

Manual de cálculos para el diseño de plantas de faena avícolas

Elbio Miguel Woeffray



MATERIAL PARA USO DE ESTUDIANTES 2020

580 Woeffray, Elbio Miguel
CDD Manual de cálculos para el diseño de plantas de faena avícolas /
Elbio Miguel Woeffray.
- 1a ed. - Paraná : Universidad Nacional de Entre Ríos.
UNER, 2019.
94 p. ; 24 x 17 cm. - (Cátedra)

ISBN 978-950-698-458-8

1. Aves. 2. Planta. 3. Producción. I. Título.

Coordinación de la edición: Gustavo Esteban Martínez

Corrección: María Candela Suárez

Diseño de interior y tapas: Gabriela Resett

Foto de tapa: Sin título. Gabriela Resett, 2019.

© Elbio Miguel WOEFFRAY

© EDUNER. Editorial de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

Entre Ríos, Argentina, 2019.

Andrés Pazos 406 (E3100FHJ), Paraná, Entre Ríos, Argentina

eduner@uner.edu.ar

www.eduner.uner.edu.ar

Facultad de Ciencias de la Alimentación, Resolución C.D. N.º 423/16

Aunque la información y datos de este libro han sido revisados y actualizados son materia de continua actualización y pueden existir cambios. El autor y la editorial no son responsables de ninguna pérdida o daño derivado de los contenidos de la publicación, que solo pretende ser material para el estudio y no pretende reemplazar la intervención de los profesionales correspondientes.

Editado e impreso en Argentina

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

CAPÍTULO II

Procesos

PASOS DE UNA FAENA AVÍCOLA

Recepción, playa de descarga, colgado en noria.

1. Recepción de camiones con pollos en jaula. Playa de descarga. Colgado en noria.
2. Matanza y sangrado.
3. Escaldado. Inmersión de aves en agua caliente.
4. Pelado o desplumado. Pelado de aves por impacto de bandas de goma.
5. Lavado de carcasa. Corte de cabeza. Transferencia a la noria.
6. Enfriamiento con agua.
7. Empaque.
8. Trozado.
9. Enfriado y congelación en cámara.
10. Limpieza general de la planta.

1. RECEPCIÓN DE CAMIONES CON POLLOS EN JAULA. PLAYA DE DESCARGA. COLGADO EN NORIA

Los pollos vivos son colgados a mano en una noria aérea transportadora a cadena de velocidad regulable, equipada con un sistema de ganchos especiales, que los transporta suspendidos hacia abajo colgados de ambas patas en un solo gancho.

Durante esta operación se producen una gran cantidad de residuos compuestos principalmente por: excrementos, tierra y plumas. En promedio, cada conjunto de camión y acoplado transporta un total de 5000 pollos.

LAVADO DE CAMIONES Y JAULAS

Se realiza en un compartimiento especial, con piso y paredes impermeables sin cubierta superior, rejillas colectoras a la entrada y salida del recinto. El lavado se efectúa con bombas y lanzas para agua a alta presión, lo que provoca dispersión ambiental por pulverizado y no colectados en las rejillas de piso.

Las jaulas/canastos ya vacías se sumergen en una pileta con agua para su limpieza y una cinta de cadena las extrae del lugar de descarga de las aves y las deriva a un lavador de jaulas.

Este está ubicado en un túnel formado con chapas de acero inoxidable, posee una serie de picos alimentados con agua a presión, que lavan por ambos laterales a las jaulas. A la salida del túnel las jaulas son desinfectadas por una solución desinfectante, aplicada por medio de una hilera de tres picos rociadores. Una vez apiladas vuelven a la caja del camión, la que también fue lavada.

El camión ya cargado con las jaulas vacías en su caja pasa por el lavadero donde se lavan chasis, ruedas y cabina. Al salir del lavadero atraviesa por un arco de desinfección donde se le aplica una solución desinfectante en forma automática.

El agua colectada y destinada al efluente general posee gran cantidad de material sólido contaminante, tales como tierra, plumas, estiércol, etc.



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

La velocidad de la cadena viene dada en pollos/hora.

La cadena tiene eslabones donde se insertan los ganchos, la cantidad de estos por metro depende de la cantidad de eslabones por metro. Normalmente se encuentran cadenas de cinco a siete ganchos por metro.

Para animales pesados (gallinas, pavos, etc.) se usan cinco ganchos por metro y para animales más livianos (pollos), siete ganchos por metro.

Si tomamos una velocidad de línea de 8000 aves/hora Velocidad lineal de la cadena = $8000 \text{ aves (ganchos)}/\text{hora} / 7 \text{ ganchos/metro} = 1142 \text{ m/hora}$

En minutos:

$$1142 \text{ m/h} / 60 \text{ min/h} = 19 \text{ m/min}$$

Esta es la velocidad de avance de la cadena y nos permite calcular los tiempos en cada proceso.

2. MATANZA Y SANGRADO

Se insensibilizan las aves por choque eléctrico y posteriormente se las mata cortándoles las arterias carótidas (se cortan las arterias a ambos lados del cuello por debajo de la cabeza quedando intactos el esófago y la tráquea) y produciendo el desangrado. Esta operación se realiza mientras se desliza el pollo por la noria sobre un canal colector, por donde la sangre recogida escurre

hasta un tanque pozo de dimensiones adecuadas y se transporta para su posterior fabricación de alimento para animales (subproducto harina de sangre por cocción con vapor vivo, separación primaria de glóbulos rojos [hemoglobina] y plasma sanguíneo, destinado a la alimentación animal).



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

La distancia entre el último pollo enganchado y el aturdidor no debe exceder los 30 segundos. La distancia entre el aturdidor y el degollador no debe superar los 10 segundos.

El tiempo de aturdido no debe exceder los 10 segundos.

La cantidad de electricidad usada puede variar bastante en cada instalación, pero en general se utilizan 40-60 volts de onda alterna sinusoidal o cuadrada, con una frecuencia de 900 HZ.

La corriente máxima por ave no debe exceder los 30 Ma.

El ave debe continuar vivo después de un minuto de aturdido.

El tiempo máximo de desangrado es de 3 minutos.

3. ESCALDADO. INMERSIÓN DE AVES EN AGUA CALIENTE

En este proceso, a través de una combinación de tiempo y temperatura, se consiguen dilatar los poros de la piel del ave para aflojar sus plumas, para ello se introduce mecánicamente la noria en un tanque donde se mantiene el pollo durante un contacto prolongado por alrededor de 140 segundos con agua caliente a temperatura oscilante entre 53 y 58 °C. El agua es removida, agitada y renovada constantemente por medio del agua caliente ingresante; se mantiene controlada la temperatura del agua en el interior del baño.

El rebalse es dirigido hacia el desague general arrastrando muchos contaminantes introducidos junto con las mismas aves (tierra, plumas, sangre, estiércol, etc.) y este sector constituye una de las fuentes más importantes de contaminación del agua residual.



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

Para la remoción de las plumas el tiempo mínimo es de 120 segundos (ideal 140 segundos). La temperatura del agua varía de 50 a 53 °C para escaldados suaves durante un tiempo de 120 a 200 segundos, y de 5 a 61 °C para escaldados duros, para cuando no se requiere mantener el color amarillo de la piel o para gallinas.

