

## EINSTEIN – Ejemplo “Latas de verdura” Introductory Training day 3

### Descripción general de la compañía

La empresa se dedica al sector de alimentos, concretamente a la producción de verduras enlatadas.

Localización: Burdeos (Francia)

- Latitud: 44,50°
- Radiación solar global horizontal media anual: 1300 kWh/m<sup>2</sup>a
- Temperatura media anual: 13 °C
- Temperatura media anual del agua de red: 10 °C

La empresa trabaja en dos turnos de 16 horas, 5 días a la semana, 260 días al año

Capacidad de producción anual: 27 456 000 latas de 800 ml y 62 400 000 latas de 400 ml

### Consumo energético:

- 13.000 MWh/a gas natural a 40 €/MWh
- 5.100 MWh/a electricidad a 100 €/MWh

### Descripción simplificada de los procesos

Las verduras frescas se almacenan. Después de un proceso de selección y pesado, se procesan en dos líneas de producción distintas que operan en paralelo.

Parte de las verduras (línea de producción 1) se mezclan con agua y almidón y, seguidamente, se cocina la mezcla. Las latas se llenan con la sopa de verdura e ingredientes adicionales.

El resto de verduras (línea de producción 2), sólo se calientan a baja temperatura. Las latas se llenan con las verduras, agua caliente, almidón e ingredientes adicionales.

Todas las latas se esterilizan y se enfrían.

Agua caliente se usa para llenar las latas, preparar la sopa de almidón y para limpiar.

Descripción sencilla de los procesos:

#### 1. Almacenamiento de verduras frescas:

1 almacén a 5°C

- Carga de frío: 92 kW

Alrededor de un 50% de las verduras que se procesan diariamente en la planta de producción se suministran a la compañía y se almacenan en el almacén durante todo el día.

- Cantidad: 35 toneladas/día (cantidad equivalente calculada sobre 24 h y 365 días) a 9,5 °C

#### 2. Mezcla y cocción de las verduras en dos contenedores:

a) En el contenedor de mezcla entran:

- 2,5 toneladas/ciclo de vegetales a 7°C
- 1,6 m<sup>3</sup>/ciclo de agua fresca a 10°C
- 0,9 m<sup>3</sup>/ciclo de almidón a 65°C

donde se calientan hasta 75°C

- Duración del ciclo: 11-12 min
- Número ciclos: 16/día
- Potencia térmica necesaria para compensar las pérdidas térmicas del recipiente (potencia de mantenimiento: 2,5 kW)

b) En el contenedor de cocción se cocina la sopa (mezcla) a 75°C durante 48 min

- Número ciclos: 16/día

- Potencia térmica necesaria para compensar las pérdidas térmicas del recipiente (potencia de mantenimiento): 2,5 kW

### 3. Cocción de verduras a baja y media temperatura

La cocción de la segunda línea tiene lugar a baja y media temperatura. Cada ciclo dura una hora.

- La cocción a baja temperature opera a 40°C: 8 m<sup>3</sup>/ciclo de agua se usan para cocinar 3,2 toneladas/ciclo de verduras:
  - Temperatura de entrada del flujo de agua: 10 °C
  - Temperatura de entrada de las verduras: 7°C
  - Potencia térmica necesaria para compensar las pérdidas térmicas del recipiente: 4 kW
  - Al final de cada ciclo, 7,2 m<sup>3</sup>/ciclo de agua caliente (recuperable) a 30°C se desechan
  - Número de ciclos: 6/día, empieza a las 6 a.m., cada 2 horas
- La cocción a media temperature opera a 80°C con los mismos parámetros de proceso excepto:
  - Potencia térmica necesaria para compensar las pérdidas térmicas del recipiente: 8 kW
  - Temperatura del agua desechada: 65°C
  - Ciclos: 6/día – empieza a las 7 a.m., cada 2 horas

### 4. Llenado de latas

Sin consumo térmico

### 5. Esterilización de las latas llenas

Las latas se esterilizan en un autoclave y seguidamente se enfrían en un proceso continuo que opera 16horas/día

- Cantidad de latas procesadas: 180,5 toneladas/día
- Volumen de agua de proceso en el contenedor: 43 m<sup>3</sup>

El autoclave se divide en tres secciones:

