

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Estudio Técnico-Financiero para el Desarrollo del Área de
Proceso Centralizado de Carne de Res de una Cadena de
Autoservicios”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentado por:

Miguel Angel Aguiar Gomez

Leonardo da Silva Saralegui

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

A mis familiares, amigos
y a todas las personas
que de algún modo
colaboraron para la
realización de este
proyecto de graduación,
y de manera especial a la
MSc. Priscila Castillo por
su gran ayuda.

Leonardo Da Silva

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido tener salud, perseverancia y fuerzas para conseguir mis metas y por haberme puesto a lado de las personas correctas que me apoyaron y me ayudaron a dar este paso muy importante en mi vida.

Miguel Aguiar

DEDICATORIA

A DIOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

Leonardo Da Silva

DEDICATORIA

A DIOS

A MI FAMILIA

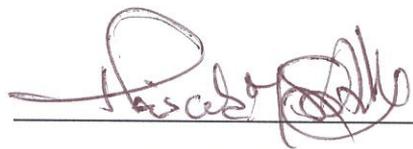
A MIS AMIGOS

Miguel Aguiar

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



MSc. Priscila Castillo S.
DIRECTORA DEL TFG



Msc. Ana María Costa V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Leonardo Da Silva Saralegui



Miguel Angel Aguiar Gomez

RESUMEN

En una cadena de autoservicios, en la actualidad se expende carne de res procesada en 25 de sus sucursales. La carne es procesada en cada una de las tiendas, generando problemas de estandarización de procesos, personal poco capacitado y/o especializado, personal con sobrecarga de funciones y poco eficiente, procesos con altos costos de producción, baja calidad del producto final deseado y control insuficiente.

Se propuso diseñar un área de proceso de carnes de res empacada y centralizar las operaciones de recepción, desposte y empacado que serían distribuidos en la cadena de expendio de alimentos. El objetivo fue disminuir los costos de producción de la carne de res empacada, y al mismo tiempo obtener un producto final con mejores características organolépticas y microbiológicamente seguro, procesado en una planta que cumpla con todas las normas de buenas prácticas de manufacturas establecidas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

Se hizo un análisis de la situación actual de la empresa donde se evaluaron factores como el manejo operacional, costos de producción, productividad, e

identificación de problemas y desperdicios de los recursos y se la comparó con el proceso de producción propuesto en la planta centralizada.

Se determinó que el proceso centralizado de carne de res es un 36,28 % menos costoso que el proceso en la situación actual. La merma del proceso de producción en la situación propuesta disminuye un 55,61 %.

La eficiencia de los procesos también mejora en la situación propuesta ya que con menos recursos se procesa más número de canales que en la situación actual, recursos como maquinaria y mano de obra principalmente, horas de trabajo del personal y capacidad de producción de la planta, esta última aumenta en un 150%, es decir que se puede procesar 25 canales por día frente a 10 canales que se procesaban en la situación actual.

Finalmente se realizó un análisis financiero donde se determinó que con una TIR del 30,84 %, es muy conveniente invertir en la implementación de la planta ya que el capital invertido en la implementación de la planta sería recuperado en un periodo de 2 años.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ABREVIATURAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Carne	3
1.1.1 Consideraciones Bioquímicas.....	3
1.1.2 Consideraciones Microbiológicas.....	10
1.2 Regulaciones en el Expendio de Carne Según Normas BPM.....	14
1.2.1 Infraestructura.....	15
1.2.2 Microbiológicas	19
1.2.3 Expendio	23

1.3	Empaques de Productos Cárnicos.....	25
1.4	Descripción del Problema	31
1.5	Objetivos Generales y Específicos	31
1.6	Metodología	33
CAPÍTULO 2		
2.	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN.....	35
2.1	Operaciones de Producción: Situación Actual	35
2.1.1	Descripción de Procesos	36
2.1.2	Costos de Producción.....	42
2.1.3	Identificación de Mermas	48
2.1.4	Eficiencia del Proceso.....	52
2.2	Operaciones de Producción: Situación Propuesta.....	54
2.2.1	Descripción del Proceso Propuesto	55
2.2.2	Identificación de Desperdicios	73
2.2.3	Eficiencia del Proceso.....	74

