

IMPIANTO MULTIFUNZIONALE PER LA PREPARAZIONE E L'IMBALLAGGIO DI PASSATA DI POMODORO, SALSE PRONTE, CONFETTURA E SUCCHI DI FRUTTA

Formato A.¹, Faugno S.¹, Romano R.², Paolillo G.³

- 1. Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio-- via Università - 100, 80055 Portici (NA), Tel+39 081 2539150, Fax +39 081 2539316 E-mail: formato@unina.it*
- 2. Dipartimento di Scienze degli Alimenti – P.co Gussone - Portici(NA), Tel +39 081 7755120, Fax +39 081 7754942.*
- 3. Centro di Ricerche Interdipartimentale per l'Acquacoltura – P.co Gussone - ed. 77, 80055 Portici (NA), Tel e Fax +39 081 7769075*

Riassunto

Anche nel settore della trasformazione industriale di prodotti alimentari la capacità di adeguamento per produrre nuove gamme di prodotti rappresenta certamente un punto di forza. I mercati, ormai dominati dalla grande distribuzione, fanno sempre maggiore richiesta di innovazione ed elaborazione della gamma dei prodotti da proporre al consumo, rendendo vulnerabili le industrie monoprodotto con linee verticali poco flessibili. Pertanto è stata sviluppata una ricerca per individuare un unico impianto capace di produrre diverse tipologie di prodotto. Durante la ricerca è stata effettuata l'analisi dettagliata di quattro ben distinte produzioni industriali: passata di pomodoro, salsa di pomodoro, succo di frutta e confettura di frutta, individuando la tipologia di macchine coinvolte. Mediante delle simulazioni numeriche sono state individuate le caratteristiche ottimali delle macchine considerate nonché sono stati individuati i layout ottimali. Successivamente è stata effettuata l'analisi dei "flow chart" dei singoli impianti considerati ed, infine, si è giunti alla definizione del layout di funzionamento del relativo impianto multiprodotto capace di effettuare la produzione considerata. L'impianto individuato consente di gestire 4 linee di macro prodotto riducendo anche i costi di ammortamento dei servizi di fabbrica intesi come generatori di vapore, centrale termica, cabina elettrica, immobili e impiantistica interna nonché tutti gli apparati di fine linea quali sistema di confezionamento e immagazzinamento.

Parole chiave: impianti per l'industria alimentare, impianti per la produzione di salse

Summary

Also in the sector of the industrial processes of food products the capability of adjustment to produce new ranges of food products certainly represents a very important point. The markets, by now dominated by the great distribution industries, they always require innovation and elaboration for the food products making vulnerable the industries only one product type making which have few flexible vertical production lines. With this research a detailed analysis has been performed about four separate industrial productions: tomato passed, tomato sauce, fruit juice and fruit jam determining the typology of involved machines. By the numerical simulations the optimal characteristics of the considered machines have been evaluated as well as the optimal layouts have been determined. Subsequently the "flow - chart" analysis has been performed for every single plants considered. Then, the definition of the final plant operational layout able to perform the production of different food products considered, it has been finally reached. In fact the determined plant allows to produce 4 different product types also reducing the amortization costs for the farm services as vapour

generating machine, thermal power, electric power, as well as all the apparatuses of end line as i.e. packaging and storing systems.

Key words: food industry plants, tomato sauce industry plants

1. INTRODUZIONE

La trasformazione del pomodoro in concentrati, polpe, pelati, passate e condimenti ha avuto negli ultimi anni una forte accelerazione. L'entrata nel mercato di produttori nei paesi medio orientali ed orientali, il potenziamento delle industrie dell' America centrale, hanno aumentato l'offerta dei derivati del pomodoro. La concorrenza che si è creata ha costretto molte aziende a ripensare alle strategie che per anni erano state adottate senza soverchi problemi. Per poter mantenere e possibilmente incrementare le quote di mercato, i produttori conservieri devono poter offrire prodotti di alta qualità a prezzi competitivi. Riduzioni nei tempi di processo hanno consentito di migliorare sensibilmente la qualità riducendo anche i costi di energia e mano d'opera della trasformazione. Pertanto da alcuni anni è in corso la messa a punto di linee di trasformazione che hanno reso possibile di migliorare le quote di mercato, mantenendo una buona redditività, migliorando la qualità finale dei semilavorati, utilizzati per la preparazione dei prodotti formulati. Infatti l'industria alimentare ormai segue le logiche del mercato legato alla grande distribuzione, che chiede prodotti sempre nuovi è sempre più pronti all'uso (come le salse pronte). In un'ottica attuale stanno diventando molto vulnerabili commercialmente le aziende monoprodotto con linee verticali capaci di produrre grandi quantità dello stesso prodotto ma poco flessibili alla varietà. In tal ottica si innesta l'idea di configurare un impianto tipo, capace, nello stesso ambito, di produrre una certa varietà di prodotti agroalimentari legati alla trasformazione del pomodoro o della frutta.

