



**DIPARTIMENTO DI DIRITTO, ECONOMIA E
FINANZA INTERNAZIONALE**

Anacleto Bozzarelli

**CONFRONTO TRA DUE SISTEMI
DI RAFFREDDAMENTO DEL LATTE ALLA STALLA
IMPIEGATI PER LA PRODUZIONE DI FORMAGGIO
A PASTA DURA ED A LUNGA MATURAZIONE.**



ECOFIN
Discussion Paper

2004

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

**Testo della Relazione presentata in data 12 Febbraio 2004,
al
Dipartimento di Diritto, Economia e Finanza - Università di Parma
Via dell'Università, 12
43100 PARMA
da
Anacleto Bozzarelli
Via Michelangelo, 116
25015 Desenzano del Garda (BS),
Tel 030/9914369 -**

Questo studio vuole affrontare una tematica di confronto tra due sistemi di raffreddamento del latte alla stalla: sia vaccino, bufalino ed ovocaprino, per valutarne distintamente, i costi/benefici, anche in termini del risparmio energetico.

I sistemi di raffreddamento del latte possono essere :

- 1) **Ad acqua gelida.**
- 2) **Ad espansione diretta.**

Storicamente l'acqua ghiacciata è stata il primo sistema utilizzato per raffreddare il latte alla stalla

a) **I refrigeranti ad acqua gelida sono così composti :**

- Da una vasca interna che contiene il latte.
- Da una vasca di collegamento, con un evaporatore tubolare in rame, sul quale si accumula del ghiaccio.
- Da spruzzi di acqua gelata sulla vasca interna che contiene il latte.
- Da una vasca esterna.

b) **I refrigeranti ad espansione diretta sono così composti :**

- Trattasi di una vasca interna che contiene il latte, sul fondo è saldato un evaporatore nel quale passa il gas refrigerante.
- Da una vasca esterna.
- Tra l'intercapedine delle due vasche, viene introdotta della schiuma di poliuretano espanso.

Condizioni di utilizzazione particolare per il latte destinato alla produzione di formaggi a pasta dura, come il Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Branzi etc...

- Raccolta del latte dopo la munta (utilizzazione di una sola mungitura)
- Raffreddamento del latte a + 20°C

1. Gli argomenti sostenuti dai costruttori di refrigeranti ad acqua ghiacciata

- Tempi di raffreddamento brevi
- Inizio del raffreddamento all'inizio della mungitura
- Nessun rischio di ghiaccio per il latte

2. La realtà

a) **Velocità di refrigerazione:**

Per loro concezione i refrigeranti ad acqua gelida permettono una refrigerazione rapida da +35°C a + 20°C (elevata differenza di temperatura tra il latte e l'acqua gelata)

I refrigeranti ad espansione diretta, proposti per essere utilizzati per latte destinato a formaggi a pasta dura ed a lunga maturazione come il Parmigiano Reggiano, sono

degli apparecchi della classe **2 Munte BII** (raffreddamento del 50% del volume da + 35°C a + 4°C in meno di 3 H. con una temperatura ambiente di + 32°C)

Il volume del refrigerante è calcolato sulla base di un refrigerante che sia utilizzato per il 70% della sua capacità nominale; per esempio un refrigerante da lt. 1200 è proposto per raffreddare 840 lt. di latte per ogni munta.

Le prove di raffreddamento effettuate in queste condizioni qui di seguito descritte evidenziano una prestazione frigorifera perfettamente compatibile con le necessità di un formaggio a pasta dura ed a lunga maturazione.

Le caratteristiche importanti di un refrigerante per la lavorazione del latte destinato a tali tipi di formaggio sono :

1) Agitazione del latte: la pala di agitazione non deve superare i 21 giri al minuto. Una agitazione troppo rapida e violenta provocherebbe danni al latte causati dall'eccessivo sbattimento.

2) Raffreddamento: la temperatura della lamiera a contatto diretto con il latte, dall'inizio del ciclo di raffreddamento è a +33,2 °C. .

Questa temperatura tutela in pieno le proprietà chimico-fisiche del latte stesso.