Existen en el mercado varios tipos de escaldador:

- Escaldadores de flujo estancado de agua y removedores mediante aire. En este caso el movimiento del agua se produce a través de la incorporación.
- Escaldadores de flujo estancado de agua y removedores por inyección directa de vapor.
- Escaldadores de flujo móvil de agua y removedores por turbinas.
- Escaldadores de aire caliente húmedo (sin agua).

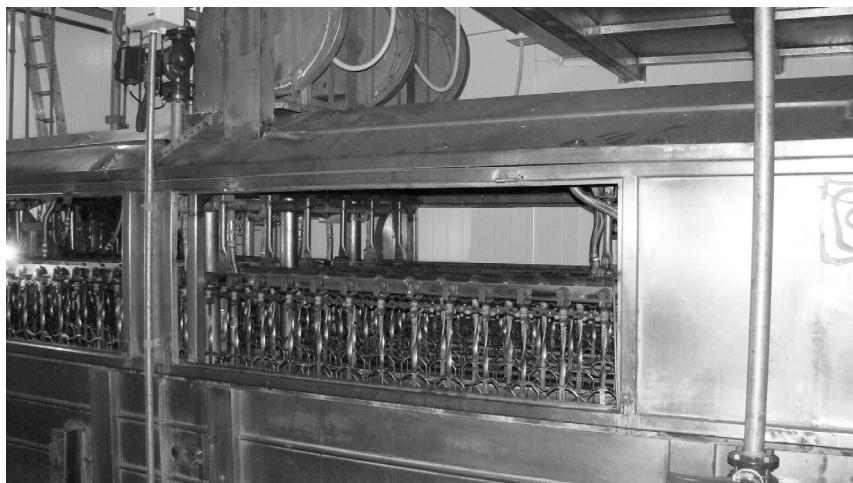


FIGURA 9. Escaldador simple de dos pasos

FUENTE: gentileza de Fadel.

4. PELADO O DESPLUMADO. PELADO DE AVES POR IMPACTO DE BANDAS DE GOMA

La función del tren de pelado es desplumar las aves sin dañar la piel, especialmente la epidermis. El desplumado se realiza en forma mecánica mediante la interacción de platos girando con sentidos opuestos, equipados con dedos especiales de goma en su periferia y que actúan sobre el pollo colgado de la noria que lo transporta, realizando el trabajo en etapas: desplumado grueso y luego el fino o repasado. Las plumas son colectadas y descargadas por una tolva inferior a una canaleta especialmente dispuesta en el piso y por donde con una enérgica corriente de agua se produce el transporte de las plumas hacia su separación y acondicionamiento para su retiro por parte de terceros, con destino a la elaboración de subproducto (harina de pluma).

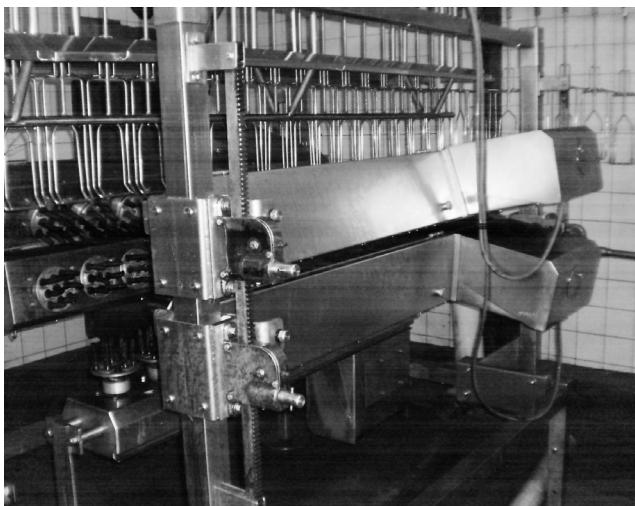


FIGURA 10. Peladora-Repasadora con bottom bank

FUENTE: gentileza de Fadel.



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

Cálculo de un tren de desplume para distintas velocidades de línea

TIPO DE MÁQUINA	CANTIDAD DE BANCADAS	HILERAS POR BANCADAS	DISCOS POR HILERAS	DEDOS POR DISCO	TOTAL DE DEDOS	LARGO m	POTENCIA
desplumado	2	16	10	640	4,8	18 kW	28
repasadora	2	20	8	640	4,8	18 kW	28
	1	16	8	128	4,8	2 kW	28

VELOCIDAD	POLLOS/ m	TIEMPO X MÁQ.	CANT. MÁQ.	TIEMPO TOTAL	CANT. DEDOS	DEDOS/ 1000	kW
Pollos/hora		4,8 m					
6000	7	20 seg	2	40 seg	1408	235	38
8000	7	15 seg	3	45 seg	2048	256	56
10 000	7	12 seg	4	48 seg	2816	282	76
12 000	7	10 seg	4	40 seg	2816	235	76
14 000	7	8 seg	5	40 seg	3584	256	96
PROMEDIO		28 watt/ dedo				250	7 kW/ 1000p

MÁQUINAS CONTRA-ROTANTES					
LARGO	MÓDULOS	DEDOS	TIEMPO	CAPACIDAD	VELOCIDAD
4,8 m	16	576	20 seg	6000	14 m/min
6,4 m	24	864	20 seg	8000	19 m/min
8 m	32	1152	20 seg	10 000	24 m/min
9,4 m	34	1224	20 seg	12 000	28 m/min

Para demostrar la viabilidad de usar agua caliente, desarrollaremos un cálculo a modo de ejemplo. Estudio energético sobre un escaldador tipo simple paso:
Largo: 16 m

Ancho: 0,8 m

Largo de noria dentro del tanque: 30 m

Tipo de pase: doble ida y vuelta



FIGURA 11. Escaldador de simple paso

FUENTE: gentileza de Fadel.

Cantidad de placas de: $0,6 \times 2,4 \text{ m} = 6$ (seis)

Velocidad: 6000 aves/h 14,28 m/min

Tiempo de permanencia: 2 minutos a 52 °C

Cantidad de calor requerida: según una firma europea para el cálculo de sus escaldadores para 6000 pollos/h se necesitan 150 kWt.

$150 \text{ kWt} \times 860 \text{ kcal/hkW} = 129 \text{ 000 kcal/h}$ para el mantenimiento.

Temperatura del agua a recircular: 85 grados.

Cantidad de agua a recircular: 25 m³/h.

Temperatura del agua de retorno: 65 grados.

