

TEORIA DELLA PASTORIZZAZIONE - STERILIZZAZIONE e calcolo dell' F_0

La pastorizzazione in campo alimentare viene definita come il trattamento termico in grado di consentire una eliminazione o consistente riduzione della carica batterica presente (cellule vegetative dei patogeni) senza modificare sostanzialmente i valori nutrizionali, aroma e composizione. Esempio: Bassa temperatura 63°C per 30 minuti, Alta temperatura 72°C per 15 secondi, ecc. Nella sterilizzazione in contenitori ermetici si applica invece la sterilizzazione con temperature più elevate stabilizzando così l'alimento nel tempo.

Al fine di valutare l'effetto del trattamento termico bisogna fare riferimento alle seguenti variabili indicate dalla bibliografia scientifica:

D = Tempo in minuti necessario per ottenere una riduzione decimale della popolazione microbica ad una data Temperatura, cioè ridurre il numero di germi al 10 % del valore iniziale. La temperatura viene indicata a fianco di D. (Decimal Reduction Time). Vicino alla temperatura di 65°C muoiono la maggior parte dei batteri vegetativi. Pertanto i valori di D_{65} variano da 0,2 a 2.

Z = Incremento di Temperatura necessario per ottenere una riduzione decimale del valore di " D ". Ovviamente più la temperatura di trattamento è alta e più è veloce l'uccisione dei germi. Tale valore viene espresso in °C. Per le spore è 10 °C, per cui il tempo di trattamento si riduce di 10 volte. Per le forme vegetative è 5°C

F = indice di letalità, è il tempo, a 121 °C, necessario a determinare la distruzione di una popolazione microbica aventi un valore "Z" specifico. Si ottiene riscaldando per un minuto ad una determinata temperatura.

(ad esempio $F_{121°C} = 4$ indica che è necessario mantenere la temperatura a 121°C per 4 minuti).

I valori di "F" in letteratura sono riportati per specifici microrganismi e per un a data Temperatura. Quella di riferimento è 121,1 °C per un organismo con $Z = 10$.

Così 1 minuto a 111°C equivale a 0,1 minuti a 121°C.
pertanto

$F = D (\text{Log } a - \text{Log } b)$
In cui a = concentrazione iniziale
b = concentrazione finale

Il valore " **F_0** " è indicato quando le spore hanno un " $Z = 10$ " ed un " F_{121} ". Esprime il numero di minuti in cui, a 121,1°C viene raggiunto un effetto letale uguale alla somma degli effetti letali dell'intero processo di sterilizzazione. Pertanto per determinare tale valore bisogna conoscere il valore " D_{121} " della spora e le riduzioni decimali necessarie al trattamento. Nella pastorizzazione la Temperatura di riferimento è 60 °C, 70°C, 85°C, ecc.in funzione del tipo di prodotto da trattare.

Esempio: $F_0 = 4$ significa che sul prodotto da sterilizzare, nel processo, era presente un totale di calore pari ad un riscaldamento di 121,1 °C della durata di 4 minuti.

NB. Nel cuore del prodotto alimentare F_0 viene indicato con il simbolo **F_c**

La distruzione delle spore batteriche è in funzione del contenuto d'acqua, del pH (>8 / <6), della presenza di grasso e di bassa "aw".

Normalmente per la stabilizzazione dei prodotti in scatola, per ottenere la sterilità commerciale, si fa riferimento al Concetto Botulinum: **12-D** (12 riduzioni decimali)

E cioè $D_{121} = 0,21$

Dal punto di vista pratico e produttivo, si accetta un trattamento con 5 riduzioni decimali con un valore di $D_{121} = 1$ minuto.

I calcoli pertanto sono i seguenti:

$F_0 = 1 \times 5 = 5$ da riportare nella formula:

$$F = D_{121} (\text{Log } N_0 - \text{Log } N) \quad \text{in cui } D_{121} = 0,2$$

Pertanto

$$5 = 0,2 (\text{Log } N_0 - \text{Log } N)$$

$$\text{Log } N_0 - \text{Log } N = 5 / 0,2 = 25$$

Il trattamento in questo caso riduce le spore di Clostridium Botulinum di 25 riduzioni decimali rispetto al concetto "Botulinum cook" di 12.