Nuove tecnologie hanno permesso di migliorare i sistemi di raccolta del pomodoro rendendo possibile una riduzione dei costi del prodotto prima della trasformazione e una migliore selezione delle bacche rendendo meno oneroso trasporto e selezione finale nello stabilimento.

Adottare ed affinare tecnologie già sperimentate in settori per la trasformazione di prodotti alimentari estremamente delicati, quali quelli dei succhi di frutta e derivati ha permesso di ottenere validi risultati riconosciuti dai più grandi produttori mondiali. Pertanto avere a disposizione un impianto capace di produrre diversi tipi prodotti risulta essere strategicamente importante al fine di una migliore competitività industriale.

2. MATERIALI E METODI

In base a quanto esposto in precedenza è stato progettato e realizzato un impianto, per la produzione di passata di pomodoro in bottiglie da 720 g con una produttività giornaliera di 12000 Kg e che sia inoltre capace di produrre anche altre sostanze derivate da altri prodotti. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di definire il layout di un impianto multifunzionale capace di produrre prodotti alimentari con processo di produzione similare, riducendo al minimo il numero di macchine necessarie ed ottimizzando il flusso di produzione. L'impianto, come detto, è stato ideato per essere multiprodotto e nello specifico può produrre: passata di pomodoro in bottiglie da 720 g; salse pronte in vasi da 340 g; succhi di frutta in bottiglie di 730 g; confettura in vasi di 350 g.

Quindi sono stati esaminati i vari cicli produttivi considerati e sono stati di seguito elencati e numerati, ciò al fine di individuare un unico ciclo che li comprenda tutti.

2.1. CICLO DI PRODUZIONE DELLA PASSATA DI POMODORO

Questo ciclo è costituito essenzialmente da:

1. Lavaggio del pomodoro con relativa cernita.
2. Triturazione del pomodoro.
3. Disattivazione enzimatica e riscaldamento del pomodoro triturato.
4. Eliminazione delle bucce e dei semi tramite passatrice.
5. Concentrazione sottovuoto del succo di pomodoro.
6. Disareazione.
7. Sterilizzazione sosta e raffreddamento a temperatura di imbottigliamento della passata in uno sterilizzatore del tipo tubo in tubo (120°C/45°C/85°C).
8. Soffiatura capovolta delle bottiglie prima del riempimento.
9. Riempimento automatico volumetrico della passata a 85°C.
10. Posizionamento della capsula in automatico.
11. Chiusura automatica con tappatrice a frizione della bottiglia con tappo T.OFF.
12. Leggera pastorizzazione, raffreddamento ed asciugatura della bottiglia.
13. Etichettatura automatica; in questa fase è prevista anche la stampigliatura. sull'etichetta del lotto di produzione e la data di scadenza.
14. Confezionamento delle bottiglie in fardelli con un termoretraibile semiautomatico.