CÁLCULO DE LA CALDERA DE ALIMENTACIÓN

Con un resguardo sobre las 139 000 kcal/h

Se necesita una caldera de 140 000 kcal/h

Cantidad de vapor utilizada mediante inyección directa: 1500 kg/hora de vapor a 2 kg/cm² de presión. Entalpia 530 kcal/kg.

$$1500 \times 530 \text{ kcal/kg} = 795 \text{ 000 kcal/h}$$

$$\text{Diferencia con las placas} = 795 \text{ 000 kcal/h} - 129 \text{ 000 kcal/h} = 666 \text{ 000 kcal/h}$$

ADÓNDE VA EL CALOR SOBRANTE

La respuesta es muy simple, a la atmósfera, ya que no «consigue» transferir toda su energía al agua; sale y calienta el ambiente de la sala de pelado. El calor generado por las placas en media hora fue:

$$6750 \text{ L} \times (52 - 22) \text{ grados} \times 1 \text{ kcal/L} = 202 \text{ 500 kcal/h}, \text{ lo que da } 405 \text{ 000 kcal/h}$$

Las placas tienen una superficie de $0,6 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \times 2 \times 6$ placas = $17,28 \text{ m}^2$
son seis placas = $17,28 \text{ m}^2 \times 6 = 103,68 \text{ m}^2$

coeficiente de transmisión = $405,000 \text{ kcal/h} / 104 \text{ m}^2 = 3894 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$

el coeficiente K = $3894 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} / 85^\circ\text{C} = 45,8 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C kcal}$

Este es el calor posible de transferir, con un recirculado continuo de agua del lado caliente, de 85 grados a 69 grados con 25 000 L/h a 2 kg/h recirculando en forma continua.

En la realidad, con pollos, el escaldador solo debe reponer el calor extraído por estos, evaluado en términos de agua (0,25 L/ave) y las pérdidas al ambiente. Por lo cual el sistema funciona solo por momentos.

La diferencia con el sistema de vapor es:

$$666 \text{ 000 kcal/h} / 8100 \text{ kcal/m}^3 \times 0,8 = 102 \text{ m}^3 \text{ de gas natural.}$$

Se supone que el agua de red tendrá un mínimo de 20 °C.

1. Escaldador para 12 000 aves/hora según datos de firma fabricante requiere a 80 °C

En operación $306 \text{ kW/h} \times 860 \text{ kcal/kW} = 263 \text{ 160 kcal/h.}$

Para el comienzo $5,6 \text{ m}^3 \times (60 - 20) \times 2 \times 1 \text{ kcal/kg} \times 1000 = 448 \text{ 000 kcal/h.}$

Al inicio calentará el agua en media hora; al final, en una hora.

El consumo simultáneo más importante es 448 000 kcal/h.

Ya que el resto del consumo se hace después y es menor.

Con un resguardo del 20 % quedan 540 000 kcal/h.

Este es el consumo de agua a 80 °C, el resto de los consumos es aproximadamente a 60 grados, para lo cual existen dos soluciones:

- Generar a 80 °C y luego bajar la temperatura mezclando con agua fría.
- Agregar una caldera que genere a 60 °C.

A continuación el cálculo para el segundo caso, es decir con una segunda caldera que genere a 60 grados. Desarrollo de los gastos de agua por sector.

2. Escaldador de garras para 12 000 aves/hora

$$5000 \text{ litros/hora} \times (60 - 20) \text{ kcal/kg C} = 200\,000 \text{ kcal/h}$$

Agua de limpieza	
$75 \text{ m}^3/\text{día} / 4 \text{ h/L/hora} \times (60 - 20) \text{ kcal/kg C} =$	75 000 kcal/h
Ídem anterior	
Calentamiento de agua para renovación de escaldadores	
$0,3 \text{ L} \times \text{ave} \times 12\,000 \text{ aves} \times (60 - 20) =$	144 000 kcal/h
Agua para las peladoras de pollos	
$5000 \text{ L/h} \times (60 - 20) \text{ grados} =$	100 000 kcal/h
Agua para limpieza de criba	
$500 \text{ L/h} \times (60 - 20) =$	20 000 kcal/h
Agua para limpieza de decanter	
$450 \text{ L/h} \times (60 - 20) =$	18 000 kcal/h
Agua para máquina de cloacas	
$1,4 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,3 \times (60 - 20) =$	16 800 kcal/h
Agua para la máquina de cuellos	
$1,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,3 \times (60 - 20) =$	18 000 kcal/h
Agua para la máquina de control final	
$1,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,3 \times (60 - 20) =$	18 000 kcal/h

La suma de consumos en operación de faena	444 000 kcal/h
La suma de limpieza	750 000 kcal/h
La suma spot en máquinas	91 000 kcal/h
Tomamos un consumo máximo	750 000 kcal/h
Tomando un 20 % de resguardo	900 000 kcal/h
Se necesita una caldera	1 000 000 kcal/h

5. LAVADO DE CARCASA. CORTE DE CABEZA. TRANSFERENCIA A LA NORIA

Corte de cabeza: este procedimiento tiene por función separar la cabeza junto con la tráquea del ave (se produce el desprendimiento de la cabeza por un efecto de tracción vertical).

Lavado de carcasa (duchado pospelado): con este procedimiento se pretende descender la carga microbiana de las aves antes de su ingreso a la sección eviscerado. Consta de líneas de picos a ambos lados del ave, dispuestas de manera de lavarlas desde arriba hacia abajo.

Transferencia a la noria y corte de garra: el corte de la garra se realiza a una pulgada del espolón. Consta de una rueda dentada que posiciona la garra para su corte posterior con una cuchilla circular accionada por un motor eléctrico. La máquina es regulable de acuerdo con el tamaño del pollo.

Eviscerado: tiene por función la extracción y exposición del paquete completo de vísceras, incluidos los pulmones y el corazón; además de la transferencia del mismo a la cinta de bandejas del cosechador de menudos.

Se realiza un corte para abrir cloaca y abdomen, y extraer el paquete completo de vísceras. A estas se las separa en comestibles (hígado, corazón, panza, cuello) y no comestibles (buche, tráquea, vísceras, cloaca).

Se le quitan al ave:

- a) buche, tráquea, pulmón, vísceras, cloaca y se los descarta por un transporte neumático por vacío (succión y transporte) hacia su destino final (elaboración de subproductos por parte de terceros);
- b) el hígado, estómago muscular, corazón y cogote o cuello son lavados, desgrasados y transportados hacia su empaque primario con destino final de ser incorporado al interior de la carcasa del pollo para su comercialización conjunta.

Lavado externo: su función es eliminar sangre, grasa, tejidos y todo otro resto de materia que presente la superficie externa e interna del canal.

6. ENFRIAMIENTO CON AGUA

INMERSIÓN DE AVES EN AGUA FRÍA

Tiene por función el descenso de la temperatura de las canales.

Esta operación se realiza por inmersión en sistemas de grandes tanques contenedores de acero inoxidable, enfriadores transportadores helicoidales de capacidad variable entre 10 y 15 m³.

La permanencia total de las aves en los enfriadores sucesivos (chillers) es en total de 40 minutos a una hora.

Los factores controlados en el proceso son:

a) la cantidad de agua renovada por canal o ave;
b) la relación entre el número de aves y el volumen del chiller;
c) el mantenimiento de condiciones higiénicas evitando la contaminación cruzada, para lo cual se le adiciona y dosifica hipoclorito de sodio al agua de alimentación para mantener un tenor de cloro libre residual de 1 ppm.

En este proceso los canales de ave incorporan y retienen agua en un valor máximo estimado en el 12 % de su peso normal cuando se lo comercializa sin congelar.

Las canales emergentes de los chillers son recogidos en otra noria donde se produce el escurrido simultáneamente con el transporte hacia el empaque.



FIGURA 12. Chiller de frío

FUENTE: gentileza de Fadel.