Valori di "F₀" di alimenti in scatola:

Asparagi: 2 - 4

Fagioli in sugo: 2 - 4

Piselli: 4 - 6

Sugo di carne: 8 -15

L'azienda pertanto dovrebbe, in funzione del tipo di produzione, essere già al corrente del valore di "D" e di "Z". Questi valori numerici saranno inseriti nella formula da cui si ricaverà "F₀". L'effetto sterilizzante target "F₀" può essere modificato in funzione della tipologia del prodotto per salvaguardare le caratteristiche sensoriale del prodotto.

Si possono fare delle pastorizzazioni con prodotti differenti in base al pH.

- Con pH superiore a 4,20 il coefficiente di pastorizzazione $F_{71} = >30$

- Con pH inferiore a 4,20 il coefficiente di pastorizzazione $F_{121} = >9$

Pertanto F₀ è il tempo di permanenza superiore a 121 °C .

Per il tipo di prodotto vegetale ad esempio, bisogna superare i 30 minuti oltre i 71°C.

Per sterilizzare lo stesso prodotto bisogna superare i 9 minuti oltre i 121 °C.

Le spore di C. Botulinum gruppo I sopravvivono a riscaldamenti limitati di 121°C per 3 minuti con pH dell'alimento a debole acidità. Il C. Botulinum gruppo II è meno resistente alla temperatura e le sue spore si inattivano a 90°C per 10 minuti. Agendo sul pH, aw e temperatura di conservazione, si evita lo sviluppo di spore che sono sopravvissute al calore. E' da tenere comunque presente che il trattamento termico non è quasi mai uniforme nel prodotto.

STERILIZZAZIONE

La sterilizzazione viene usata per distruggere i microrganismi ed inattivare gli enzimi. Il trattamento termico deve essere fatto ad alte temperature per tempi brevi per non alterare il prodotto. Può avvenire in autoclave rotante a 121°C per 35 minuti, oppure in autoclave statica a 110°C per 85 minuti. A bagnomaria bollente per 125 minuti.

PROGRAMMA “FT-Graph-2”

Questo programma di sviluppo grafico è stato implementato con il calcolo del F0 molto utile per il settore alimentare (pastorizzazione o sterilizzazione).

Il software elabora off-line i file precedentemente salvati con i programmi in dotazione ai singoli data logger (FT-800 e FT-102) e visualizza l'andamento del F0 e dell'effetto letale. Il calcolo dell'effetto letale viene eseguito dal seguente algoritmo:

$$L = 10^{\frac{T - 121,11}{z}}$$

Sistema di monitoraggio in continuo FT-105/RF-HT

Ha il vantaggio di inviare via radio i dati acquisiti ad un P.C e di registrare le temperature dei prodotti nel tunnel di pastorizzazione o nel forno. Visualizza inoltre il grafico che si sviluppa in tempo reale. Una barriera termica isolante in acciaio inox AISI-304 garantisce la parte elettronica fino a temperature di 150°C per un periodo di tempo circa quaranta minuti, e per temperature più basse, per tempi più lunghi. Essendo il modulo autoalimentato da una batteria al Litio, può essere inserito in un tunnel o forno e registrare a distanza, **via radio**, l'andamento della pastorizzazione.

Il programma mostrerà on-line le variazioni di Temperatura ed F0 durante il processo per consentendo un monitoraggio adeguato, individuando così quando il prodotto ha raggiunto la temperatura di pastorizzazione senza eccedere oltre, aumentando ed ottimizzando così la produzione. Nel caso il valore di F0 non venga raggiunto in un tempo stabilito, il sistema invierà un allarme sonoro o SMS.

CONTROLLO DELLA PASTORIZZAZIONE - STERILIZZAZIONE

FT-105/RF-HT MONITORAGGIO WIRELESS

La **pastorizzazione** in campo alimentare viene definita come il trattamento termico in grado di consentire una eliminazione o consistente riduzione della carica batterica presente. Nella sterilizzazione in contenitori ermetici si applica invece la sterilizzazione con temperature più elevate stabilizzando così l'alimento nel tempo.

Il sistema di monitoraggio in continuo FT-105/RF-HT ha il vantaggio di registrare in continuo, ed inviare **via radio** i dati delle temperature acquisite ad un P.C. il quale, a sua volta, visualizza il grafico in **tempo reale**. Una barriera termica isolante in acciaio inox AISI-304 garantisce la parte elettronica fino a **temperature di 150°C** per un periodo di tempo circa quaranta minuti e, per temperature più basse, per tempi più lunghi. Essendo il modulo autoalimentato da una batteria al Litio, può essere inserito in un tunnel o forno e registrare a distanza, via radio, l'andamento della pastorizzazione. Il vantaggio di seguire l'andamento della temperatura garantisce la possibilità di ottimizzare il processo. Il range utile di utilizzo del sistema varia da -50 °C a + 150°C. Le altre caratteristiche tecniche sono simili a quelle del FT-105/RF. Accuratezza: +/-0,5°C - Risoluzione: 0,2°C - Offset di calibrazione.