2.2. CICLO DI PRODUZIONE PER LE SALSE DI POMODORO PRONTE

In riferimento alle macchine utilizzate per la produzione della passata di pomodoro in bottiglie, esso è costituito essenzialmente da:

1. Lavaggio del pomodoro con relativa cernita.
2. triturazione del pomodoro.
3. Disattivazione enzimatica e riscaldamento del pomodoro triturato.
4. Eliminazione delle bucce e dei semi tramite passatrice.
5. Utilizzo delle bulle di concentrazione evitando la formazione di depressioni possono essere utilizzate come delle brasiere (facendo cuocere il pomodoro con gli aromi e condimenti), al posto della concentrazione sottovuoto.
6. Disareazione: in questa fase non è utilizzata.
7. Sterilizzazione: in questa fase non è utilizzata.
8. Soffiatura capovolta delle bottiglie prima del riempimento.
9. Riempimento automatico volumetrico delle salse pronte.
10. Posizionamento della capsula in automatico.
11. Chiusura automatica con tappatrice a frizione della bottiglia con tappo T.OFF.
12. Leggera pastorizzazione, raffreddamento ed asciugatura della bottiglia.
13. Etichettatura automatica – in questa fase è prevista anche la stampigliatura sull'etichetta del lotto di produzione e la data di scadenza.
14. Confezionamento delle bottiglie in fardelli con un termoretraibile semiautomatico.

2.3. CICLO DI PRODUZIONE PER I SUCCHI DI FRUTTA

In riferimento alle macchine utilizzate per la produzione della passata di pomodoro in bottiglie, esso è costituito essenzialmente da:

1. Lavaggio della frutta con relativa cernita.
2. triturazione della frutta (è preferibile, per la frutta con il nocciolo non usare lo stesso che si usa per il pomodoro).
3. Disattivazione enzimatica e riscaldamento della polpa di frutta.
4. Eliminazione delle parti non eduli tramite passatrice.

5. Miscelazione dei vari ingredienti quali acqua, zucchero, purea di frutta e additivi per la correzione del pH nelle stesse bolle usate per la concentrazione, sempre usandole, come nel caso dei sughi pronti, senza l'ausilio del vuoto.
6. Disareazione: in questa fase non è utilizzata.
7. Sterilizzazione: in questa fase non è utilizzata.
8. Soffiatura capovolta delle bottiglie prima del riempimento.
9. Riempimento automatico volumetrico della passata a 85°C.
10. Posizionamento della capsula in automatico.
11. Chiusura automatica con tappatrice a frizione della bottiglia con tappo T.OFF.
12. Leggera pastorizzazione, raffreddamento ed asciugatura della bottiglia.
13. Etichettatura con etichettatrice automatica; in questa fase è prevista anche la stampigliatura sull'etichetta del lotto di produzione e la data di scadenza.
14. Confezionamento delle bottiglie in fardelli con un termoretraibile semiautomatico.

2.4. CICLO DI PRODUZIONE DELLA CONFETTURA DI FRUTTA

In riferimento alle macchine utilizzate per la produzione della passata di pomodoro in bottiglie, esso è costituito essenzialmente da:

1. Lavaggio della frutta con relativa cernita.
2. triturazione della frutta (è preferibile, per la frutta con il nocciolo non usare lo stesso che si usa per il pomodoro).
3. Disattivazione enzimatica e riscaldamento della polpa di frutta.
4. Eliminazione delle parti non eduli tramite passatrice (solo in alcune ricette).
5. Miscelazione dei vari ingredienti fra loro quali acqua, zucchero, frutta e additivi; cottura e concentrazione nelle stesse bolle usate per la passata.
6. Disareazione.
7. Sterilizzazione, sosta e raffreddamento a temperatura di imbottigliamento della passata in sterilizzatore tubo in tubo (105°C/45°C/80°C).
8. Soffiatura capovolta delle bottiglie prima del riempimento.
9. Riempimento automatico volumetrico della passata a 85°C.
10. Posizionamento della capsula in automatico.
11. Chiusura automatica con tappatrice a frizione della bottiglia con tappo T.OFF.
12. Leggera pastorizzazione, raffreddamento ed asciugatura della bottiglia.
13. Etichettatura con etichettatrice automatica, in questa fase è prevista anche la stampigliatura sull'etichetta del lotto di produzione e la data di scadenza.
14. Confezionamento delle bottiglie in fardelli con un termoretraibile semiautomatico.

Per un migliore utilizzo di questa fase è preferibile aggiungere un dissolutore per le pectine. Di seguito vengono riportati i rispettivi layout ed i flow-chart per le singole produzioni considerate.