En la actualidad la tendencia es hacer chillers con diámetros más grandes (de 3 a 3,6 m). En este caso la cantidad de pollos por metros sube al doble, unos 750 pollos/m. Con esto se logra reducir largos de chiller y aumentar la circulación de agua.



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

Datos para el dimensionamiento de los chillers.

DIÁMETRO	3 m				
VOLUMEN	4,7 m ³ /m				
CANTIDAD POLLOS	336 pollos/m				
	3000 aves/h	4500 aves/h	6000 aves/h	9000 aves/h	12 000 aves/h
PRE	3 m	3 m	6 m	6 m	9 m
CHILLER	6 m	12 m	15 m	21 m	27 m

DIÁMETRO	2,5 m				
VOLUMEN	3,6 m ³ /m				
CANTIDAD POLLOS	257 pollos/m				
	3000 aves/h	4500 aves/h	6000 aves/h	9000 aves/h	12 000 aves/h
PRE	3 m	6 m	6 m	9 m	12 m
CHILLER	9 m	15 m	18 m	27 m	36 m



EJEMPLO DE CÁLCULO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Q_p: Calor del productoPre- Chiller = Q₋₁

Datos pre chiller

Temperatura de ingreso de pollo: 38 °C

Temperatura de egreso de pollo: 25 °C

Temperatura de ingreso de agua: 18 °C

Temperatura de egreso de agua: 24 °C

Peso de pollo vivo: 3,06

Rinde de carcasa: 72 %

Velocidad de noria: 4500 pollos / hora

Kg que ingresan al pre chiller / hora: 9914,4 (3,06*0,72*4500)

$$Q_{1P} = m_1 \times C_{p1} \times (T_f - T_i)$$

$$Q_{1P} = 9914,4 \text{ kg} \times 0,8 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times (38 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$Q_{1P} = 103109,8 \text{ kcal}$$

$$Q_{1P} = 269671,7 \text{ kcal/hora}$$

(Este es el calor que es preciso extraer)

Cálculo del agua de renovación

$$Q_{1P} = Q_{1A}$$

$$Q_{1P} = m_{A1} \times C_{pA1} \times (T_f - T_i)$$

$$m_{A1} = Q_{1P} / C_{pA} \times (T_f - T_i)$$

$$m_{A1} = 103109,8 \text{ kcal} / 1 \text{ kcal} \times (24 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$m_{A1} = 17185 \text{ litros/hora}$$

LA UTILIZACIÓN DEL BAUDELOT COMO MÉTODO DE ENFRIAMIENTO DEL AGUA DE CHILLER

Un poco de historia

La utilización de enfriadores de agua en la industria del pollo comenzó casi juntamente con el desarrollo de la industria. La necesidad de enfriar las carcasas mediante un método «húmedo» que evitara la deshidratación de la piel, con el consecuente deterioro estético que significa, hizo que se desarrollaran, primero, sistemas tipo «batch», que consistían en piletones con agua helada (enfriadas con hielo) y luego sistemas «continuos», denominados «chillers» o enfriadores, con una corriente interior movida por turbinas. Otros modelos incorporaron sistemas de movimiento de las canales consistentes en cilindros rotativos accionados por correas (que quedaban dentro del agua), y en otros sistemas de paletas de vaivén. Mucho más tarde aparecieron las hélices continuas, llenas o caladas, que movían la masa de canales de un extremo al otro. El problema subsecuente fue el enfriamiento del agua para, a su vez, refrigerar las canales. Estas, que ingresan al sistema de enfriadores, deben bajar su temperatura, en una o varias etapas, desde la temperatura corporal ($38 \text{ }^\circ\text{C}$) hasta la temperatura óptima de embasado o manipuleo ($4 \text{ }^\circ\text{C}$).

Aparece el hielo

El método originalmente utilizado para enfriar fue el hielo en barras. Enormes barras de hielo eran fabricadas en moldes sumergidos en salmuera. Lue-

go esas barras eran pasadas manualmente por una picadora y los trozos más pequeños enviados mediante carros a las bateas de enfriamiento. Las barras tenían de 1 a 2 m de longitud, de unos 40 kg cada una, lo que implicaba un enorme esfuerzo humano para su manipuleo. El problema más frecuente era el deterioro de los moldes sumergidos en salmuera, hechos de acero al carbono, con lo cual el hielo se contaminaba con sal.

La mejora siguiente en la evolución fueron las escamadoras o máquinas de fabricar hielo en cubos. Estas máquinas hacían hielo en cubos pequeños o, en su defecto, enfriaban una superficie regada continuamente, donde se formaba una delgada capa de hielo, llamada «escama», que era desprendida por peines metálicos. Dichas máquinas se colocaban por encima de los enfriadores, enviando el hielo en forma directa a los chillers. Ahora bien, en muchas plantas esto no era posible, ya sea por razones constructivas u operativas (las máquinas tienen una producción de hielo relativamente baja y es necesario poner varias en paralelo).

Cuando esto ocurría era necesaria la construcción de un «depósito» de hielo. Desde este depósito se enviaba el hielo hasta los chillers. Los problemas entonces comenzaron a ser de otra índole: la energía necesaria para congelar un litro de agua y transformarla en hielo es de 120 kcal/kg, y la energía liberada es de 80 kcal/kg, lo cual torna el sistema altamente ineficiente.

La contaminación microbiológica resultó casi imposible de controlar, dada la gran cantidad de hielo que se almacenaba; así como también poder garantizar operaciones higiénicas, ya que el hielo tiende a formar huecos en los acúmulos, haciendo necesario que una persona ingrese para «palear» con el consecuente riesgo sanitario que eso conlleva.

El aumento de la velocidad de faena trajo chillers cada vez más largos, con lo cual trasladar el hielo se transformó en una cuestión sumamente difícil de mantener en condiciones higiénicas.

Estas razones motivaron prácticamente el fin de la utilización de estas máquinas como único método de enfriamiento, salvo en Brasil, donde continua utilizándose por costumbre.

Se inventan las «chaquetas» de enfriamiento

Para superar los problemas del hielo aparecieron los métodos de enfriamiento indirecto, consistentes en camisas que conformaban los laterales y fondo de los chillers. Dichas camisas eran llenadas por líquido refrigerante, que transfiere su energía térmica al agua que circula dentro de los equipos.

Los fluidos refrigerantes usados fueron dos:

AMONIACO. Fluido refrigerante de uso común en los frigoríficos, que es enviado en estado líquido mediante bombas de recirculado a dichas camisas,

transfiriendo energía térmica. Dada la gran velocidad de circulación del fluido, el coeficiente de transmisión de calor que se establece entre la parte interior de la camisa y el agua es muy alto. Sin embargo, el sistema adolece de otros riesgos, que en la práctica significaron su restricción y, en algunos casos, la eliminación lisa y llana. En primer lugar la dificultad para controlar la expansión del fluido en un recipiente tan vasto, que en operaciones se mantiene constante mediante la colocación de una válvula de presión constante, pero que ante cualquier inconveniente, tanto del lado del fluido como del lado del agua (que se paren las bombas) la superficie interior se transforma en hielo produciendo atascamientos del sistema mecánico propulsor.

