of prediction to deviation calculated as the ratio of the standard deviation of the trait to the RMSEP_{ExV}.

²RCT = rennet coagulation time; k₂₀ = curd-firming time; a₉₀ = curd firmness 30 min after rennet addition to milk; TA = titratable acidity; SH° = Soxhlet-Henkel degree.



Attitudine del latte alla caseificazione per il latte di massa ovino

Utilizzando le informazioni contenute nello spettro (1.060 punti) registrati nella regione compresa fra 5.000 e 900 cm^{-1}

SHORT COMMUNICATION: TECHNOLOGICAL TRAITS OF SHEEP MILK

Table 3. Confusion matrix and statistical measures of performance of the partial least squares discriminant analysis (PLS-DA) model for the classification of milk coagulation ability based on 3 thresholds of rennet coagulation time (RCT)¹ in bulk milk samples²

Item	Calibration set (n = 348)			Validation set (n = 117)		
	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late
Predicted original						
Early	39	34	3	8	16	2
Mid	6	210	5	2	65	4
Late	2	39	10	0	16	4
Model performance, %						
Sensitivity	51.32	95.02	19.61	30.77	91.55	20.00
Specificity	97.06	42.52	97.31	97.98	30.43	93.81
Accuracy	87.07	75.86	85.92	82.91	67.53	81.20
Balanced accuracy	85.34	78.64	71.57	81.59	68.51	62.52
Balanced error rate	14.66	21.36	28.43	18.41	31.49	37.48
Overall accuracy		74.43			65.81	

¹Early (RCT ≤ 10 min), mid (10 min $<$ RCT ≤ 20 min), and late (20 min $<$ RCT ≤ 30 min) coagulating.

²The PLS-DA model was trained in the calibration data set and tested on the validation data set. Values in bold indicate the number of correctly classified samples.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Ricerca Corrente LT 05/18

Attività relativa ad 1 anno di monitoraggio per il latte caprino di massa (novembre 2020 - ottobre 2021)

Sono stati analizzati complessivamente 174 campioni di latte caprino di massa, giunti nel ns. laboratorio per determinazioni analitiche varie (controllo qualità, Reg. 853/04, monitoraggio, ricerca, etc.).

Per ciascun campione di latte sono stati determinati i principali parametri di qualità (Milkoscan TM 7) con acquisizione del relativo spettro.

Determinazione dei principali parametri reologici (lattodinamografo) secondo la metodica Zannoni e Annibaldi (**concentrazione del caglio 1,6%**).

Implementazione del data base con acquisizione dello spettro, inserimento dei parametri di qualità e dei parametri reologici.





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Risultati di predizione ottenuti per il latte caprino

Parametro R (RCT)

Operazioni di calibrazione		
Verifica	Regola	Calibra
Aggiorna le statistiche delle prestazioni		
Tipo di strumento MscFT1		
Intervallo del numero ... 240 - 1299		
Intervallo della lunghe... 10,81 - 2,00 µm		
Dimensione dello spett... 1060		
Calibrazione		
Tipo	PLS+GH	
Canali	82	
Fattori	12	
Pendenza	1,000	
Intercetta	0,000	
C0	0,000	
C1	1,000	
Prestazioni		
Accuratezza ass.	2,272	
Accuratezza rel.	29,342%	
Ripetibilità ass.	N/A	
Ripetibilità rel.	N/A	
Correlazione (R²)	0,482	
Precidi la media	7,292	
Predici la mediana	7,314	
Differenza media	0,350	
Crossvalerr	2,163	
Osservazioni		
Osservazioni incluse	147	
Riferimento minimo	2,300	
Riferimento massimo	22,450	
Media del riferimento	7,742	
Mediana del riferimento	7,150	
Dimensione dello spettro	1060	

Parametro k20

Operazioni di calibrazione		
Verifica	Regola	Calibra
Aggiorna le statistiche delle prestazioni		
Tipo di strumento MscFT1		
Intervallo del numero ... 240 - 1299		
Intervallo della lunghe... 10,81 - 2,00 µm		
Dimensione dello spett... 1060		
Calibrazione		
Tipo	PLS+GH	
Canali	228	
Fattori	8	
Pendenza	1,000	
Intercetta	0,000	
C0	0,000	
C1	1,000	
Prestazioni		
Accuratezza ass.	2,218	
Accuratezza rel.	72,227%	
Ripetibilità ass.	N/A	
Ripetibilità rel.	N/A	
Correlazione (R²)	0,155	
Precidi la media	2,912	
Predici la mediana	2,932	
Differenza media	0,159	
Crossvalerr	0,496	
Osservazioni		
Osservazioni incluse	147	
Riferimento minimo	0,000	
Riferimento massimo	27,300	
Media del riferimento	3,071	
Mediana del riferimento	2,450	
Dimensione dello spettro	1060	