3) Dopo 5 minuti dall'inizio della mungitura: la temperatura della superficie della lamiera interna del refrigerante sulla quale cade il latte è a + 20,6° C. Inoltre l'avvio del refrigerante avviene in maniera automatica senza l'ausilio dell'operatore addetto alla mungitura. Alla fine della mungitura, la temperatura del latte risulta a +20°C oppure a +10°C. come previsto dai capitolati dei Consorzi che producono formaggi a pasta dura ed a lunga maturazione e la lamiera a contatto con il latte è a +14,4° C. come da diagramma inserito nello studio qui di seguito rappresentato.

4) I tempi di mungitura, dei due sistemi di raffreddamento (ad espansione diretta e ad acqua gelida) a grosso modo si equivalgono. L'eventuale vantaggio del tempo di raffreddamento dell'acqua gelida è di pochi minuti a suo favore.

5) L'acqua gelida ha però come svantaggio problemi di shock termico, poiché il latte cade sulla lamiera a +0°C. circa.

6) Se poi analizziamo i consumi di energia elettrica necessari per raffreddare il latte da + 35°c. a +20° C. questi risultano superiori del 60% (utilizzando il sistema ad acqua gelida), rispetto ai consumi rilevati utilizzando i refrigeranti ad espansione diretta.

Si espongono, qui di seguito, dati ed elementi di base sperimentale che risultano a favore dell'impiego del sistema di raffreddamento del latte ad espansione diretta:

Condizioni delle prove:

- Refrigerante UES 1200 litri 2 BII con unità frigorifera 3 HP
- Immissione di lt. 840 con flusso continuo per 1 h. (14 lt. al minuto) (Lt. 840:60 min. = lt. 14)

- Partenza ritardata della refrigerazione di 5 min. dal momento dell'immissione del latte nel refrigerante
 - Refrigerazione da + 35°C a + 20°C
- Temperatura ambiente : +25°C

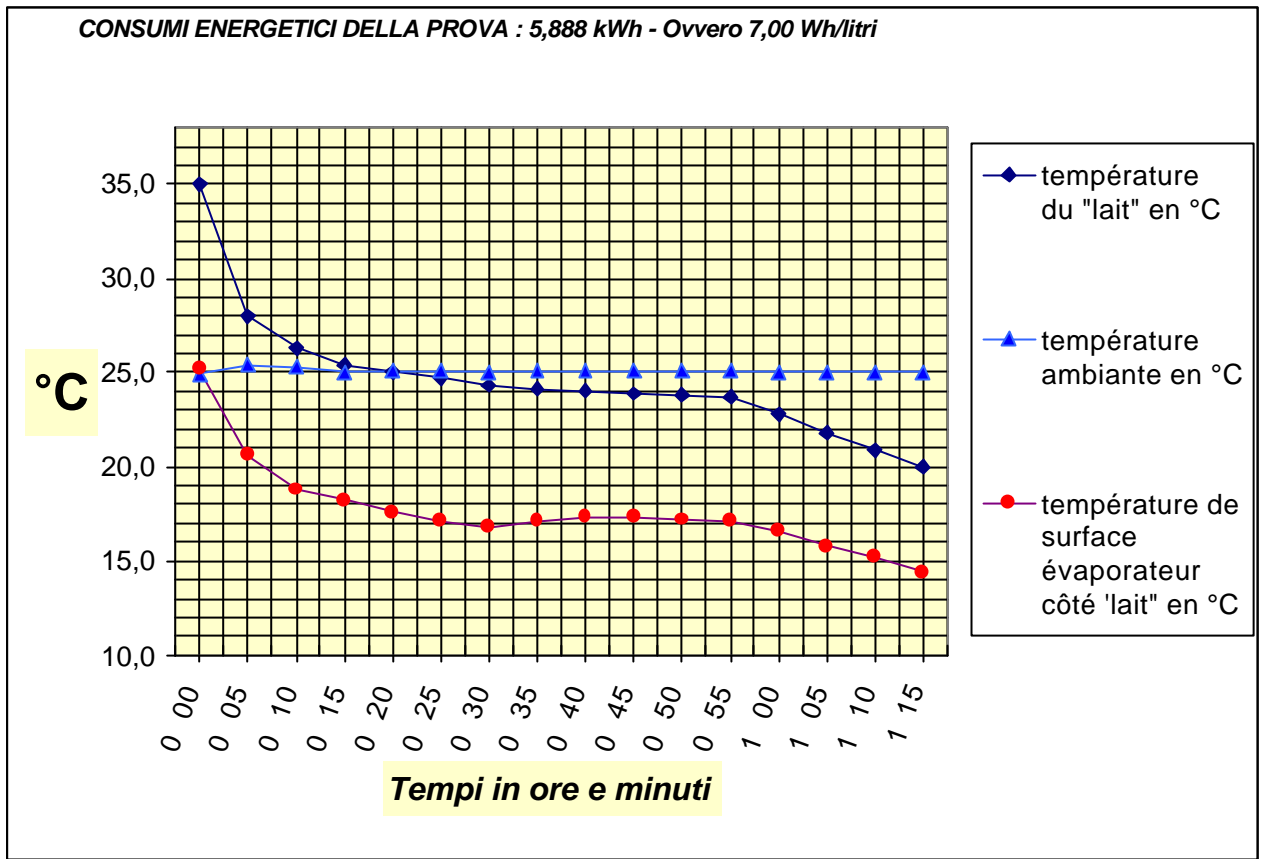
REFRIGERANTE CAPACITA' LITRI 1200 FREON 404 3 HP