Un problema mucho más grave es el «pegado» de las carcasa a la superficie interior. Esto ocurre ya que la placa de metal tiene temperaturas bajo cero y la piel de las carcasa, altísima humedad incorporada. Cuando el tiempo de contacto entre un pollo y la placa es suficientemente largo, la superficie helada «captura» la humedad interior de la piel y esta se congela, quedando el pollo adherido a la superficie, haciendo imposible desprenderlo mediante la circulación del agua. En equipos con paletas o hélices, esto se traduce en destrozos significativos de la canal, que es arrancada en trozos de su posición. Incluso en casos extremos, de rotura de la máquina, el «pegado» es total y se torna necesario vaciar totalmente el equipo para poder quitar los pollos con agua caliente.

Segundo, el problema de la limpieza, donde el equipo es sometido a un lavado con agua caliente, haciendo expandir el líquido que pudiera haber quedado en dicha camisa, produciendo que dicho artefacto desarrolle presiones altísimas, cercanas al punto de rotura del material.

Estas razones, más el riesgo de que ante cualquier pérdida o rotura del equipo, sus válvulas y accesorios se produzca una fuga de amoniaco dentro de un ambiente laboral con gran cantidad de personal, tornó a dicho sistema peligroso y difícil de controlar. No obstante ello, todavía hoy en plantas de EE.UU. se sigue utilizando, indudablemente por bajos estándares de seguridad internos.

GLICOL. Una salida a los problemas planteados anteriormente, sobre todo los relacionados con la seguridad de las personas, fue la utilización de un fluido intermediario, en este caso el Propilen-etilen-glycol, comúnmente llamado glicol. Sin embargo, pronto se demostró que las ventajas no eran tales. Primero, que era energéticamente ineficiente, ya que implicaba un paso previo de intercambio (etilen-amoniaco). Segundo, demostró ser muchísimo más riesgoso en términos del producto, ya que el propilen-glicol es un producto tóxico en caso de ser ingerido y nadie puede garantizar que no haya pérdidas de refrigerante desde la chaqueta hacia el agua del chiller, y de ahí a las canales.

En razón de las dificultades mencionadas, a las que se sumó la imposibilidad de «seguir» a los pollos individualmente dentro de una máquina donde se mezclan entre sí, que boicoteaba la reciente normativa adoptada de «trazabilidad», la Unión Europea decidió prohibir en su territorio la utilización de estas máquinas que utilizan agua, pasando a usar sistemas de enfriamiento continuos mediante cadenas de refrigeración dentro de cámaras frigoríficas, con circulación de aire, conocidas como «air chillers».

Sin embargo, la mayoría de los países fuera de la UE, entre ellos EE.UU. y Latinoamérica continuaron utilizando los chillers de agua hasta el presente, ya que la tecnología aplicada en Europa es excesivamente costosa y con iguales o mayores riesgos bacteriológicos que los chiller de agua, además de los problemas de deshidratación inherentes, que son solucionados: ¡con agua! (atomizada en spray, para mantener la hidratación, ya que la canal pierde 1% de peso en estos enfriadores, con las pérdidas estéticas de calidad de piel).

LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EXTERNOS

La necesidad de mantener la baja temperatura en los chillers de agua alrededor de un grado centígrado, para garantizar cuatro grados en la carcasa y de evitar todos los problemas antes mencionados hizo aparecer en el mercado dos tipos de enfriadores intermedios, basados en el intercambio de fluido refrigerante (generalmente amoníaco) y el agua de los chillers.

El enfriador de casco y tubo externo, donde el agua de los chillers a través de bombas pasa por un equipo cerrado de casco y tubos (el fluido refrigerante inunda el casco, en tanto el agua circula por los tubos). Este equipo tiene una gran eficiencia desde el punto de vista térmico, pero conlleva un gran problema, que es el ensuciamiento de las paredes internas de los tubos. La grasa presente en las canales está en los paniculos adiposos abdominales y en el cuello tiende a soltarse en los chillers y a sobrenadar, por lo cual «engrasa» todos aquellos lugares donde no hay velocidad de flujo de agua y fricción.

La tarea de limpieza de estos equipos resulta muy delicada, ya que hay que pasar a contra flujo (luego de la faena) líquidos calientes conteniendo espumígenos y limpiadores. Después hay que enjuagar y, por último, verificar si la tarea resultó efectiva. Desarmar el equipo cada día resulta impráctico y oneroso. En la actualidad existen sistemas llamados CIP que realizan dicha limpieza en forma automática y sin necesidad de desmontar todo. La gran ventaja de estos equipos es la alta velocidad de renovación que permiten respecto de cualquier otro sistema, ya que todos los tramos están bajo presión de la bomba.

La aparición del «baudelot»

El sistema de placas para enfriamiento de líquidos era utilizado para el enfriamiento de líquidos estacionarios, como los vinos en los tanques de las bodegas; sin embargo su uso no se había popularizado hasta ahora en los sistemas de enfriamiento continuos o «abiertos».

En Argentina, el procedimiento utilizado fue desarrollado por una firma de Rafaela y combina un sistema de enfriamiento abierto por contacto superficial del agua del chiller con las placas, con un sistema de higienización del agua en circulación.

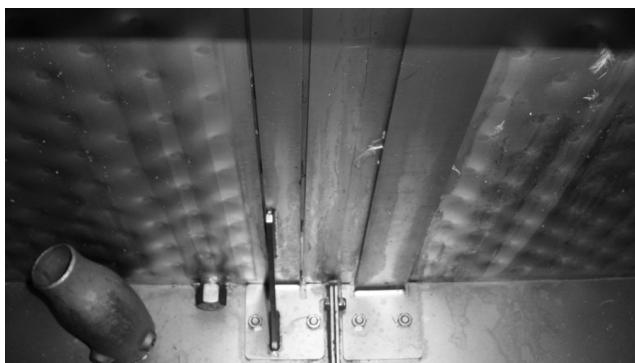


FIGURA 13. Placas de enfriamiento

FUENTE: elaboración propia.

A continuación se enumeran una serie de ventajas que, a mi juicio, tiene el sistema sobre los anteriores:

El sistema es energéticamente eficiente. Las placas se encuentran suspendidas de un armario metálico, donde llega el agua de los chiller y por rebalse se escurre a ambos lados de las placas, formando una película de unos pocos milímetros de espesor, a gran velocidad, lo que aumenta significativamente el intercambio térmico. El fluido refrigerante es contenido por las placas, construidas en acero inoxidable, donde circula mediante circuitos preformados a gran velocidad maximizando el intercambio. Una válvula de presión constante controla la presión de expansión, evitando la formación de hielo.

En el siguiente subtítulo se podrán ver la eficiencias de consumo de energía para el enfriamiento mediante hielo vs. baudelot.

El sistema es seguro desde el punto de vista operativo, ya que la posible formación de hielo superficial en las placas sólo implica un «corrimiento» de la cascada de agua, que continua cayendo. Se impiden así los «bloqueos» tan frecuentes en equipos casco y tubo, que en la práctica paralizan la operación.

También desde el punto de vista (desde el lado de la seguridad) de la seguridad de la planta, ya que la pequeña dimensión de la cavidad interna de la placa impide que se desarrollen esfuerzos significativos sobre el material durante la limpieza, lo que hace virtualmente imposible un accidente con amoníaco dentro de la planta.