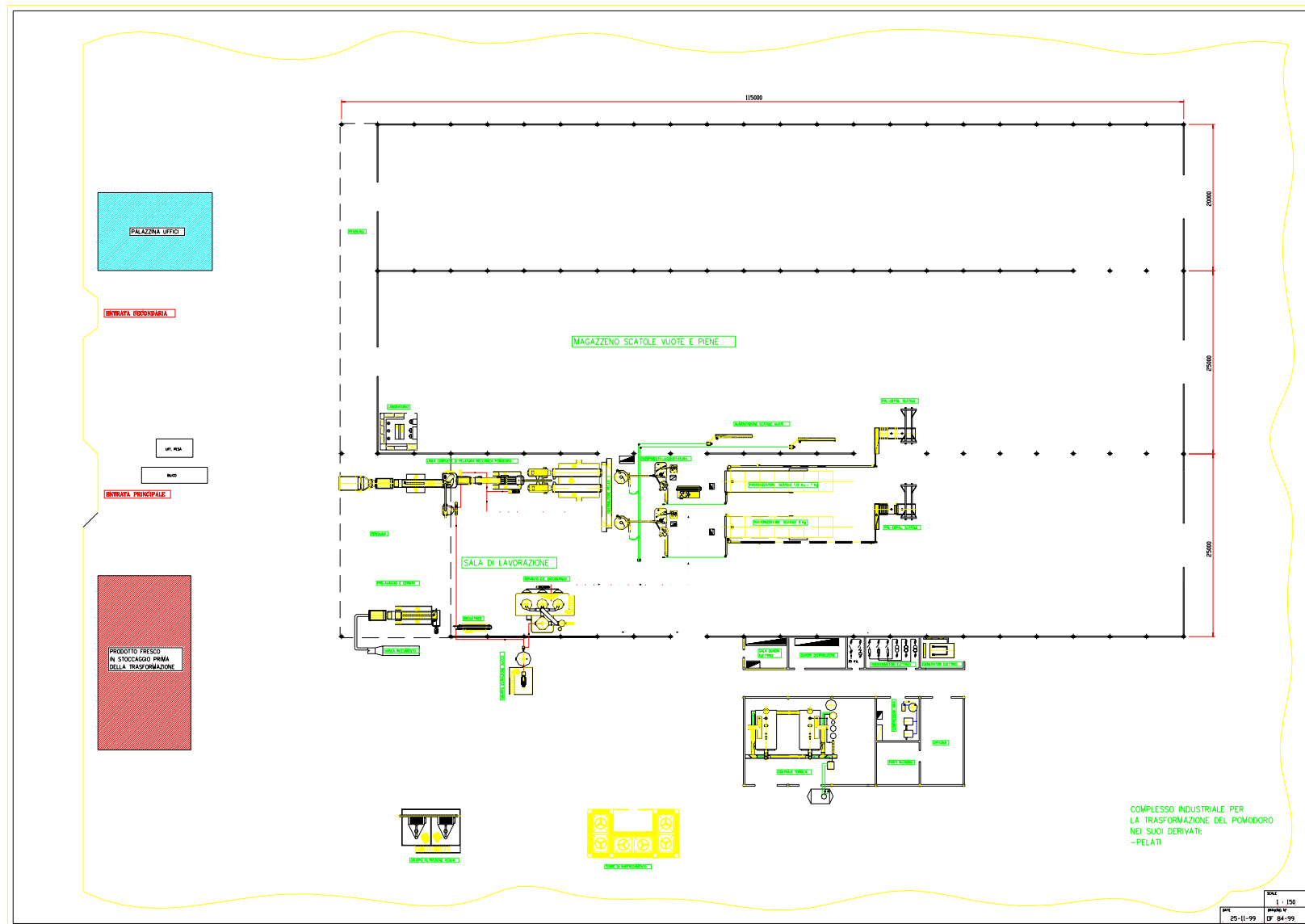
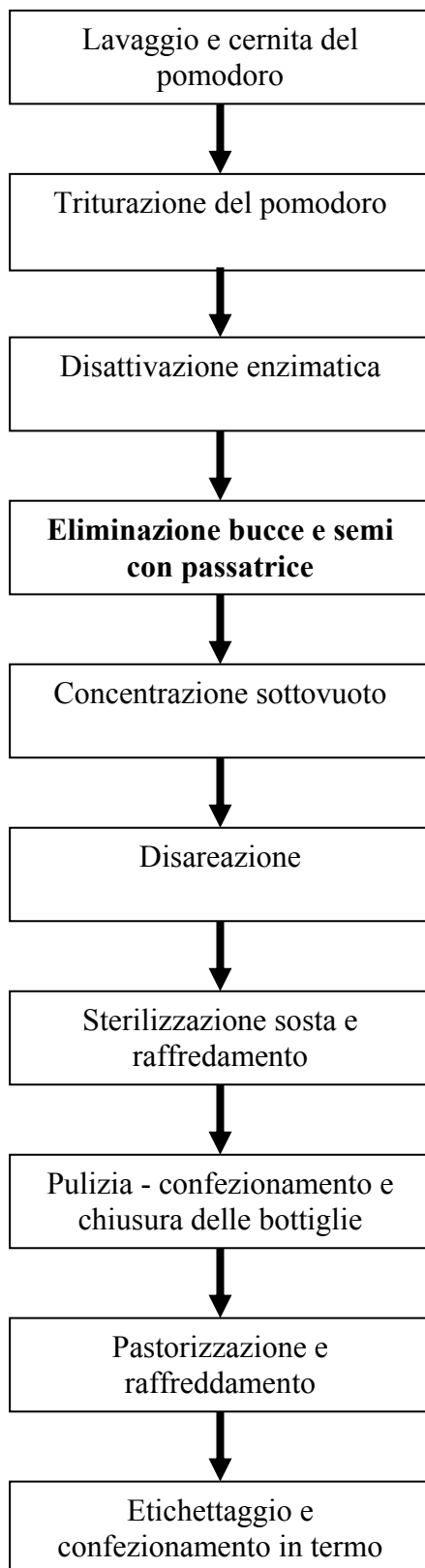