CAPÍTULO 3

3.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA DISEÑO PROPUESTO	75
3.1	Propiedades Térmicas del Producto a Bajas Temperaturas ..	76
3.2	Diseño de Cámaras Frigoríficas.....	81
3.2.1	Dimensiones del Equipo	82
3.2.2	Cálculo de la Carga Calórica	84
3.2.2.1	Carga Calórica del Producto	84
3.2.2.2	Carga Calórica de Otras Fuentes	87

CAPÍTULO 4

4.	LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	102
4.1	Selección y Evaluación de Equipos de Producción	103
4.2	Calculo de Subproductos y Mermas	109

CAPÍTULO 5

5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA	119
5.1	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	120
5.2	Valor Actual Neto (VAN)	123

CAPÍTULO 6

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
6.1	Conclusiones	129
6.2	Recomendaciones	131

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

n:	# De muestras tomadas
mi:	# Máximo de microorganismos permitidos para una sola muestra
M:	# Máximo de microorganismos permitidos para varias muestras
c:	# Máximo de muestras con carga máxima de microorganismos
ADN:	Ácido desoxirribonucleico
Aw:	Actividad de agua
H ₂ O:	Agua
A:	Área
BPM:	Buenas prácticas de manufactura
c/u:	Cada uno
Q:	Calor
C _p :	Calor específico
CRA:	Capacidad de retención de agua
ctvs.:	Centavos
cm:	Centímetros
CAC:	Codex alimentarius
K:	Coefficiente de conductividad térmica
μ:	Coefficiente de transferencia de calor
Δh:	Diferencia de entalpia
Δt:	Diferencial de tiempo
he:	Entalpia
E:	Entradas en unidades actual (Kg)
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral

°C:	Grados centígrados
g:	Gramos
h:	Hora
HP:	Horse power (caballos de fuerza)
HR:	Humedad relativa
INEN:	Instituto nacional ecuatoriano de normalización
Kcal:	Kilocalorías
Kg:	Kilogramos
KJ:	Kilojoules
Km:	Kilómetro
kW:	Kilowatts
ln:	Logaritmo natural
ma:	Masa
maf:	Masa final
ma ⁰ :	Masa inicial
MRL:	Maximum residue limits
M1:	Merma que resulta de hacer el proceso de despiece (Kg)
M2:	Merma que resulta por razones propias del producto (Kg)
MT:	Merma total (Kg)
m:	Metro
m ² :	Metro cuadrado
m ³ :	Metro cúbico
ml:	Mililitro
ml/g	Mililitro por gramo
MSP:	Ministerio de salud pública

min:	Minutos
NTE:	Norma técnica ecuatoriana
Nº:	Número
N:	Número de renovaciones de aire por hora
BOPP:	Polipropileno biorientado
%:	Por ciento
q:	Potencia calorífica aportado por las personas en watts
P:	Potencia de ventilador en watts
pH:	Potencial de hidrógeno
PVP:	Precio de venta al público
PLU:	Price look-up (consulta de precios)
R.O.:	Registro oficial
s:	Segundo
Suc:	Sucursal
TIR:	Tasa interna de retorno
tv:	Tiempo prendido de ventilador
tp:	Tiempo que permanecen las personas dentro de la cámara
ufc:	Unidades formadoras de colonias
VAN:	Valor actual neto
V:	Volumen de la cámara de refrigeración
W:	Watts

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de la metodología de desarrollo	34
Figura 2.1 Diagrama de proceso situación actual	41
Figura 2.2 Diagrama de proceso situación propuesta	64
Figura 4.1 Balance total con una corriente	110
Figura 4.2 Balance total con 2 corrientes	111
Figura 4.3 Balance de masa etapa almacenamiento	112
Figura 4.4 Balance de masa etapa de corte primario	113
Figura 4.5 Balance de masa etapa de limpieza	114
Figura 4.6 Balance de masa etapa corte de hueso	115
Figura 4.7 Balance de masa etapa corte secundario	116
Figura 4.8 Balance de masa etapa molino de carne	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Costo total de producción anual situación actual	54
Tabla 2	Indicadores microbiológicos de la carne de res	59
Tabla 3	Costo total de producción situación propuesta	72
Tabla 4	Costo de producción actual vs. propuestos	73
Tabla 5	Condiciones de funcionamiento de cámaras	83
Tabla 6	Volumen de producción proyectado en 5 años	125
Tabla 7	Volumen de producción y utilidad por año	127
Tabla 8	Flujo de caja en los primeros 5 años	127
Tabla 9	Valor actual neto situación propuesta	128

