

## Caso studio – 3° Giorno Corso EINSTEIN II

### Descrizione generale dell'azienda

L'azienda opera nel settore alimentare, ed in particolare produce conserve vegetali.

Ubicazione: Bordeaux (Francia)

- Latitudine: 44,50°
- Radiazione solare media annuale su superficie orizzontale: 1300 kWh/m<sup>2</sup>a
- Temperatura esterna media annuale: 13 °C
- Temperatura media annuale dell'acqua di rete: 10 °C

L'azienda lavora su 2 turni (per 16 ore/giorno), 5 giorni/settimana -> 260 giorni/anno.

Volume di produzione: 27 456 000 barattoli da 800 ml e 62 400 000 barattoli da 400 ml all'anno.

### Consumo di energia:

- Gas naturale: 14.000 MWh/a – Prezzo: 40 €/MWh
- Elettricità: non disponibile – Tariffa: 100 €/MWh

### Breve descrizione del processo produttivo

La verdura fresca viene immagazzinata all'arrivo e, dopo la selezione e la pesatura, viene lavorata in due distinte linee di produzione che operano in parallelo, a seconda del tipo di verdura e della ricetta.

Una parte delle verdure (linea 1) viene mescolata con acqua calda e amido, e quindi cotta. I barattoli di latta vengono quindi riempiti con tale prodotto e con altri ingredienti minori. La seconda parte delle verdure (linea 2) viene invece "scottata". I barattoli di latta vengono in questo caso riempiti con la verdura scottata, acqua calda, amido e altri ingredienti minori.

Tutti i barattoli vengono quindi sterilizzati e subito dopo raffreddati.

Nei processi di riempimento dei barattoli, preparazione dell'amido (in soluzione acquosa) e sanificazione delle attrezzature/locali viene impiegata acqua calda.

### Processi:

1. Magazzino verdure fresche:

1 cella a 5°C

- Potenza frigorifera media: 92 kW

Circa il 50% dei prodotti lavorati giornalmente viene consegnata e immagazzinata a ciclo continuo durante il giorno nella cella di conservazione.

- Quantità di verdura in ingresso: 35 ton/giorno (quantità equivalente di prodotto calcolata su 24 ore per 365 giorni/anno) a 9,5 °C

2. Mescolamento e cottura delle verdure in due recipienti:

a) Recipiente per mescolatura dove

- 2,5 ton/ciclo di verdure a 7°C,
- 1,6 m<sup>3</sup>/ciclo di acqua fresca a 10°C
- 0,9 m<sup>3</sup>/ciclo di amido a 65°C

vengono mescolati e riscaldati fino a 75°C

- Durata ciclo: 11-12 min
- Nr. cicli: 16 al giorno
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche del recipiente in temperatura: 2,5 kW

b) Recipiente per cottura dove il prodotto della mescolatura è cotto a 75°C per 48 min

- Nr. cicli: 16 al giorno
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche del recipiente in temperatura: 2,5 kW

### 3. "Scottatura" (*blanching*) delle verdure

16 m<sup>3</sup>/ciclo di acqua sono utilizzati per "scottare" fino alla temperatura di 80°C  
6,4 ton/ciclo di verdura, a ciclo continuo

- Temperatura iniziale acqua: 10 °C
- Temperatura iniziale verdura: 7°C
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche: 8 kW
- Calore di scarto: 14,4 m<sup>3</sup>/ciclo di acqua calda (recuperabile) a 65°C
- Durata di un ciclo: 1 ora.
- Nr. cicli: 6 al giorno – Inizio alle ore 7, e a seguire ogni 2 ore

- Riempimento dei barattoli  
Consumo energia termica nullo

### 4. Sterilizzazione dei barattoli

I barattoli vengono sterilizzati in autoclave e poi raffreddati a ciclo continuo per 16 ore/giorno.

- Quantità di barattoli ster.: 180,5 ton/giorno
- Volume di acqua di processo nell'autoclave: 43 m<sup>3</sup>

L'autoclave ha 3 sezioni:

#### a) Pre-riscaldamento fino a 95°C

- Temperatura iniziale barattoli: 55°C
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche: 16,7 kW
- Temperatura dell'acqua (depositata in autoclave) dopo la pausa notturna: 91 °C

#### b) Sterilizzazione fino a 140 °C

- Temperatura barattoli in ingresso: 95°C
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche: 25 kW
- Temperatura dell'acqua dopo la pausa notturna: 134 °C

#### c) Raffreddamento dei barattoli

361 m<sup>3</sup>/giorno di acqua sono usati per raffreddare (in controcorrente) i barattoli sterilizzati

- Temperatura finale dell'acqua di raffreddamento (recuperabile): 70 °C

L'acqua è smaltita, senza recupero calore.

### 5. Preparazione acqua calda a 65 °C per 16 ore/giorno

- Volume acqua richiesto per riempimento barattoli, preparazione amido e sanificazione: 88 m<sup>3</sup>/giorno
- Temperatura iniziale acqua di rete: 10 °C
- Potenza media richiesta per compensare le dispersioni termiche del serbatoio di accumulo: 2 kW
- 35 m<sup>3</sup>/giorno di acqua calda a 45°C recuperabile a valle delle operazioni di pulizia/sanificazione

## Edifici

- Riscaldamento dello stabilimento produttivo e degli uffici  
La superficie riscaldata misura 21.000 m<sup>2</sup>. La domanda di energia annuale per il riscaldamento ammonta approx a 1470 MWh/a.  
Periodo funzionamento riscaldamento: 1 Novembre - 15 Aprile

Il consumo di acqua calda per usi sanitari é trascurabile.

L'area della superficie del tetto (inclinato di 15°) disponibile per eventuale installazione di collettori solari termici misura 14.000 m<sup>2</sup>: 7.000 m<sup>2</sup> orientati a SO e 7.000 m<sup>2</sup> a SE.

### **Somministro e distribuzione di calore**

Vapore (a 5 bar) generato da un generatore (potenza nominale 6 MW, efficienza 0,88, eccesso d'aria: 1,4), temperatura andata 160 °C, temperatura ritorno 80 °C, linea distribuzione chiusa (tasso ricircolazione = 100%), lunghezza semplice 500 m

### **Somministro e distribuzione di "freddo"**

- Chiller raffreddato ad aria (kW alla temperatura di 0°C, COP = 3 e domanda elettricit  165 kW, temperatura di re-cooling 30 °C) accoppiato alla cella di conservazione
  - Linea di distribuzione virtuale: aria in circolazione nella cella (tasso ricircolazione = 100%, lunghezza 0 m)

### **Dati economici**

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| ▪ Tasso di inflazione              | 3%      |
| ▪ Inflazione dei prezzi energetici | 3%      |
| ▪ Tasso d'interesse nominale       | 4%      |
| ▪ Tasso di sconto                  | 3%      |
| ▪ Periodo di ammortizzazione       | 20 anni |
- Costi annuali di O&M per gli impianti termici: 40.000 €/a

### **Principali assunzioni semplificative**

- Per semplicit  assumere che il fluido/mezzo di processo   sempre acqua (anche nel caso di verdure a maido/ propriet  simili). Nel caso specifico della sterilizzazione   stato inoltre verificato che la massa termica delle lattine   trascurabile rispetto a quella del contenuto delle lattine stesse (circa 0,5%).
- I processi di mescolatura e cottura possono essere modellizzati come un unico processo.
- Per semplicit , la torre di raffreddamento (ed il relativo consumo energetico) per la dissipazione del calore accumulato nell'acqua di raffreddamento del processo di sterilizzazione non   stata tenuta in considerazione.