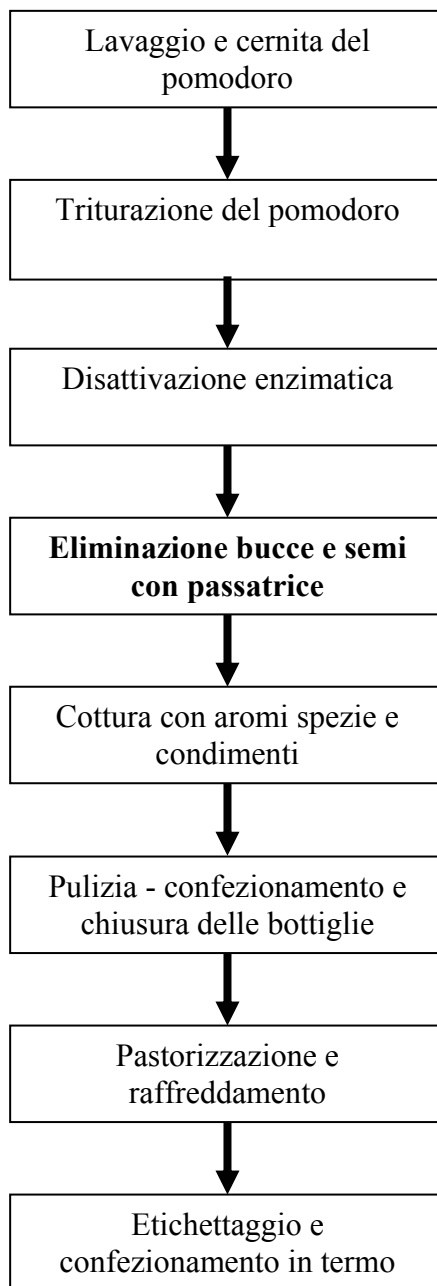