- Precalentamiento de las latas a 95°C
  - Temperatura de entrada de las latas: 55°C
  - Potencia térmica para compensar las pérdidas térmicas: 16,7 kW
  - Temperatura del agua (que permanece en el contenedor) por la mañana: 91 °C
- Esterilización de las latas a 140 °C
  - Temperatura de entrada de las latas: 95°C
  - Potencia térmica para compensar las pérdidas térmicas: 25 kW
  - Temperatura del agua por la mañana: 134 °C
- Enfriamiento de las latas
 

361 m<sup>3</sup>/día de agua se usan en un circuito cerrado de agua para enfriar (a contracorriente) las latas provenientes de la esterilización:

  - Temperatura de entrada del agua: 15 °C
  - Temperatura de salida del agua: 70 °C

### 6. Preparación de agua a 65 °C durante 16h/día

- Cantidad de agua de proceso para el llenado de latas, preparación del almidón y para limpieza: 88 m<sup>3</sup>/día (16 h)
- Temperatura de entrada del agua: 10 °C
- Potencia térmica para compensar las pérdidas térmicas: 2 kW
- 35 m<sup>3</sup>/día de agua caliente (recuperable) a 45°C se desechan después de la limpieza

## Edificios

- Calefacción de oficinas y salas de producción  
La superficie calefactada es de 21.000 m<sup>2</sup>. Las necesidades de calefacción basadas en las fluctuaciones mensuales de la demanda se estiman en 1470 MWh/a.  
Período de calefacción: 1 Noviembre - 15 April  
No hay consumo de agua sanitaria.
- Aire acondicionado en oficinas  
El area de las oficinas suma 4.000 m<sup>2</sup>. Las necesidades de enfriamiento basadas en las fluctuaciones mensuales de la demanda se estiman en 200 MWh/a.  
Período de acondicionamiento: 1 Junio - 15 Septiembre durante 12 h/día

Para instalaciones solares, hay disponibles 14.000 m<sup>2</sup> de tejado (inclinación de 15°). 7.000 m<sup>2</sup> están orientados al sur-oeste y 7.000 m<sup>2</sup> al sur-este.

## Suministro de calor

Red de vapor (5 bar) generado en una caldera (potencia nominal: 6MW, rendimiento 0.88, ratio de exceso de aire: 1.4), temperatura de distribución: 160°C; temperatura de retorno: 80°C; ratio de recirculación: 1; longitud de las tuberías: 500m.

## Suministro de frío

- Red de agua fría (temperatura de distribución: 10°C, temperatura de retorno: 65°C, ratio de recirculación: 1, longitud de las tuberías: 200m) para las latas después de la esterilización. Se genera en una máquina de refrigeración enfriada por aire (consumo eléctrico: 1,1 MW, COP=3; temperatura de re-cooling: 30°C, factor de utilización: 20%) y una torre de refrigeración (potencia eléctrica 44,5 kW; temperatura de salida 30°C).
- Red de agua fría (temperatura de distribución: 7°C, temperatura de retorno: 12°C; ratio de recirculación: 1, longitud de las tuberías: 200m) para el condicionado acondicionado de las oficinas. Se genera en una máquina de refrigeración enfriada por aire (potencia eléctrica 200 kW, COP=3, temperatura de re-cooling: 30°C)
- Máquina de refrigeración enfriada por aire (potencia eléctrica: 165 kW, temperatura de salida: 0°C, COP=3, temperatura de re-cooling: 30°C) para el acondicionado de los almacenes.
  - Red virtual de distribución de frío: circulación de aire (ratio de recirculación: 1, longitud de las tuberías: 0m)

## Datos económicos:

- |   |          |
|---|----------|
| ▪ Inflación                             | 3%       |
| ▪ Incremento de los precios energéticos | 3%       |
| ▪ Tasa de interés                       | 4%       |
| ▪ Tasa de descuento                     | 3%       |
| ▪ Periodo de amortización               | 20 years |
- Costes anuales de operación y mantenimiento de procesos térmicos: 40.000 €/a

## Simplificaciones

Medio de proceso: asumir que es agua (las propiedades físicas de las verduras y almidón son similares a las del agua). Por otro lado, la massa térmica del metal de las latas es insignificante con respecto al peso del contenido de éstas (0.5%).