BARRIERA TERMICA

Indicata per il monitoraggio della temperatura in processi di pastorizzazione fino a **150 °C**. Contenitore in acciaio inox AISI 304 IP-65. Dimensioni 180 x 80 x 150 mm. Si possono inserire i moduli relativi ai sistemi FT-90/USB-HT e FT-105/RF-HT.

FT-90/USB-HT DATA LOGGER

Più semplice e meno costoso è il sistema che utilizza il data logger FT-102/HT. Ha una memoria di **245.000** misure ed un tempo minimo di registrazione di un secondo, utile per fenomeni rapidi. Il range utile di utilizzo varia da **-40°C** a **+125°C** - Il software a corredo visualizza sia il grafico che i superamenti di soglia. Il file, salvato con il programma a corredo, dovrà essere ripreso dal programma di grafica FT-Graph-2 che elaborerà i dati e mostrerà i valori di **F₀** e **U.P.**

- Risoluzione: 0,1 - Accuratezza: +/- 0,5. Offset di calibrazione.



FT-800 MICRO-REGISTRATORE

E' disponibile inoltre anche un micro-registratore di Temperatura in acciaio inox dalle dimensioni di un bottone con una memoria di 2048 letture, un range di **-20°C / +85°C** con una accuratezza di 1 °C ed una risoluzione di 0,5°C.

FT-Graph-2 - PROGRAMMA DI SVILUPPO GRAFICO CON STAMPA

Il software FT-Graph-2 elabora fino a **131.000** letture con la possibilità di visualizzare, fare uno zoom e stampare scegliendo i seguenti modelli matematici: **Media aritmetica, Mediana, Scarto quadratico medio, Gaussiana**. Un'altra ulteriore importante possibilità del software è la funzione "**Durata totale dei fuori soglia**". Altri parametri interessanti calcolati da questo software per il settore alimentare sono "**l'effetto letale L**" ed il **calcolo del "F₀"** e "**P.U.**" utili nella pastorizzazione e sterilizzazione. Inoltre mediante l'inserimento dei parametri relativi alla tipologia di prodotto in un file di inizializzazione, di possono programmare ed ottimizzare il processo.



Resistenza termica	
F target	minuti 9
T* di riferim.	°C 121,11
z (coeff.)	°C 10,00
Limiti - min :	°C 100, max : °C 130,



ECONORMA S.a.s.

Prodotti e Tecnologie per l'Ambiente

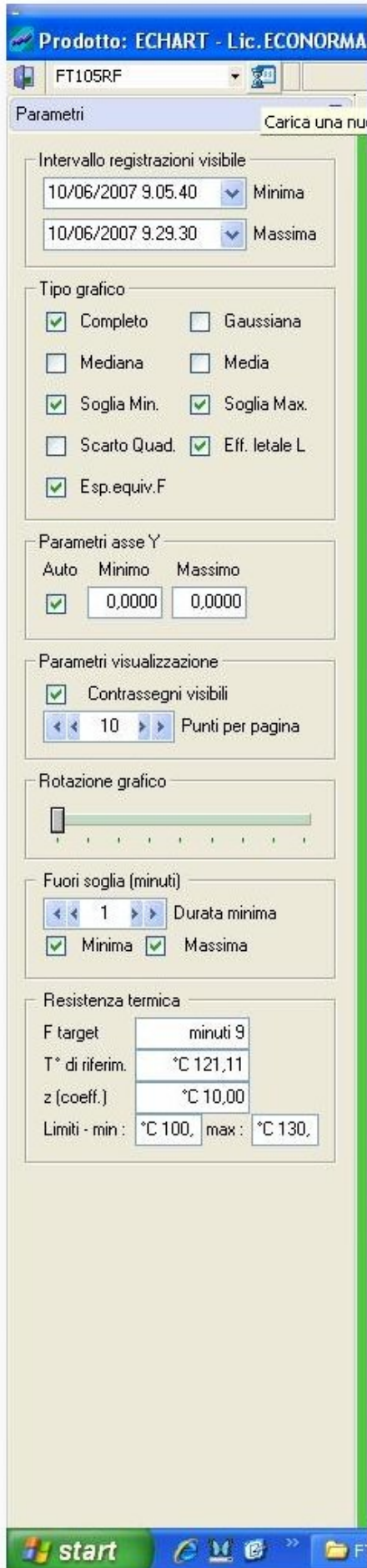
31020 S. VENDEMIANO - TV - ITALY - Via Olivera 52 -