Fig.1. Layout impianto.

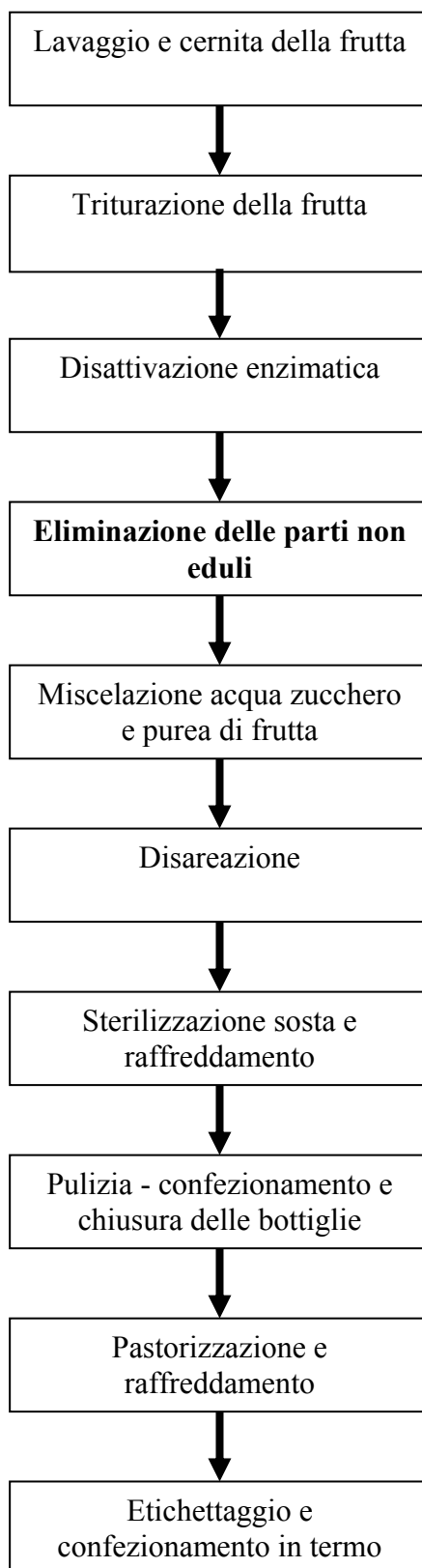
Tab. 1. Flow chart del ciclo di produzione della passata di pomodoro.



Tab. 2. Flow chart del ciclo di produzione delle salse pronte.



Tab. 3. Flow chart del ciclo di produzione dei succhi di frutta.



Tab. 4. Flow chart del ciclo di produzione della confettura di frutta.



3. ANALISI DEI RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono state considerate le macchine che realizzano i singoli processi previsti dai vari cicli produttivi considerati ed è stata effettuato il loro dimensionamento, nonché la loro descrizione comprese le attrezzature presenti nell'impianto.

1) TAVOLO IN ACCIAIO INOX: Sono state individuate le dimensioni ottimali mediante il codice di calcolo ANSYS 8. Esse sono risultate essere di 3000 x 900 x 900 mm.

2) STADERE A PONTE : queste macchine devono essere modulari e sopraelevate con piattaforma metallica e con caratteristiche atte a soddisfare le esigenze dell'impianto considerato cioè portata 20.000 kg.; divisione 50 kg.; lunghezza piattaforma 8 m; larghezza piattaforma 3 m.

3) BILANCIA : deve essere costruita in acciaio inox con fondo scala di 5 kg capace di valutare anche il peso dei conservanti.

4) BILICO : anche esso costruito in acciaio inox con fondo scala di 25 kg.

5) BULLA DI CONCENTRAZIONE SOTTOVUOTO: essa deve essere eseguita in modo tale che possa essere utilizzata sia come bulla di concentrazione che come brasiera. Essa ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- Materiale acciaio inossidabile AISI 304
- Capacità totale 800 lt.
- Condensatore a superficie con serbatoio di recupero aromi
- Struttura di sostegno in tubolare d'acciaio inossidabile AISI 304
- Specole di controllo visivo
- Riscaldamento con intercapedine di vapore a $0,45 \cdot 10^5$ Pa
- Portello d'ispezione
- Valvola aspirante prodotto
- Elettro-agitatore azionato da motoriduttore
- colonna di condensazione a superficie per condensazione dei vapori caldi
- pompa del vuoto ad anello liquido per il mantenimento del vuoto
- completa di palco di sostegno completamente in acciaio inox .