Otra de las ventajas es la reducida cantidad de refrigerante contenido en cada una de las placas.

El sistema es autolimpiante, ya que cuenta con un cernidor rotativo en línea, colocado antes de la bomba que impulsa la circulación del agua hacia el baudelot, donde permanentemente son retiradas las partículas sólidas que se dispersan en el agua del chiller inevitablemente por desprendimiento de tejidos de las canales.

De esta forma, durante todo la faena, se mantiene más limpia el agua del chiller.

El sistema es práctico, ya que permite que en el mismo sistema de placas se pueda incorporar el agua de renovación, que en general es enfriada por placas adicionales, haciendo innecesario colocar este elemento externo para enfriar el agua, o un banco de agua helada, que tiene sus problemas de higienización.

También es autoregenerante de la calidad del agua, ya que esta al formar una cascada dentro del baudelot incorpora oxígeno del aire, que cumple un papel bactericida dentro del agua del chiller. El sistema de burbujeo de aire, que también acompaña a los chillers, profundiza esta cuestión e impide el asentamiento de las canales en los fondos, maximizando el intercambio térmico.

Es fácil de limpiar y controlar, ya que las placas se encuentran a la vista, contando el equipo con tapas desmontables que se quitan luego de la faena para poder lavarlas con soluciones detergentes y agua caliente. También es posible realizar isopados de dichas placas en toda su superficie para controlar la eficiencia del lavado.

Con respecto a las bombas y cañerías, pueden ser limpiadas fácilmente, dado su corto recorrido, haciendo circular agua caliente con detergente durante el proceso de lavado de los chillers.

COMPARATIVA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL ENFRIAMIENTO DE CARCASAS DE POLLOS UTILIZANDO HIELO FRENTE A LA UTILIZACIÓN DE UN BAUDELOT

Haremos un análisis para aportar al chiller 100 000 kcal/h. Luego se podrá extraer para calcular cualquier demanda frigorífica que requiera una faena. Cuando aportamos un kg de hielo a un chiller este elemento nos aporta 80 kcal/h por calor latente y podemos tomar 5 kcal/h de calor sensible pensando que el agua sale del chiller por el rebalse a 5 °C.

Luego, para aportarle al chiller 100 000 kcal/h tendremos que incorporarle la siguiente masa de hielo:

$$100\ 000\ \text{kcal/h} / 85\ \text{kcal/kg} = 1176,47\ \text{kg/h}$$

Tomando que el agua que utilizamos para generar el hielo tiene una temperatura de 20 °C más las pérdidas del equipo productor, se tiene que para producir un kg de hielo necesitamos 120 kcal/h. Entonces para producir 1176,47 kg/h necesitaremos:

$$1176,47\ \text{kg/h} \times 120\ \text{kcal/kg} = 141\ 176,4\ \text{kcal/h}$$

Para la generación de hielo los dos sistemas más difundidos son:

- A) Producción mediante máquinas a tambor rotativo o estático que demanda una evaporación a $T_v - 25\ ^\circ\text{C}$. Un compresor a tornillo operando con economizador entre $T_v - 25\ ^\circ\text{C}$ y $T_c + 35\ ^\circ\text{C}$ genera 2101 kcal/kW
- B) Producción mediante máquinas generador de hielo en tubos que demanda una evaporación a $T_v - 10\ ^\circ\text{C}$. Un compresor a tornillo operando entre $T_v - 25\ ^\circ\text{C}$ y $T_c + 35\ ^\circ\text{C}$ genera 3,292 kcal/kW.

Es así que para el caso de utilización de hielo tendremos que el consumo de energía eléctrica será:

Para el caso A)

$$141\ 176,4\ \text{kcal/h} / 2101\ \text{kcal/kW} = 67,19\ \text{kW/h}$$

Para el caso B)

$$141\ 176,4\ \text{kcal/h} / 3292\ \text{kcal/kW} = 42,88\ \text{kW/h}$$

CONSUMO DE ENERGÍA UTILIZANDO UN BAUDELOT

Para esta condición tendremos que la evaporación necesaria es de $T_v - 3\ ^\circ\text{C}$ y un compresor operando bajo esta evaporación y $T_c + 35\ ^\circ\text{C}$ rinde: 4184 kcal/kW.

Dado que el enfriamiento es directo, tendremos que para entregarle al chiller 100 000 kcal/h necesitamos generar 100 000 kcal/h luego el consumo de energía en este concepto será de:

$$100\ 000\ \text{kcal/h} / 4184\ \text{kcal/kW} = 23,90\ \text{kW/h.}$$

La recirculación del agua para las 100 000 kcal/h demanda en el orden de 0,9 kW pero podemos despreciar este valor, ya que las máquinas generadoras de hielo tienen motores eléctricos para el caso.

Como se puede apreciar, con el sistema del baudelot se logra, entre otras ventajas, una apreciable economía del consumo de energía eléctrica, que también nos permite cuidar el medio ambiente, resultando así un sistema favorable a la ecología.

La aparición en el mercado de sistemas más modernos de enfriamiento mediante el uso de intercambiadores tipo casco y tubo, así como el desarrollo de chillers de diámetros más grandes (entre 3 y 4 m) y el uso de bombas de altísimos caudales (entre 300 y 400 m³/h), han cambiado radicalmente el panorama del enfriamiento por agua, lográndose temperaturas del agua cercanas a 1 grado y de la carcaza de pollo por debajo de 4 grados.

7. EMPAQUE

Las aves son colgadas de la noria en el local de empaque, cuyo ambiente es refrigerado a +10 °C, donde se procede a introducirle en el interior de cada canal una bolsa con los menudos correspondientes, la clasificación de las unidades por peso y el embolsado en continentes plásticos especiales.

8. TROZADO

En otra sala con ambiente refrigerado se efectúa el trozado de pollos enfriados, produciendo cortes especiales (pechuga, patas, muslos), que son empacados por separado y destinados en cajas. La máquina usualmente utilizada es una línea de despiece (corta el pollo en partes).

En dicha máquina se pueden producir los siguientes cortes:

- a. Alas, enteras.
- b. Front Halves, pechugas enteras sin piel para deshuesar.
- c. Cuartos o patamuslos.

a. Alas

Alas enteras. En un primer paso la operatoria consiste en la colocación de cintas y mesas para el empacado de alas en cajas de capacidad variable, entre 10, 15 y 20 kg, separando en dicha cinta alas izquierdas y derechas, empacadas por separado mediante interfoliados de PVC de alta densidad, en bolsas contenedoras y cajas de cartón corrugado.

Marinado de alas. Consiste en el agregado de una máquina marinadora, que incorpora al producto una salmuera que le otorga mayor sabor y ternura.

b. Front halves para hacer filetes

Lo primero consiste en colocar cintas que conduzcan a una máquina fileteadora, que procesa las pechugas sin piel y despega los filetes para su repasado. A continuación se instala una mesa para tal fin, en la que se prevé la colocación de personal para el repasado de filetes, a razón de 10 filetes/persona/minuto.

El fileteado de pechugas se logra con la colocación de una máquina para 2500/3000 pechugas por hora. Dicha máquina realiza la extracción de los dos filetes mediante una serie de cuchillas que cortan el músculo y desgarran el filete, dejándolo listo para su repasado.