Tel. 0438.409049 FAX 0438.409036 E-Mail: info@econorma.com

www.econorma.com



PROGRAMMA FT-Graph-2



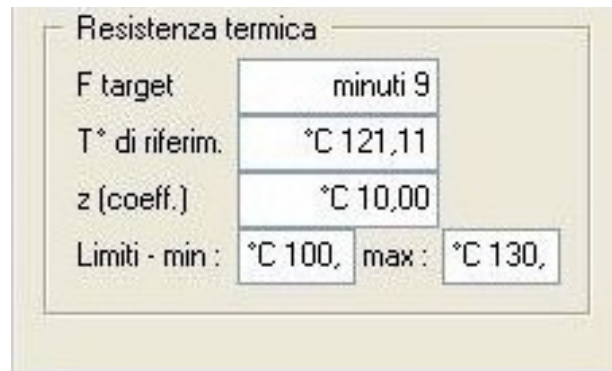
Nel campo **"FUORI SOGLIA (minuti)"**, si possono inserire i tempi oltre i quali verranno visualizzati i fuori soglia che superano tale tempo di durata. Mettendo "0" come durata minima, verranno visualizzati tutti i fuori soglia. Si può scegliere fra soglia "Minima", "Massima" o tutte e due assieme.

"Stampa i fuori soglia". In questo caso si stampano le tabelle con data e ora e valore e durata. Questa icona dà inoltre la possibilità di selezionare e stampare il report per "Cronologia", per "Ordinata per durata" oppure "Ordinata per tipologia" dopo aver scelto per minima o massima.