Prova di riempimento continuo di latte dalla 1° munta, con coefficiente 0,70 = litri
840

TEMPERATURA AMBIENTE +25°C. – Raffreddamento di 840 litri di acqua da
+35°C. a +20°C.

Immissione di 14 litri al minuto per 1 ora – messa in moto del refrigerante 5 minuti
dopo l'inizio della mungitura.

tempi di refrigerazione	temperatura del "latte"	temperatura ambiente	Temperatura della superficie dell'evaporatore dal lato del "latte"
<i>h min</i>	<i>in °C</i>	<i>in °C</i>	<i>in °C</i>
0 00	35,0	24,9	25,2
0 05	28,0	25,4	20,6
0 10	26,3	25,3	18,8
0 15	25,4	25,0	18,2
0 20	25,0	25,1	17,6
0 25	24,7	25,1	17,1
0 30	24,3	25,0	16,8
0 35	24,1	25,1	17,1
0 40	24,0	25,1	17,3
0 45	23,9	25,1	17,3
0 50	23,8	25,1	17,2
0 55	23,7	25,1	17,1
1 00	22,8	25,0	16,6
1 05	21,8	25,0	15,8
1 10	20,9	25,0	15,2
1 15	20,0	25,0	14,4



La temperatura del latte passa al di sotto di +25°C dopo i 25 minuti dall'inizio della mungitura e raggiunge i + 23,7°C alla fine della mungitura (tempi di mungitura 1 h.). La temperatura di + 20°C si abbassa in 1ora e 15 minuti di refrigerazione, ossia 20 minuti dopo la fine della mungitura.

Da notare praticamente che il refrigerante é utilizzato eccezionalmente solo per il 70% del latte, di conseguenza la temperatura dei + 20°C sarà raggiunta qualche minuto dopo la fine della mungitura.

Se i refrigeranti ad acqua gelida hanno una prestazione superiore (che è da dimostrare con una prova uguale a quella qui riprodotta),in ogni caso, il risparmio energetico sarà solo di qualche minuto nella misura in cui il latte non può essere totalmente raffreddato prima della fine della mungitura.

L'argomento "velocità di raffreddamento" nei refrigeranti ad acqua gelida non è pertanto significativo.

b) Partenza del raffreddamento dall'inizio della mungitura

I sostenitori del raffreddamento ad acqua gelida affermano che la refrigerazione è possibile sin dall'inizio della mungitura; in questo caso noi possiamo sostenere che il latte immesso in un refrigerante la cui parete a contatto con il latte a circa 0°C, provoca

certamente uno **shock termico** con effetti devastanti sulla struttura molecolare del latte destinato a Parmigiano Reggiano.