Parametro A30

Operazioni di calibrazione		
Verifica	Regola	Calibra
Aggiorna le statistiche delle prestazioni		
Tipo di strumento MscFT1		
Intervallo del numero ... 240 - 1299		
Intervallo della lunghe... 10,81 - 2,00 µm		
Dimensione dello spett... 1060		
Calibrazione		
Tipo	PLS+GH	
Canali	228	
Fattori	7	
Pendenza	1,000	
Intercetta	0,000	
C0	0,000	
C1	1,000	
Prestazioni		
Accuratezza ass.	8,881	
Accuratezza rel.	22,470%	
Ripetibilità ass.	N/A	
Ripetibilità rel.	N/A	
Correlazione (R²)	0,495	
Precidi la media	40,631	
Predici la mediana	41,625	
Differenza media	1,106	
Crossvalerr	4,198	
Osservazioni		
Osservazioni incluse	150	
Riferimento minimo	7,000	
Riferimento massimo	64,340	
Media del riferimento	39,526	
Mediana del riferimento	41,980	
Dimensione dello spettro	1060	



RASSUMENDO E CONFRONTANDO I RISULTATI OTTENUTI NEI 2 MODELLI DI PREDIZIONE, ELABORATI PER IL LATTE OVINO E PER IL LATTE CAPRINO

Latte Ovino (n=4.332)

$r = 15,67$ min - modello di predizione R^2 0,453

$k_{20} = 2,30$ min - modello di predizione R^2 0,085

$A_{30} = 55,2$ mm - modello di predizione R^2 0,147

Latte Caprino (n=174)

$r = 7,39$ min - modello di predizione R^2 0,482

$k_{20} = 2,91$ min - modello di predizione R^2 0,155

$A_{30} = 40,63$ mm - modello di predizione R^2 0,495



Riassumendo

L'utilizzo della spettroscopia FT-MIR come applicazione per la predizione del carattere «attitudine alla coagulazione» è uno strumento utile come «analisi di screening» nel discriminare, allo stato attuale, l'attitudine alla coagulazione (rapida, media e tardiva).

E' comunque necessario implementare le informazioni con ulteriori ricerche per irrobustire i data set e «probabilmente» migliorare la predizione.

L'utilità pratica può essere riassunta nella rapidità della risposta analitica (dai 20 ai 40 secondi per campione di latte analizzato) e del costo analitico esiguo (limitato alla validazione e alla refertazione del dato analitico).

Latte individuale: informazioni sul singolo animale e possibilità di associare il dato analitico ai controlli funzionali e tentare di utilizzarla nel miglioramento genetico.

Latte di massa: modello predittivo piu' laborioso in considerazione della maggiore variabilità dovuta alla conservazione del latte ed al numero di mungiture, oltre che dell'influenza della carica batterica totale.

Allo stato attuale l'utilizzo potrebbe essere impiegato per il pagamento del latte a qualità (latte di massa) o come carattere fenotipico da inserire nei piani di miglioramento genetico (latte individuale).





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

CONCLUDENDO

COSA FARE? I 2 FILE (ovino.prd e caprino.prd) OTTENUTI NEI MODELLI DI PREDIZIONE DAL «SW FTIR CALIBRATOR» RELATIVI AL LATTE OVINO E CAPRINO, DEVONO ESSERE IMPORTATI SUL SW DEL MILKOSCAN.

PER ATTUARE QUESTA OPERAZIONE E' NECESSARIO DISPORRE DEL SW «**FOSS INTEGRATOR CONVERSION MANAGER**»



UNA VOLTA CARICATO IL FILE DI PREDIZIONE, ATTRAVERSO LA FUNZIONE «**PREDICTION MODEL SETTING**» I 3 PARAMETRI R, K20, A30, PER LA SPECIE DESTINATA (OVINO E CAPRINO) VENGONO INSTALLATI SUI COMUNI PROGRAMMI DI ANALISI.

SARA' POSSIBILE MONITORARE I RISULTATI OTTENUTI, E ...

A30	r	K20
38.794	19.721	3.066
43.761	20.301	3.185



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