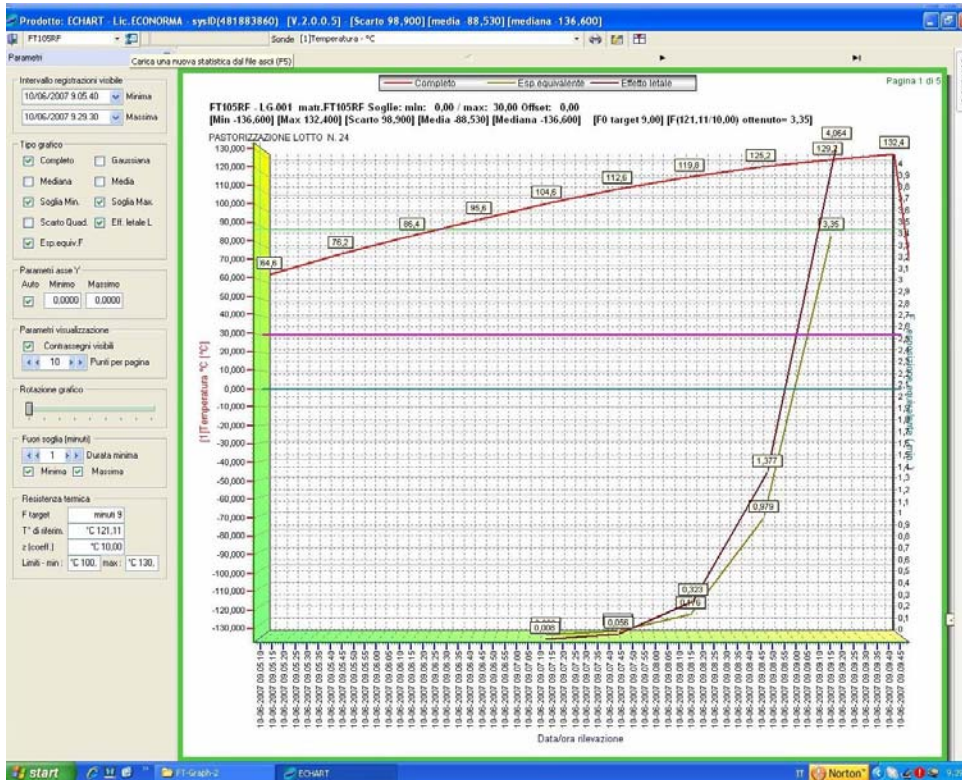
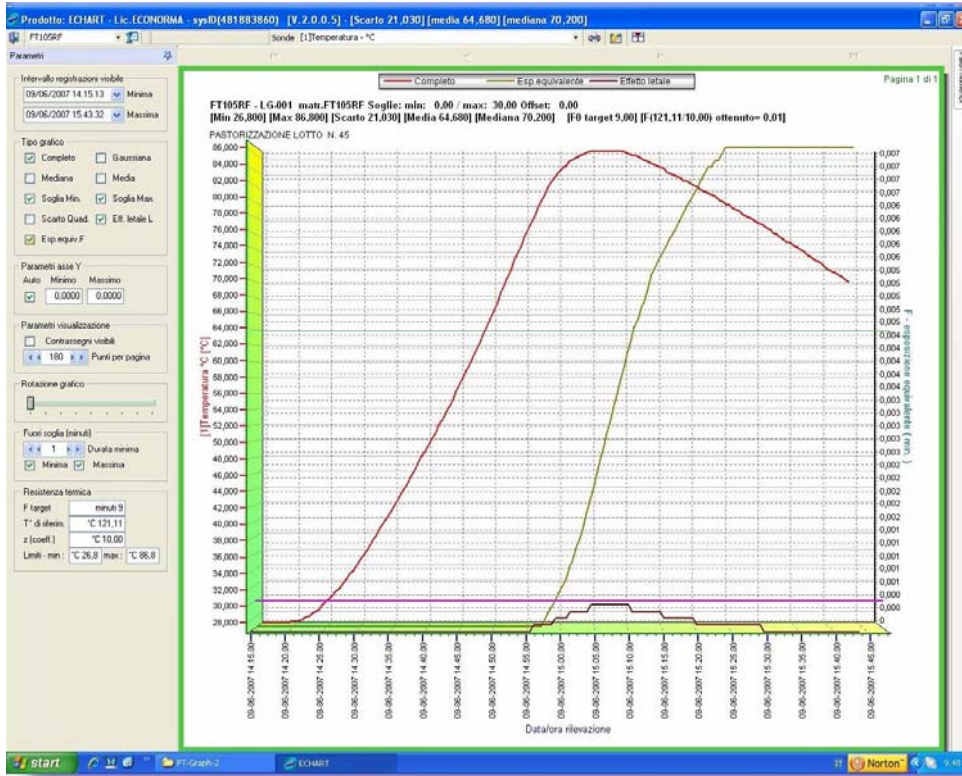
In fondo al report, nella riga dell'ultima pagina, è riportata la sommatoria del tempo complessivo e cioè la **"Durata totale dei fuori soglia"**.

Un'altra ulteriore possibilità del software è la funzione "Trova" che permette di visualizzare subito, nel report, un testo o un valore.

Il report può inoltre essere visualizzato per "Pagina intera", "Larghezza pagina" oppure "100%". Il tasto con l'icona "Stampa i fuori soglia" si abilita solo mettendo il segno di spunta su grafico "Completo" nella cartella mobile "Parametri"



E' necessario fare attenzione che i valori dei limiti di minima e di massima siano quelli riportati nel grafico o nelle impostazioni iniziali. Si può modificare tali dati anche dalla finestra soprariportata ricaricando però nuovamente il file. Il programma pertanto ricalcolerà i dati mostrando nuovamente il grafico.