6) DISAREATORE : è stato dimensionato mediante il codice di calcolo ANSYS 8 per una capacità di 400 dm^3 . Esso deve essere completo di specola, "pompa del vuoto" ad anello liquido e pompa mono per l'estrazione del prodotto. Il tutto deve essere realizzato in acciaio inossidabile AISI 316.

7) TUBOEMULSORE CON CAMICIA DI RAFFREDDAMENTO: è usato per la dissoluzione, con sistema di dispersione e a turbina ancorata al fondo a 300 1/s. E' realizzato completamente in acciaio inossidabile AISI 304 con volume da 300 dm^3 circa , con valvola di ingresso dell'acqua nell'intercapedine, per evitare il surriscaldamento che può provocare la turbina nell'emulsionare il prodotto.

8) STERILIZZATORE - SOSTATORE - RAFFREDDATORE: è del tipo tubo in tubo, a scambio di vapore. Per tale apparecchiatura è stato effettuato il *calcolo termico*, cioè il dimensionamento delle superfici di scambio, ed il *calcolo energetico*, basato unicamente sulle relazioni di bilancio dell'entalpia tra i due fluidi. Il problema, quindi, è duplice. Da un lato possiamo valutare la potenza termica in termini di scambio termico:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{TOT}} \quad (1)$$

dove con ΔT viene indicata la differenza di temperatura tra i due fluidi e con R_{TOT} la resistenza termica complessiva dello scambiatore. Da un punto di vista energetico, si può scrivere la potenza termica in due modi equivalenti, uno riferito al fluido di processo, che chiameremo fluido A e che si sta riscaldando, e uno riferito al fluido di servizio, che chiameremo fluido B e che si sta raffreddando:

$$\begin{cases} \dot{Q} = \dot{M}_A \cdot c_{PA} (T_{A2} - T_{A1}) \\ \dot{Q} = \dot{M}_B \cdot c_{PB} (T_{B1} - T_{B2}) \end{cases} \quad (2)$$

dove con \dot{M} viene indicata la portata dei due fluidi e con 1 e 2 le sezioni, rispettivamente, di ingresso e di uscita dei due fluidi stessi. Dal punto di vista termico, quindi, sono presenti due problemi da risolvere: determinare il ΔT e determinare la R_{TOT} . Esso prevede l'ingresso del prodotto a temperatura ambiente, la sterilizzazione 120/45 s di sosta, raffreddamento a 85°C. Il serbatoio per l'accumulo del prodotto è in acciaio inossidabile AISI 316. Esso è munito anche di pompa monovite a doppio stadio con motovariatore di velocità, costruito totalmente in acciaio inox con regolazione della temperatura della sosta e del raffreddamento, completamente in automatico. Allarme acustico e visivo e blocco per non raggiunta temperatura, potenzialità 10 q/h.

9) RIBALTATORE SOFFIATORE : usato per bottiglie o vasi di vetro, composto da tavolo di carico rotante di diametro di 800 mm, motorizzato. Esso è munito di gruppo di spinta con motovariatore (prende il vaso dal tavolo e lo convoglia nella guida di ribaltamento) con coclea sagomata, convogliatore a ribaltare a 360° con quattro ugelli posti nel punto di completo ribaltamento. Per esso è stato realizzato un carteraggio a tunnel con fondo raccogli detriti eventuali. Montato su gambe registrabili, costruito in acciaio inox AISI 304. La potenza installata è di 2 kW. Inoltre esso è stato dimensionato tramite il codice PRO/E e le misure sono risultate essere di 3000 x 1000 x 1500 mm, conforme a normativa CE ed attrezzato per un formato geometrico di contenitore.

10) MONOBLOCCO RIEMPIMENTO E TAPPATURA: usato per il riempimento di vasetti con prodotti densi e tappatura con capsula T. Off metallica. Composto da:

- Dosatore volumetrico idoneo per liquidi densi (miele, marmellate, maionese, salse, formaggi fusi, creme ecc), pistone realizzato completamente in acciaio inox AISI 304 con tenute in teflon, idoneo per alimenti, sanificabile a caldo, regolabile da 40 a 1000 cm³ con vite micrometrica, valvola a tre vie a doppio tampone comandata pneumaticamente.
- Distributore con orientatore magnetico silenzioso per capsule metalliche.
- Canalina di discesa regolabile per diversi formati, testina di sgancio, dispositivo di controllo presenza capsule nella canalina.
- Riscaldatore sterilizzatore della capsula ad aria calda in posizione di pre-chiusura a temperatura controllabile.
- Tappatore a rotazione con testina su frizione a sforzo controllato, controllo di velocità rotazione testina tappante a mezzo inverter.