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del TFG abarca principalmente lo siguiente:

En el capítulo 1 se menciona las generalidades de la carne de res, se habla de las consideraciones bioquímicas y microbiológicas de esta, se citan las regulaciones en el expendio de carne según las normas BPM, se habla del empaque, descripción del problema, objetivos y metodología a utilizar para el desarrollo de este trabajo final de graduación.

En el capítulo 2 se realizará el desarrollo de técnicas que permitan optimizar los recursos de trabajo, con la finalidad de disminuir costos, optimizar la mano de obra, optimizar la logística de distribución de sus productos hacia los locales y aumentar su margen de utilidad.

Con estos antecedentes, en el capítulo 3 se realizará el diseño del sistema de refrigeración de la planta centralizada procesadora de carnes de res, analizando si es factible técnicamente implementarla y bajo qué condiciones debe de operar, estableciendo temperatura y tiempo adecuado de refrigeración en la etapa de almacenamiento y proceso.

En el capítulo 4 se seleccionará los equipos que optimicen el proceso de carne de res empacada en la planta centralizada, se mencionan las características que estos deben tener para cumplir con los volúmenes de producción establecidos. Se mostrará el balance de masa de toda la línea de producción propuesta para definir las cantidades de producto, subproducto y merma obtenidas después del proceso.

En el capítulo 5 se define si es factible económicamente instalar la planta centralizada de carnes de res, en que tiempo se estima recuperar el capital invertido y que tan rentable o no puede resultar el desarrollo de esta idea.

Finalmente en el capítulo 6 se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto propuesto.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Carne

1.1.1 Consideraciones Bioquímicas

Si bien es cierto uno de los factores determinantes de la calidad de la carne es el manejo previo al sacrificio del animal, el enfoque está en los procesos bioquímicos post-mortem.

Una vez que se sacrifica el animal, se interrumpe la oxigenación de la masa muscular del mismo, desencadenándose una serie de procesos que tienen especial significado para los productores de carnes, ya que influyen de manera decisiva en la calidad de esta. (Varnam; Sutherland, 1998).

La rigidez cadavérica o rigor mortis es el primer factor que se debe considerar ya que aparece una hora después de la muerte del animal y puede durar varias horas.

La refrigeración rápida es un punto de control crítico que determina la calidad microbiológica de la carne, sin embargo, puede llevar al acortamiento por frío y la dureza consiguiente. En general si se enfría la carne a una temperatura de 10°C antes de que el valor del pH descienda hasta aproximadamente 5,5 y comience el rigor, es probable el acortamiento por frío. La solución convencional es reducir la velocidad de enfriamiento, alcanzando un equilibrio entre los requerimientos contrarios de conseguir un enfriamiento rápido y evitar el acortamiento por frío. Este equilibrio puede ser difícil de conseguir y una alternativa es usar la estimulación eléctrica para acelerar el desarrollo del rigor y así permitir un enfriamiento rápido. (Varnam; Sutherland, 1998).

El control de la temperatura y la humedad constituye, consecuentemente, en la actualidad el método más importante de conservación de la carne para atenerse a las necesidades de los procedimientos o del comercio al por menor de los países industrialmente desarrollados del mundo y está siendo cada vez más empleado en las zonas urbanas,

particularmente por parte de hoteles, abastecedores de comidas e instituciones hospitalarias de los países en desarrollo. Por ejemplo, el aumento de las bacterias se reduce a la mitad con cada descenso de la temperatura de 10°C y prácticamente se detiene en el punto de congelación; es decir, la carne se conservará por lo menos el doble de tiempo a 0°C que la carne con un nivel análogo de contaminación, pero conservada a 7°C; o se conservará por lo menos cuatro veces más tiempo a 0°C que a 10°C. (Varnam; Sutherland, 1998).