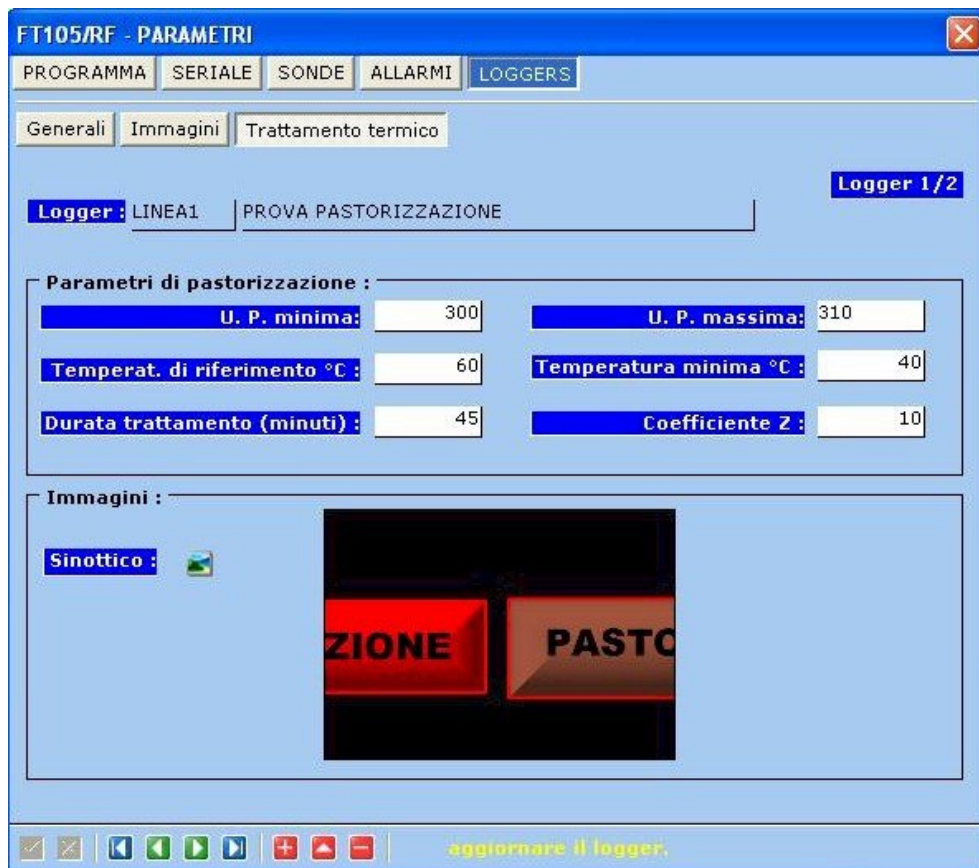
MONITORAGGIO VIA RADIO DELLA PASTORIZZAZIONE - STERILIZZAZIONE

Nel caso si utilizzi un sistema automatico via radio FT-105/RF, si potrà visualizzare in tempo reale le variazioni del **F0** e del **P.U.** in funzione di un target già predisposto.



The screenshot displays the 'EsportiDati_frm' software interface. The main window shows a table with the following columns: 'Id_Logger', 'Data ora Log', 'Canale 1', 'Prgs.', 'Min.1', 'Max.1', 'U.P./F0', 'Effetto letale', and 'Lotto lavorazione'. The table contains 20 rows of data points. On the left side, there are controls for 'SELEZIONE DA -> Logger' (set to LINEA1), 'A -> Logger' (set to LINEA1), 'Selezione dal' (set to 05/03/2008), and 'Selezione al' (set to 06/03/2008). There are also buttons for 'Visualizza', 'EXPORT', 'eChart', 'asciù excel', 'Txt', 'Xls', and 'RIMOZIONE' (Elimina).

Id_Logger	Data ora Log	Canale 1	Prgs.	Min.1	Max.1	U.P./F0	Effetto letale	Lotto lavorazione
LINEA1	05/03/2008 10:30:28	17	0	10	30	0,18	0,0003	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:30:40	17	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:30:52	17,4	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:04	18	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:14	18,4	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:24	18,8	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:34	19,8	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:46	21,8	0	10	30	0,18	0,0001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:31:58	24	0	10	30	0,18	0,0002	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:32:08	25,6	0	10	30	0,18	0,0003	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:32:18	26,8	0	10	30	0,18	0,0004	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:32:28	28	0	10	30	0,18	0,0005	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:32:38	29	0	10	30	0,18	0,0006	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:32:50	30	0	10	30	0,18	0,0008	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:00	30,6	0	10	30	0,18	0,001	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:12	31,4	0	10	30	0,18	0,0011	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:24	31,8	0	10	30	0,18	0,0014	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:36	32	0	10	30	0,18	0,0015	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:46	32,4	0	10	30	0,18	0,0016	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:33:56	32,4	0	10	30	0,18	0,0017	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:34:06	32,8	0	10	30	0,18	0,0017	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:34:16	32,8	0	10	30	0,18	0,0019	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:34:26	33	0	10	30	0,18	0,0019	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:34:38	33	0	10	30	0,18	0,002	FFFF
LINEA1	05/03/2008 10:34:50	33,2	0	10	30	0,18	0,002	FFFF



ECONORMA S.a.s.

Via Olivera 52 - 31020 S. VENDEMIANO – TV

Tel. 0438-409049 FAX 0438-409036

www.econorma.com info@econorma.com