I refrigeranti, **ad espansione diretta**, utilizzati per formaggi più sotto riportati, possono iniziare il raffreddamento automaticamente dopo 5 min. dalla mungitura (funzione, partenza ritardata con sistemi di controllo elettronici installati sul refrigerante). Se analizziamo le condizioni di utilizzo del refrigerante (1° munta con flusso di latte elevato) con la partenza ritardata dopo 5 min. **non si pone nessun problema di funzionamento.**

c) **Nessun rischio di formazione di ghiaccio del latte**

Informazioni imprecise e false circolano sui rischi di formazione di ghiaccio sull'utilizzo di refrigeranti ad espansione diretta. Un esempio per tutti: si afferma che la temperatura del freon scende a -22°C . !!!! In nessun caso la temperatura dell'evaporazione del freon scende a -22°C sui refrigeranti ad espansione diretta.

Per detti refrigeranti, quelli appunto costruiti per raffreddare il latte destinato alla produzione di formaggi a pasta dura ed a lunga maturazione, la temperatura di evaporazione del freon non scende mai **a zero o sotto dello zero** e la temperatura della lamiera a contatto con il latte **non scende mai al di sotto di $14,4^{\circ}\text{C}$** come evidenziato nel diagramma allegato.

Pertanto, l'argomento sopra esposto risulta privo di qualsiasi base sperimentale e riflette, purtroppo, una prassi scorretta, e dal punto di vista commerciale, di palese concorrenza sleale, che punta sulla diffusione di opinioni tendenziose e scorrette lontane da una obbiettiva informazione degli operatori, e, in definitiva, economicamente dannose per la produzione nel settore.

3) **Altri dati da prendere in esame.**

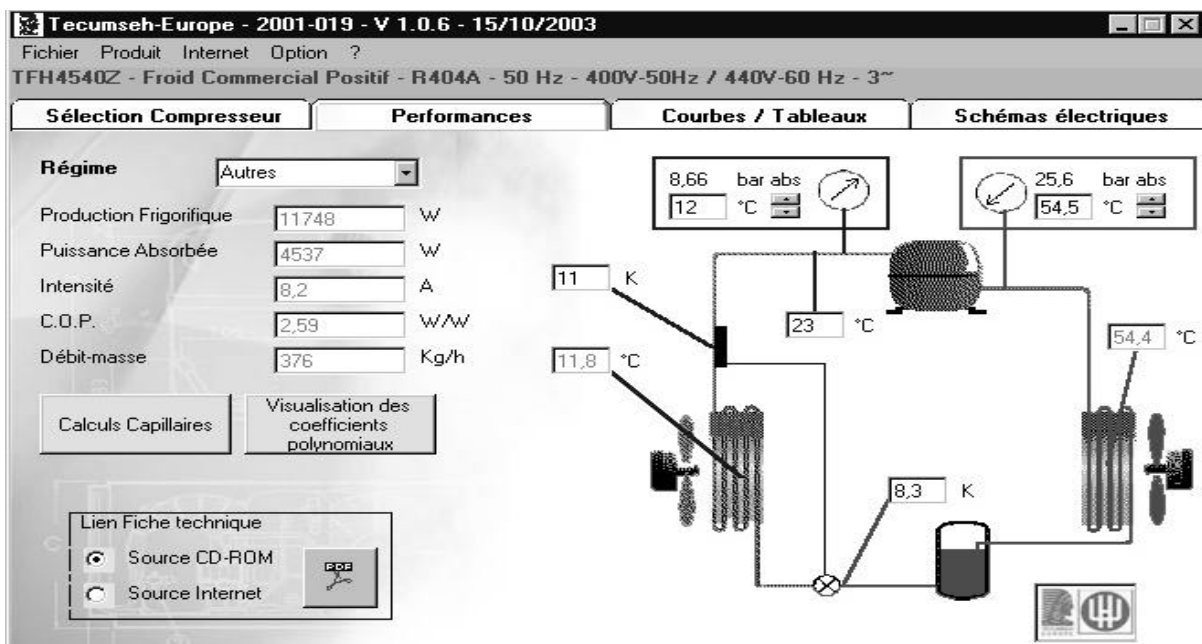
a) **Consumi elettrici.**

La prova realizzata e qui sotto riportata mette in evidenza un consumo elettrico di 7 Wh per litro di latte raffreddato. I refrigeranti JAPY, ad espansione diretta, hanno un minor consumo elettrico e lo si spiega nel seguente modo:

- Lo scambio termico è diretto tra il latte ed il freon (senza liquido intermediario)
- Il rendimento dei gruppi frigoriferi è largamente superiore quando funzionano a temperature di evaporazione molto elevate:

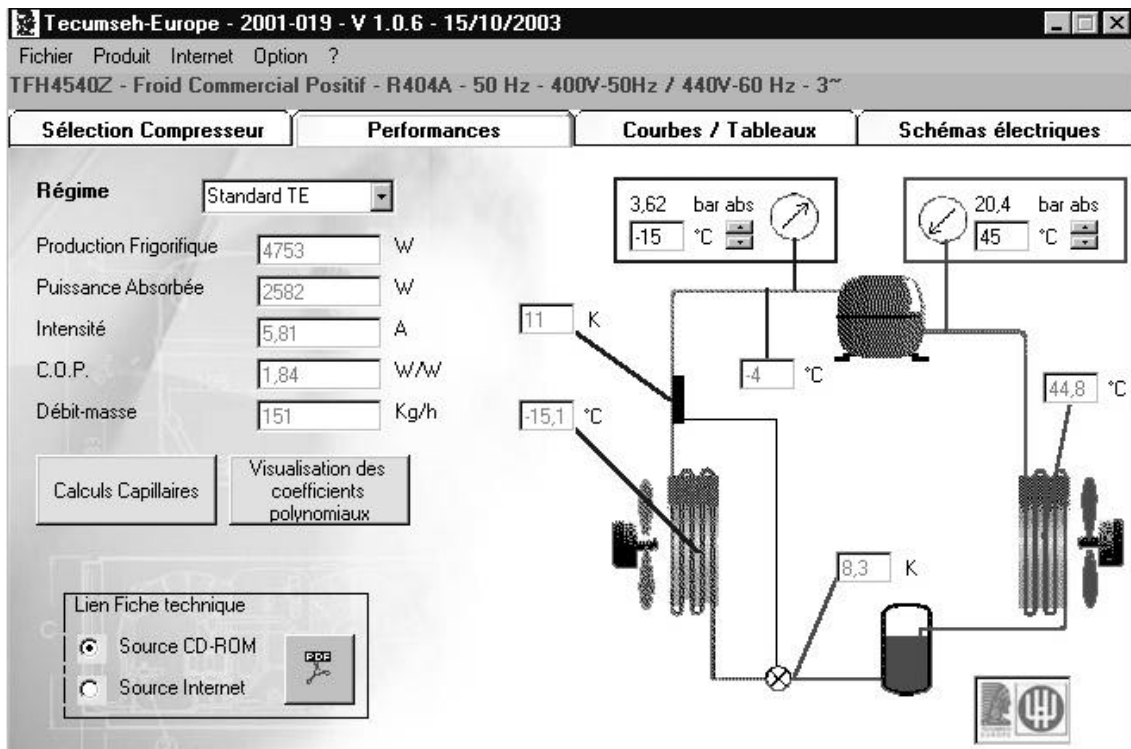
La temperatura di evaporazione media al momento della prova, qui sotto riportata, è di $+12^{\circ}\text{C}$; in questo caso il rendimento del compressore è :

- produzione frigorifera : 11.478 W
- potenza assorbita : 4.537 W
- **Ossia un coefficiente di prestazione di 2,59** (2,59 W prodotti per 1W consumato) ($11.478:4.537 = 2,59$)
- **Ossia un rapporto W consumati su W prodotti di 0,386** ($1:2,59 = 0,386$)



Per un refrigerante ad acqua ghiacciata, la temperatura di evaporazione è sempre negativa nella misura in cui sia tenuta ad una temperatura di circa +1°C. La temperatura media di evaporazione è nell'ordine di -15°C, in questo caso, il rendimento del compressore è :

- produzione frigorifera : 4.753 W
- potenza assorbita : 2.582 W
- Ossia un coefficiente di prestazione di 1,84 (1,84 W prodotti per 1W consumato) ($4.753:2582 = 1,84$)
- Ossia un rapporto W consumati su W prodotti di 0,543 ($1: 1,84 = 0,543$)



Possiamo affermare, solo comparando i consumi di energia elettrica, tra i compressori ad espansione diretta e quelli utilizzati per l' acqua gelida, che i compressori ad acqua gelida utilizzati per raffreddare il latte destinato a Parmigiano Reggiano hanno un consumo superiore del 40%

(0,543/0,386) rispetto a quelli ad espansione diretta.