De ello se deduce que, cuando la carne se conserva por enfriamiento, debe procederse al enfriamiento lo más rápidamente posible después de la matanza, independientemente de su destino final (consumo local o despacho a otros lugares). Debe conservarse también posteriormente la temperatura de enfriamiento hasta que se utilice, es decir, debe existir una cadena del frío ininterrumpida desde el matadero hasta el consumidor. Todo el desarrollo de la refrigeración ha tendido a la realización de este fin.

Si tras el sacrificio del animal la carne destinada al consumo no se deja reposar, el resultado es un producto duro y fibroso. Para que este alimento sea agradable al paladar, debe pasar un tiempo desde el sacrificio hasta el consumo. Se obtiene un

producto con un aspecto, sabor y dureza óptimos para el consumo.

La carne está formada, en gran parte, de músculo. Para que éste pueda consumirse, es necesario que tras el sacrificio del animal la canal se someta a un proceso de maduración. En el momento de la muerte, se interrumpe la circulación de la sangre en los músculos y se agotan las reservas de energía de las fibras musculares, un aspecto que provoca que éstas se endurezcan y sean más fibrosas. En estas condiciones, el consumo de la carne no es apropiado.

La conversión de músculo a carne pasa por dos fases distintas. La primera corresponde al denominado "rigor mortis", cuando el músculo llega a su punto máximo de dureza. En la segunda fase, conocida como "post-mortem", se registra un ablandamiento progresivo de la carne. Durante el almacenamiento, uno de los cambios más importantes es el aumento de ácido láctico en el músculo, un aspecto que se traduce en un descenso del pH. (Varnam; Sutherland, 1998).

Una carne está en el momento más oportuno de consumo cuando el valor de su pH ronda 5,5 (se llega a él transcurridas unas 24 horas después del sacrificio). Lejos de esta cifra se

considera que la calidad de la carne no es la deseada o que pueden detectarse problemas.

El estado de la carne pasa por tres fases distintas: cuando los músculos están vivos son firmes, durante la fase "rigor mortis" son muy firmes y rígidos y, por último, en el proceso de maduración pierden consistencia y se reblandecen. Si el proceso de maduración no se desarrolla de forma adecuada, los problemas asociados son:

- Carne fibrosa y pálida. Es el resultado de una mala aplicación de la temperatura, en este caso, por someter la pieza a una temperatura superior a la adecuada, lo que provoca un aumento del pH.
- Carne dura, oscura y seca. Es el resultado de varios factores, entre ellos, el estrés animal.

Alargar la etapa de maduración por encima del tiempo deseado se traduce en una alteración microbiana y de las características organolépticas de la carne.

Según la norma INEN 2 346, en la condición PSE (pálida, suave y exudativa) el pH baja bruscamente y se mantiene por

debajo de 5,5 debido a la transformación rápida de glucógeno en ácido láctico.

La condición PSE resulta de un alto nivel de desnaturalización de proteínas cárnicas. Esto puede ser consecuencia de dos fenómenos: rápida glucólisis postmortem que conduce a un pH muscular de aproximadamente 5,5 mientras la temperatura de la canal es todavía alta, o glucólisis postmortem que conduce a un valor de pH final anormalmente bajo de aproximadamente 4,8. La capacidad de retención de agua es mucho menor en el musculo PSE y la exudación significativamente mayor. (Varnam; Sutherland, 1998).

La carne de vacuno no presenta problemas PSE debido a la lenta velocidad de acidificación. Estas carnes se caracterizan por un aumento rápido de la concentración de ácido láctico, después del sacrificio, esto produce una rápida caída del pH muscular ($\text{pH} < 6.0$) a los 45 minutos, que afecta drásticamente la capacidad de retención de agua, el color, etc.

Según la norma INEN 2 346, en la condición DFD (oscura, dura y seca) el pH esta entre 5,8 y 6,5 debido a los bajos contenidos de glucógeno al momento del faenamiento; es más

más oscura, más dura y más sensible a la contaminación bacteriana.