FIGURA 14. Deshuesado de pechuga sobre cono

FUENTE: elaboración propia.

Marinado de filetes. Se logra con la colocación de una máquina marinadora para incorporar salmuera en una proporción no mayor al 15 % de peso ingresado.

Mesa fría para filetes (Supercontac). Se consigue con la colocación de una mesa enfriada por amoníaco para sellar la superficie inferior de los filetes y evitar que se marquen en el interior de los freezer.

Girofreezer, para filetes, a los efectos de enfriarlos en forma IQF, esto es frío individual, pieza por pieza, para evitar tanto pérdidas de peso como el pegado durante el congelamiento. Estos girofreezer enfrían las piezas desde +10 grados hasta -4 °C, sellando la superficie de los mismos e impidiendo el drenaje de salmuera, con la consecuente pérdida de peso.

Selección y empaque de filetes. Mediante la colocación de un sistema de pesaje en línea para piezas IQF, que permite seleccionar las piezas de 20 g en 20 g y su empaque en cajas de 5, 10, 15 o 20 kg. El sistema permite pesar hasta 200 piezas por minutos con 16 estaciones de batching sobre un solo lado.

Balanza de control. Para garantizar el peso exacto de cada caja.

c. Cuartos

Marinado de cuartos. Consiste en la colocación de una marinadora de cuartos que le incorpora salmuera para mejorar su sabor y terneza, en una proporción de salmuera no superior al 15 % del peso ingresado.



FIGURA 15. Inyectora de filetes de pechuga

FUENTE: gentileza FOMACO.



FIGURA 16. TADEM Inyectora de cuartos + tumbler

FUENTE: gentileza FOMACO.



FIGURA 17. Inyección de pollos enteros

FUENTE: gentileza FOMACO.

Tumbleado de cuartos. Se basa en la colocación de una máquina rotativa que realiza un movimiento de los cuartos, posibilitando la extracción de las proteínas hacia el exterior de la pieza para sellar la pérdida de salmuera. Esta máquina evita que el dripeado (pérdida de agua por goteo) exceda del 5 % en peso antes del ingreso al girofreezer.



FIGURA 18. Tumbler de cuartos

FUENTE: gentileza FOMACO.

Girofreezer de cuartos. Radica en un equipo de frío en espiral que congela los productos de +10 grados a -4°C , a los efectos de evitar su pegado durante el proceso de enfriamiento y mejorar su aspecto para venta.

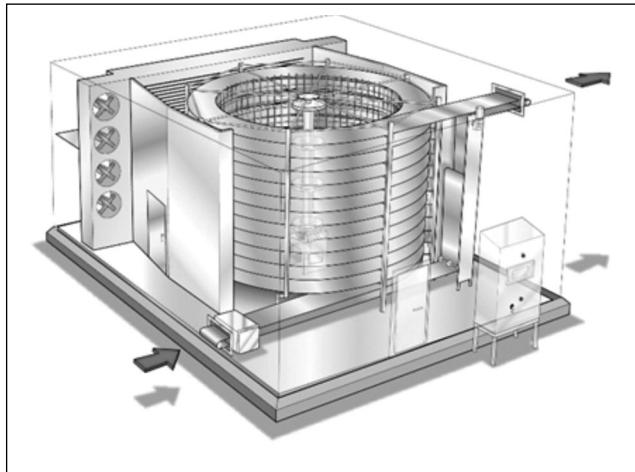


FIGURA 19. Girofreezer para partes IQI

FUENTE: gentileza ALBACE.

Empaque de cuartos. Consiste en cintas y mesas para el empaque manual de las piezas, su pesado y correspondiente envío a la cinta de cajas terminadas. El empaque se realiza en una bolsa de PVC contenedor y caja de cartón corrugado, en pesos variables de 15 o 20 kg.

NORIA DE CAJAS VACÍAS

Reside en una cadena aérea para la provisión de envases de cartón vacíos para el empacado de las diversas piezas que se van elaborando.

9. ENFRIADO Y CONGELACIÓN EN CÁMARA

Las cajas con productos son transportados hasta los túneles dinámicos para completar los procesos de enfriamiento o congelación según corresponda. Para el pollo enfriado el proceso dura como mínimo 2 horas, lo que asegura que el producto registre una temperatura máxima de -2°C en el centro de la pechuga. En el caso del congelado el proceso dura un mínimo de 14 horas permaneciendo en un ambiente de cámara de -30°C . Los pollos congelados para su expedición deberán tener una temperatura mínima de -18°C dependiendo del destino del mismo. Los sistemas de refrigeración empleados uti-

lizan como fluido refrigerante el amoniaco y un sistema de compresión por etapas en correspondencia con las temperaturas requeridas.

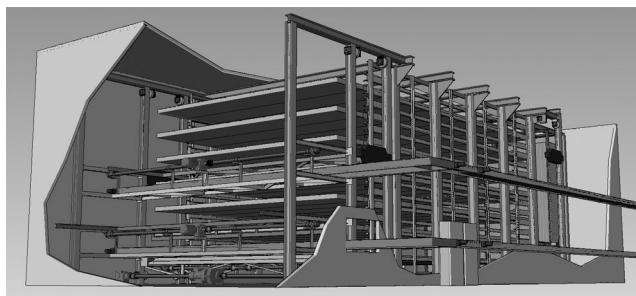


FIGURA 20. Túnel para cajas de bandejas

FUENTE: gentileza ALBACE.



CONSEJOS PARA EL CÁLCULO

TÚNEL DINÁMICO

Velocidad de faena	4500 pollos/h
Peso promedio	2,40 kg/pollo
Cantidad de faenas diarias	1 x 9 h (inicial)

Modalidad de operación de operación del túnel:

PROGRAMA DE CONGELADO/ENFRIAMIENTO

Fresco	70 % del total de la faena, desde +10 a -2 °C en 2 h de permanencia
Congelado	30 % del total de faena + 15 000 kg/día de trozados, desde +10 a -18 °C en 18 h

Demanda térmica p/ambiente (Dim: 25,00 x 11,80 x 7,20 m)

Por paredes: $530 \text{ m}^2 \times 10 \text{ kcal/h.m}^2 =$	5300 kcal/h
Por piso y techo: $2 \times 295 \text{ m}^2 \times 15 \text{ kcal/h.m}^2 =$	8900 kcal/h
Por forzadores: $12 \text{ forz} \times 13,5 \text{ HP/forz} \times 633 \text{ kca/h.HP} =$	<u>102 600 kcal/h</u>
Subtotal	116 800 kcal/h
Adicional p/otras cargas térmicas =	<u>X 1,10</u>
Subtotal p/ambiente del TCA	128 500 kcal/h