Tenendo conto della perdita di efficacia energetica legata all'utilizzazione di un fluido caloportante (acqua gelida) il suo stoccaggio e la sua aspersione (la pompa consuma ugualmente dell'energia elettrica), **il maggior consumo** si può stimarlo nell'ordine **del 60% in rapporto all'espansione diretta** nel caso di refrigerazione di latte destinato a formaggi a pasta dura ed a lunga maturazione.

Questo risultato è compatibile con le prove comparative effettuate su refrigeranti a 2 Munte standard le quali hanno dimostrato un consumo energetico del 46,50% in più con refrigeranti ad acqua ghiacciata. Infatti, la percentuale del consumo energetico è logicamente più evidente nel caso di questa tipologia di formaggio. La temperatura media di evaporazione del fluido nell'espansione diretta è di circa +12°C, contro circa 0°C nel caso di un'utilizzazione del refrigerante a 2 Munte standard con la refrigerazione del latte a + 3°C.

b) Investimento

Il refrigerante ad acqua gelida rappresenta un investimento più costoso per l'allevatore rispetto a quello ad espansione diretta per i seguenti motivi:

- i refrigeranti ad acqua gelida sono più costosi perché hanno 3 vasche invece che 2 come quelli

ad espansione diretta; inoltre necessita di un sistema d'aspersione dell'acqua gelida.

- il principale fornitore d'acqua gelida si trova quasi in una situazione di monopolio sul mercato ed i produttori di latte non possono quindi approfittare dei vantaggi dei quali godrebbero qual'ora sul mercato esistessero più produttori di refrigeranti ad acqua gelida (mancanza di concorrenza).

c) Costi per la manutenzione.

I refrigeranti ad acqua gelida sono composti da più elementi per il funzionamento dell'apparecchio rispetto a quelli ad espansione diretta: pompa dell'acqua, l'apparecchiature per il controllo dello spessore del ghiaccio ecc. Questi componenti spesso sono fonte di problemi di funzionamento del refrigerante di conseguenza le spese di manutenzione dei refrigeranti ad acqua gelida sono superiori ai refrigeranti ad espansione diretta.

d) Vantaggi dell' espansione diretta

I refrigeranti **ad acqua gelida** sono composti per il mercato di formaggi a pasta dura e a lunga maturazione, sono a **2 Munte classe BII**, con degli accessori adatti a raffreddare latte destinato alla produzione di detta tipologia di formaggi, ma possono ugualmente essere utilizzati per raffreddare efficacemente il latte a +4°C, a + 8°C, a +10°C o a +20°C, **sono dei refrigeranti universali.**

Questo è solo un vantaggio perché il produttore nel corso della sua attività lavorativa potrebbe anche cambiare la destinazione del latte da lui prodotto ed in questo caso l'espansione diretta è la più indicata perché può raffreddare il prodotto senza problemi alle diverse temperature, come più sopra descritto, ed è anche per questo motivo che i refrigeranti ad espansione diretta sono considerati universali.

Questo aspetto non è da non trascurare, perché nel caso di rivendita del refrigerante come materiale usato, i refrigeranti ad espansione hanno un mercato più ampio perché possono essere utilizzati per raffreddare il latte destinato alle più diverse lavorazioni.

Altro aspetto importante è il caso in cui il produttore con un refrigerante ad acqua gelida vuole acquistare un refrigerante di capacità superiore, la valutazione del suo refrigerante usato è molto inferiore rispetto a quello del refrigerante ad espansione diretta.

e) Misurazione del latte.

La misurazione in un refrigerante del latte ad acqua gelida non può essere garantita nel tempo dovuta alla tecnica costruttiva del refrigerante. La vasca che contiene il latte è sospesa sopra la riserva d'acqua ghiacciata ed è pertanto deformabile. Mentre nel refrigerante del latte ad espansione diretta la vasca a contatto con il latte è mantenuta fissa da un sistema di supporti e l'indefornabilità è garantita grazie all'isolamento con l'iniezione di schiuma di poliuretano (senza CFC) tra le due vasche.