Según algunos autores la carne DFD (Oscura, dura y seca (Dark, firm dry)) es la más apetecida por los procesadores de carnes por su alto pH, anormal (6,3-7.0) debido a la ausencia de glucógeno causado por el agotamiento antes del sacrificio del animal, que hace imposible la fermentación anaeróbica en la que se produce poco ácido láctico y el pH final de 6.8 promedio. A este pH, las proteínas tienen capacidad de retención de agua muy elevada y la carne se presenta seca, dura y de color oscuro. La capacidad alta de retención de agua a causa de su elevado pH hace que la carne DFD sea susceptible al deterioro microbiano.

Causas:

La apariencia DFD requiere solamente que los cerdos hayan agotado su energía de reserva en los músculos, así pues, los métodos de transporte, carga, descarga, tiempo de ayuno, tipo de aturdimiento, influyen notablemente en este fenómeno.

Para amortiguar la presencia de carnes de DFD deben evitarse condiciones ambientales extremas.

En el ganado bovino, el resultado del estrés se refleja en algunas de las características de calidad de la carne. Cuando el animal ha sufrido estrés severo y agotamiento antes de ser sacrificado, el almacenamiento de glucógeno (la principal fuente de energía) en sus músculos está agotado, causando un incremento en el pH de la carne. Esto se refleja en un color oscuro de la carne en algunas canales, lo que se conoce como carnes DFD (oscuras, firmes y secas).

1.1.2 Consideraciones Microbiológicas

Microorganismos patógenos

El estudio del contenido nutricional de la carne, por su alta fuente de proteína y su alto grado de consumo en el país o el mundo entero ha motivado a estudiar los diferentes métodos de conservación del alimento.

Así mismo la forma como se desintegra y se degrada por microorganismos patógenos, perdiendo así su valor proteico o nutricional, y pasando a ser materia totalmente degradada.

Por lo general los microorganismos disminuyen el valor proteico de las carnes, deteriorándolas totalmente y causando olores desagradables, por lo general los microorganismos se

valen de tres factores para atacar como son, la humedad, temperatura y pH. (M.D. Ranken, 2003).

Se admite que la masa interna de la carne no contiene microorganismos o estos son escasos, habiéndose, no obstante, encontrado gérmenes en los ganglios linfáticos, médula ósea e incluso en el mismo músculo. En los ganglios linfáticos de los animales de carnes rojas se han aislado estafilococos, estreptococos, Clostridium y Salmonella. Las prácticas comunes en los mataderos eliminan los ganglios linfáticos de las partes comestibles. Sin embargo, la contaminación más importante es de origen externo y se produce durante la sangría, desuello y cuarteado, los microorganismos proceden principalmente de las partes externas del animal (piel, pezuña y pelo) y del tracto intestinal. Los métodos "humanitarios" de sacrificio recientemente aprobados, ya sean mecánicos, químicos o eléctricos, dan lugar, por sí mismo, a escasa contaminación, pero la incisión y la sangría que se efectúan a continuación puede determinar una contaminación importante. (M.D. Ranken, 2003).

Los microbios crecen fácilmente en la carne. En cuanto el número de microbios aumenta, aparecen a su vez los siguientes efectos:

- Color castaño o gris en la carne no cosida (especialmente hamburguesas, embutidos frescos).
- Olores como consecuencias de las alteraciones provocadas por los microorganismos.
- Crecimiento de hongos, levaduras, etcétera. Es decir presencia visible de los microbios.

El crecimiento microbiano es la principal causa de alteración. La vida de almacenamiento de la mayor parte de las carnes y productos cárnicos es el tiempo que necesitan los microbios para crecer en cantidad suficiente y provocar cambios de coloración, olores desagradables, etcétera. (Existen otras causas de alteración pero esta es la más común). (M.D. Ranken, 2003).