DEMANDA TÉRMICA P/PRODUCTO/s

- Fresco:	
$4500 \text{ p/h} \times 2,4 \text{ kg/p} \times 0,7 =$	7560 kg/h;
$7560 \text{ kg/h} \times (0,8 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 10 \cdot ^\circ\text{C} + 55 \text{ kcal/kg} \times 0,10 + 0,4 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 2 \cdot ^\circ\text{C}) =$	108 000 kcal/h
- Congelado:	
Entero: $4500 \text{ p/h} \times 2,4 \text{ kg/p} \times 0,3 = 3.240 \text{ kg/h};$	
$3240 \text{ kg/h} \times 9 \text{ h/día} (0,8 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 10 \cdot ^\circ\text{C} + 55 \text{ kcal/kg} + 0,4 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 18 \cdot ^\circ\text{C}) \% 18 \text{ h/día}$	114 000 kcal/h
Trozado: 15 000 kg/día	
$15 \text{ 000 kg/día} (0,8 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 10 \cdot ^\circ\text{C} + 55 \text{ kcal/kg} + 0,4 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 18 \cdot ^\circ\text{C}) \% 18 \text{ h/día} =$	58 500 kcal/h
Subtotal p/producto en túnel	280 500 kcal/h
DEMANDA TOTAL (ambiente + producto):	409 000 kcal/h

DEMANDA TOTAL

P/fresco: $7560 \text{ kg/h} \times 22 \text{ kcal/kg}$	166 000 kcal/h
P/congelado: $(3240 \text{ kg/h} \times 9 \text{ h/día} + 15 \text{ 000 kg/día}) \times 100 \text{ kcal/kg} \% 18 \text{ h/día}$	245 000 kcal/h
DEMANDA TOTAL (ambiente + producto)	411 000 kcal/h

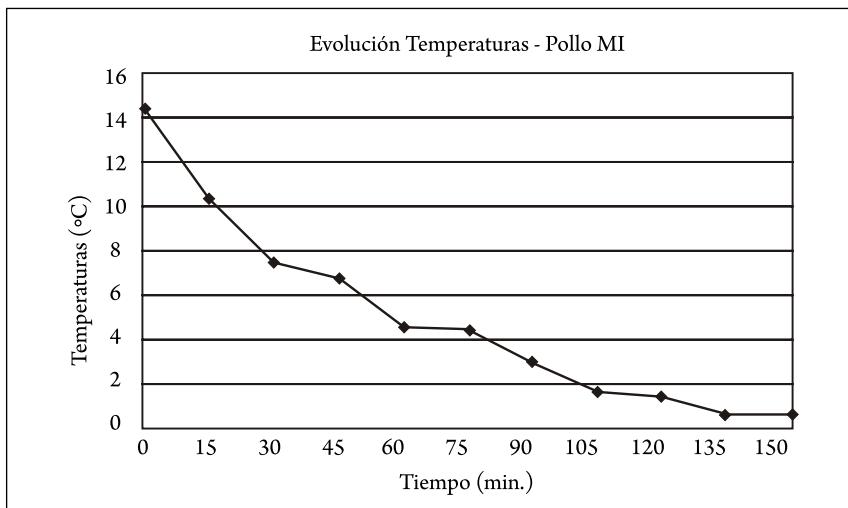


FIGURA 21. Evolución temperaturas de pollo entero en túnel dinámico para mercado interno (sin congelar)

FUENTE: elaboración propia.

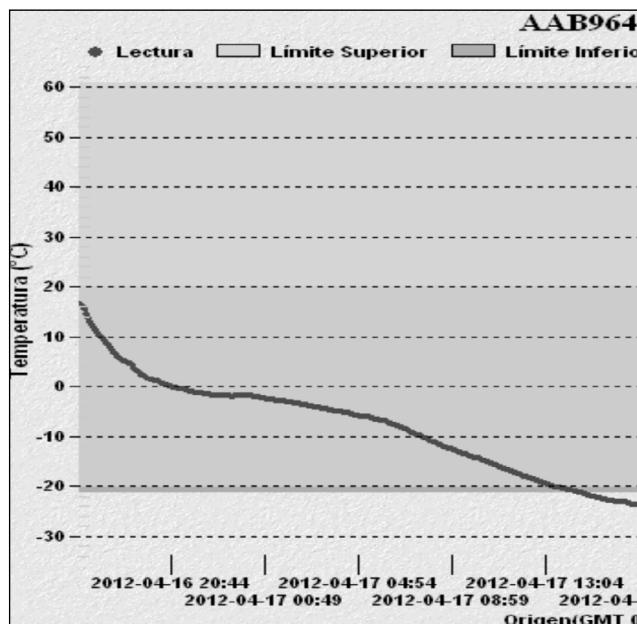


FIGURA 22. Gráfico evolución temperatura de pollo entero para exportación (congelado)

FUENTE: elaboración propia.

10. LIMPIEZA GENERAL DE LA PLANTA

Barrido y lavado de pisos interiores y exteriores. Lavado y desinfección de máquinas. Recolección de residuos domésticos. Limpieza de sanitarios. Limpieza de depósitos.

RESIDUOS SÓLIDOS

Se producen residuos sólidos provenientes del barrido de playas de carga y descarga, así, los que pudieran estar constituidos por restos de materia orgánica son derivados al almacenamiento de material para la elaboración de subproductos en planta externa.

Residuos sólidos asimilables a los domiciliarios

Los residuos sólidos generados en la actividad del empaque provienen, en su mayoría, de los materiales de embalaje (compuesto principalmente por cartón, plásticos, papeles, polietileno, sunchos, etc.).

En la oficina y en el comedor del personal se generan residuos del tipo de los sólidos urbanos, donde predomina el componente orgánico (restos de comida, etc.), papeles y envases.

Residuos especiales

Provenientes de los distintas etapas del control de plagas, desinfección, mantenimiento de equipos y aceites, y grasas minerales. Son recolectados, concentrados y retirados conforme a su naturaleza y con el fin de evitar la contaminación del ambiente.

Los residuos especiales comprenden:

a) Bidones plásticos, recipientes y bidones de agentes químicos vacíos, se los almacena en un lugar especialmente acondicionado y señalizado de acuerdo a normas de seguridad, ordenados según su contenido y estado, siendo posteriormente entregados para su reciclado o tratamiento y disposición final a empresas habilitadas. Están incluidos en este ítem los recipientes de insecticidas, fungicidas, bactericidas, desinfectantes, etc., cuyos envases, restos o residuos también deben ser dispuestos.

b) Aceites y lubricantes recuperados de equipos de la planta y material con restos de hidrocarburos. Este material colectado es dispuesto para su posterior uso como combustible alternativo para la caldera. El tanque colector debe estar ubicado lejos de las instalaciones de provisión de agua, sobre una superficie estanca, con colectora ante la posibilidad de derrames ocasionales, además de contar con los elementos anti-incendios correspondientes.

c) Cartones, papeles, trapos, elementos de protección personal usados, filtros y material contaminado con aceites y/o grasas (colectados en recipientes de plástico). Los mismos son acondicionados para su retiro en forma semestral por empresas habilitadas. Hilos, tubos fluorescentes rotos o quemados, baterías usadas, etc.: los mismos que son almacenados y derivados para su tratamiento por empresas habilitadas en forma semestral.

ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS AL PERSONAL

Comprende el funcionamiento de oficinas administrativas y el de un comedor, y sanitarios para el personal. Se generan residuos sólidos y efluentes líquidos.

Los residuos sólidos son asimilables a los domiciliarios y son dispuestos adecuadamente en el sitio que la municipalidad más cercana asigne para tal fin.

El mayor aporte en esta operación es el correspondiente al sistema de aseo del personal de planta.