Il refrigerante deve necessariamente corrispondere, dal punto di vista della misurazione del latte contenuto nel serbatoio, alla legge N.119 del 30/05/2003, ed al decreto di

attuazione del 31/07/2003 del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali che riportiamo di seguito. L'art.12 "Documentazione di Raccolta del Latte":

- 1) Il produttore che effettua consegna di latte deve tenere un registro di consegna che contenga i seguenti elementi:**
 - a. data e ora della consegna.**
 - b. Quantitativo di latte consegnato.**
 - c. Dati identificativi della ditta acquirente.**
 - d. Dati identificativi del trasportatore.**
 - e. Targa dell'automezzo utilizzato per il trasporto.**
 - f. Firma del conducente del mezzo.**
 - g. Firma del produttore o di un suo delegato.**

- 2) Il registro di cui al comma 1 deve essere tenuto su fogli numerati e vidimati dalla Regione o Provincia Autonoma dove è ubicata l'azienda produttrice.**

- 3) Il trasportatore, durante la raccolta del latte deve tenere un registro, in doppia copia, che contenga i seguenti elementi:**
 - h. dati identificativi della ditta acquirente o del destinatario se diverso.**
 - i. Dati identificativi del trasportatore.**
 - j. Data del trasporto.**
 - k. Targa dell'automezzo utilizzato per il trasporto.**

- 4) Per ogni singola consegna di latte sul registro di raccolta devono essere riportati i seguenti elementi:**
 - l. ora della consegna.**
 - m. Dati identificativi del produttore.**
 - n. Quantitativo del latte ritirato.**
 - o. Firma del produttore o di un suo delegato.**
 - p. Firma del conducente del mezzo.**

- 5) Al termine della raccolta il registro deve essere sottoscritto dall'acquirente, una copia deve essere trattenuta dal trasportatore ed una copia dall'acquirente. Il registro di raccolta deve essere tenuto su fogli numerati e vidimati dalla Regione o Provincia autonoma che ha riconosciuto l'acquirente.**

- 6) Le Regioni possono autorizzare sistemi informatizzati di registrazione della raccolta che comunque garantiscano l'effettivo controllo dei quantitativi**

trasportati, e possono altresì emanare disposizioni integrative in relazione alla realtà territoriale di raccolta del latte.

- 7) La mancata tenuta, vidimazione sottoscrizione, dei registri di cui al presente articolo da parte dei produttori e degli acquirenti, comporta l'applicazione delle sanzioni di cui all'art.8 della legge n. 119/2003, e da parte dei trasportatori di quelle di cui all'art. 10 comma 3.

Per soddisfare completamente la legge n.119 del 30/05/2003, ed il decreto di attuazione del 31/07/2003 del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, è necessario che i Refrigeranti per il latte qual'ora vengano usati come misura legale, per determinare la quantità del latte venduto dal produttore al suo occorrente, siano costruiti secondo la normativa vigente in materia di pesi e misure, e regolarmente attestati dall'Ufficio Metrico Centrale di Roma Ufficio D3.

Conclusioni:

Nessuno degli argomenti sostenuti a favore dell'impiego dell'acqua ghiacciata, nella zona di produzione di formaggi a pasta dura e a lunga maturazione e' da ritenere valido.

I soli dati "certi " constatati in ordine ai refrigeranti del latte ad acqua gelida sono:

- il prezzo più elevato.
- il costo della manutenzione molto rilevante.
- una tecnologia superata per il raffreddamento del latte alla stalla.
- un consumo energetico rispetto all'espansione diretta del 60% in più.
- un mercato mondiale ed europeo attualmente divenuto insignificante.

N.B.: E' da tener presente che la legge N.119 del 30/05/03, ed il decreto di attuazione del 31/07/03 del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, non sono ancora operativi in quanto non sono state emanate dall'Autorita' le direttive circa le modalità di attuazione dei provvedimenti stessi.

Anacleto Bozzarelli