Aerobios mesófilos son aquellos microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una zona óptima entre 30°C y 40°C. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 1529- 5,2006)

Escherichia coli (E. coli) O157:H7 es una cepa rara que puede ser encontrada en la carne de res, y puede producir grandes

cantidades de una toxina potente que se forma y causa daños severos en las paredes de los intestinos. *E. coli* puede producir colitis hemorrágica, la cual se caracteriza por ser diarrea con sangre.

La bacteria se puede destruir fácilmente a través de la cocción del alimento por el tiempo adecuado.

Salmonella puede encontrarse en el tracto intestinal del ganado, aves, perros, gatos y otros animales de sangre caliente. Existen alrededor de 2,000 especies de *Salmonella*. El congelar no mata los microorganismos, pero estos son destruidos al cocinar completamente.

Staphylococcus aureus puede estar presente en las manos, pasajes nasales y en la garganta. Muchos de los brotes de enfermedades transmitidos por alimentos resultan por la contaminación de los que manejan los alimentos y por la producción de una toxina resistente al calor en el alimento. El manejo de los alimentos de forma inocua, la cocción adecuada y la refrigeración deben prevenir las enfermedades transmitidas por estafilococos.

Los Clostridium Sulfito Reductores son aquellas bacterias de morfología bacilar G+, anaerobias estrictas, capaces de formar esporas con capacidad de reducir el sulfito sulfuro.

Si se evidencian simultáneamente Coliformes y Clostridium es evidente el origen fecal de la contaminación. Si solo se detectaran Clostridium indicaría una contaminación remota.

Todas estas bacterias pueden ser evitadas por un manejo adecuado y una cocción completa. Las carnes de res deben ser cocinadas adecuadamente para matar cualquier bacteria que pueda estar presente.

1.2 Regulaciones en el Expendio de Carne Según Normas BPM

El Ministerio de Salud Pública a través de la Dirección Nacional de Vigilancia y Control Sanitario, informa que de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura las empresas procesadoras de alimentos deben certificarse.

Con la finalidad de que éste proceso se realice de manera ordenada y a tiempo, el MSP con la participación del Comité de la Calidad emitió el Acuerdo Ministerial de Plazos de Cumplimiento Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos (Registro Oficial 839 del 27 de Noviembre del 2012), en el mismo se establece una clasificación

a las Empresas por “tipo de riesgo: a, b y c” y el tiempo de cumplimiento al cual la empresa deberá ajustarse.

Se recuerda que la pequeña industria y mediana Industria está categorizada como tipo A la cual tiene plazo para certificación en BPM hasta Noviembre del 2013. A partir de ésta fecha, el Certificado de Operaciones sobre la utilización de Buenas Prácticas de Manufactura pasa a ser un requisito obligatorio para la obtención del permiso de funcionamiento.

1.2.1 Infraestructura

De las condiciones mínimas básicas

Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y construidos en armonía con la naturaleza de las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento, de manera que puedan cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Que el riesgo de contaminación y alteración sea mínimo;
- b. Que el diseño y distribución de las áreas permita un mantenimiento, limpieza y desinfección apropiada que minimice las contaminaciones.

- c. Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar; y

Que facilite un control efectivo de plagas y dificulte el acceso y refugio de las mismas. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

De la localización

Los establecimientos donde se procesen, envasen y/o distribuyan alimentos serán responsables que su funcionamiento esté protegido de focos de insalubridad que representen riesgos de contaminación. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

Diseño y construcción

La edificación debe diseñarse y construirse de manera que:

- a. Ofrezca protección contra polvo, materias extrañas, insectos, roedores, aves y otros elementos del ambiente exterior y que mantenga las condiciones sanitarias;

- b. La construcción sea sólida y disponga de espacio suficiente para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos así como para el movimiento del personal y el traslado de materiales o alimentos;
- c. Brinde facilidades para la higiene personal; y,
- d. Las áreas internas de producción se deben dividir en zonas según el nivel de higiene que requieran y dependiendo de los riesgos de contaminación de los alimentos.

De los equipos y utensilios

La selección, fabricación e instalación de los equipos deben ser acorde a las operaciones a realizar y al tipo de alimento a producir. El equipo comprende las máquinas utilizadas para la fabricación, llenado o envasado, acondicionamiento, almacenamiento, control, emisión y transporte de materias primas y alimentos terminados.