Le operazioni avvengono su dispositivo a stella. Basamento in struttura elettrosaldata rivestita interamente in acciaio inox.

11) PASTORIZZATORE RAFFREDDATORE A PIOGGIA: usato per la pastorizzazione e il raffreddamento delle bottiglie di "ketchup" e prodotti similari, costruito in acciaio inox AISI 304. Esso è munito di:

- Zona di pastorizzazione, a regolazione automatica della temperatura;
- Zona di pre-raffreddamento a media temperatura per evitare lo shock termico sui contenitori di vetro;
- Zona di raffreddamento con recupero di acqua dalla zona di primo raffreddamento;
- Misure d'ingombro circa 1,5 x 5 m;
- Termometro esterno per controllo visivo della temperatura;
- Tappeto di ingresso a tapparelle di acciaio inox, regolazione della velocità di avanzamento con motovariatore;

- nastro di accumulo multipiste a velocità sfalsata, con regolazione di velocità ed elettroventilatore per l'asciugamento dei vasi in uscita.
- 12) ETICHETTATRICE LINEARE AUTOADESIVA: macchina rotativa usata per l'applicazione di etichette autoadesive da bobina.
- 13) TERMORETRAIBILE SEMI AUTOMATICO: completo di forno rulliera folle per le soste dei fardelli.
- 14) CENTRALE TERMICA: così composta:
- Generatore di vapore con una potenzialità di 400.000 kcal/h; produzione di vapore di 600 kg/h; pressione di 12×10^5 Pa completo di bruciatore a gasolio, pompa di alimentazione, accessori di sicurezza, canna fumaria e quadro elettrico.
 - Vasca di alimentazione in ferro zincato capacità 500 dm³ con valvola d'intercettazione, valvola di scarico totale, galleggiante e troppopieno.
 - Impianto di addolcimento acque, di tipo a resine cationiche in ciclo sodico, funzionamento automatico con rigenerazione programmabile.
 - Vasca di contenimento sale di rigenerazione
 - Kit di provette per analisi e controllo delle acque.
- E' previsto il funzionamento del generatore per 8 ore al giorno, con recupero del 70% della condensa e con la durezza dell'acqua da trattare nell'ordine di 40 °F.
- 15) IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE : così composto:
- Serbatoio primario di raccolta acqua
 - Impianto di clorazione primaria.
 - Impianto addolcimento e di filtrazione.
 - Impianto di deodorazione su carbone attivo
 - Impianto parziali di trattamento a raggi UVC
- 16) GRUPPO DI PRODUZIONE DI ARIA COMPRESSA, composto da:
- Compressore a vite eccentrica.
 - Essiccatoio per aria.
 - Serbatoio da 500 litri.

4. CONCLUSIONI

E' stato progettato e realizzato il layout di un impianto per la produzione di prodotti alimentari conservati. A tal scopo sono stati utilizzati codici di calcolo ad elementi finiti e di modellazione solida. E' stato quindi possibile ottenere l'ottimizzazione delle geometrie considerate nonché la loro verifica funzionale.

Tale impianto consente di poter gestire 4 linee di macro prodotto consentendo di ridurre i costi di ammortamento dei servizi di fabbrica intesi come generatori di vapore, centrale termica, cabina elettrica, immobili e impiantistica interna nonché tutti gli apparati di fine linea quali sistema di confezionamento ed immagazzinamento.

Bibliografia

- Fellow P.(1988), *Food Processing Tecnology*, VCH, New York.
Peri C., Zanoni B (1999), *Manuale di tecnologie alimentari*, CUSL Milano.
Pompei C. (1995), *Tecniche delle conserve alimentari I e II*, Città Studi – Mi.
Romeo T. (1991), *Fundamentals of food process enginnerign*, An AVI book, New York.
Rossi N. (1998), *Manuale del termotecnico*, Hoepli, Milano.