Las especificaciones técnicas dependerán de las necesidades de producción y cumplirán los siguientes requisitos:

1. Construidos con materiales tales que sus superficies de contacto no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores,

ni reaccionen con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación.

2. Debe evitarse el uso de madera y otros materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, a menos que se tenga la certeza de que su empleo no será una fuente de contaminación indeseable y no represente un riesgo físico.
3. Sus características técnicas deben ofrecer facilidades para la limpieza, desinfección e inspección y deben contar con dispositivos para impedir la contaminación del producto por lubricantes, refrigerantes, sellantes u otras sustancias que se requieran para su funcionamiento.
4. Cuando se requiera la lubricación de algún equipo o instrumento que por razones tecnológicas esté ubicado sobre las líneas de producción, se debe utilizar sustancias permitidas (lubricantes de grado alimenticio).
5. Todas las superficies en contacto directo con el alimento no deben ser recubiertas con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

6. Las superficies exteriores de los equipos deben ser construidas de manera que faciliten su limpieza.
7. Las tuberías empleadas para la conducción de materias primas y alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza. Las tuberías fijas se limpiarán y desinfectarán por recirculación de sustancias previstas para este fin.
8. Los equipos se instalarán en forma tal que permitan el flujo continuo y racional del material y del personal, minimizando la posibilidad de confusión y contaminación.
9. Todo el equipo y utensilios que puedan entrar en contacto con los alimentos deben ser de materiales que resistan la corrosión y las repetidas operaciones de limpieza y desinfección. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

1.2.2 Microbiológicas

Los animales que ingresan a las plantas de faenamiento deben tener la guía de movilización y comprobar su estado de salud con los Registros (historias) de salud, cumplir con el

Reglamento de Buenas Prácticas Pecuarias; la alimentación de estos animales no debe incluir a nutrientes provenientes de rumiantes y el transporte desde los centros de producción debe hacerse en condiciones que aseguren el bienestar animal.

Se debe verificar el estado de salud de todos los animales que ingresan a la planta de faenamiento (matadero); la verificación se la debe realizar en base de los documentos, registros veterinarios y/o zootécnicos de los centros de producción (fincas de crianza) y a la inspección veterinaria en pie (inspección ante mortem).

Antes de ser sometidos a faenamiento el animal debe haber permanecido en reposo (el tiempo de reposo depende de la especie animal) para eliminar el mayor contenido fecal.

Las operaciones y prácticas de manipulación, matanza, faenamiento, elaboración posterior y distribución deben garantizar la aplicación del Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

El faenamiento debe realizarse en establecimientos destinados para esos efectos, que cuenten con la infraestructura necesaria para evitar la contaminación de la carne y que cumplan con las disposiciones de la ley de mataderos.

Las canales y las menudencias antes de salir de las plantas de faenamiento deben pasar la inspección post mortem, para ser declarados aptos para consumo humano.

La carne y las menudencias comestibles deben mantenerse bajo cadena de frío desde la planta de faenamiento hasta su expendio.

A más de estas disposiciones, la carne y las menudencias comestibles, deben cumplir con todas las otras estipuladas en la Leyes nacionales que se apliquen (Ley de Mataderos y su Reglamento, Ley Orgánica de la Salud y su Reglamento).

Al examen organoléptico, la carne y las menudencias comestibles deben tener color, consistencia, olores propios y características del producto.

No deben contener residuos de plaguicidas en cantidades superiores a las permitidas en el Codex Alimentarius (CAC/MRL 1-2001).

No deben contener residuos de medicamentos veterinarios en cantidades superiores a las permitidas en el Codex Alimentarius (CAC/MRL 2-2008).

La carne y las menudencias comestibles deben mantenerse en refrigeración o congelación durante su transporte, almacenamiento y expendio.

Sólo se podrá comercializar la carne y las menudencias comestibles que hayan sido aprobadas como aptas para consumo humano en el examen post mortem y de calidad.

El pH de la carne debe estar en rangos de $> 5,5$ y $\leq 7,0$ (ver NTE INEN 783).

Muestreo

El muestreo a nivel de plantas de faenamiento (mataderos) debe realizarse en las canales, con el método de hisopado, en un área mínima de 100 cm^2 , en tres puntos. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

El muestreo a nivel de expendio se debe realizar de acuerdo con las NTE INEN 776, NTE INEN 1 529-2 y NTE INEN -ISO 2859-1.

Criterios de aceptación y rechazo

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se rechazará el lote.

1.2.3 Expendio

Características físicas e higiénico sanitarias

Los lugares destinados al almacenamiento y expendio de alimentos deberán cumplir con condiciones físicas, higiénico-sanitarias que permiten mantener la calidad de los productos, dispondrán de adecuada ventilación e iluminación y condiciones óptimas de temperatura y humedad, de acuerdo a la naturaleza del producto. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

Condiciones para el personal

El personal que labora en este tipo de establecimientos, debe poseer el certificado de salud, buenos hábitos higiénicos, provisto de ropa adecuada como: delantales u overoles, botas

y gorro. No debe presentar afecciones cutáneas, heridas infectadas o enfermedades infectocontagiosas.

Equipos y utensilios

Los equipos y utensilios de los expendios de alimentos, deben mantenerse en buenas condiciones higiénicas, sanitarias y de mantenimiento. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

Embalaje

El embalaje de los alimentos procesados debe ser adecuado a su función, resistir a la acción de los agentes externos derivados de la manipulación y transporte y garantizar la conservación del producto.

Del rotulado

Régimen legal

El rotulado de los productos alimenticios procesados, se registrará por lo establecido en leyes, reglamentos y normas vigentes. (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O. No. 696 de 4 de Noviembre del 2002).

1.3 Empaques de Productos Cárnicos

El empaquetado de la carne y de los productos cárnicos consiste en la protección de estos alimentos mediante envolturas constituidas por distintos materiales. Las funciones que debe y puede cumplir una envoltura respecto al producto son tales que, en condiciones “óptimas”, permita identificar el contenido, como igualmente reconocer sus propiedades y particularidades. Además se pueden utilizar para la obtención de paquetes adecuados para la venta de autoservicios, preservación higiénica, conservación y perfeccionamiento de la calidad, aptitud óptima para el almacenamiento, con todas sus consecuencias económicas. (G. Effenberger; K Schotte, 1972).

Envase de la carne fresca para los establecimientos de autoservicios

La venta de la carne fresca en porciones en estos establecimientos se caracteriza por el hecho de que el cliente elige por sí mismo la mercancía. Esta forma le permite realizar sus compras con rapidez y sin estorbos, pues actúa sin ser influenciado por nadie.

El envase de la carne fresca en porciones para la venta en autoservicios ha sido posibles gracias a haber logrado la industria la

fabricación de envolturas especiales que responden a las exigencias de un producto tan "difícil" como es el de referencia.

Comoquiera que la capacidad de conservación de la carne fresca es limitada, aunque se elija la envoltura más apropiada en cada caso, es preciso tener en cuenta los criterios siguientes:

- Empleo de carne de escaso contenido microbiano.
- Atención de la higiene durante el despiece.
- Utilización de recipientes adecuados a la venta.
- Elección de envolturas que reúnan condiciones óptimas.
- Determinación del método más económico.
- Observación de la temperatura óptima de almacenamiento.

Envases para la venta

La carne fresca ofrece poca consistencia y de ahí la necesidad de protegerla en envases apropiados, conocidos a menudo también con el nombre de "tray". Estos recipientes cumplen varias funciones, además de servir de protección, simplifican el proceso del envase, permitiendo el empleo de maquinaria al efecto. Algunos tipos de envases poseen además la propiedad de absorber el jugo que desprenda eventualmente la carne. Su utilización lleva consigo

también la posibilidad de apilarlos, aunque en la práctica es preciso tener en cuenta que esto debe hacerse solamente de modo que la carne no sufra ninguna compresión, pues, en caso contrario se produciría una exudación excesiva.

Envolturas de material de plástico

La carne fresca en porciones se vende al consumidor cuando ostenta el color rojo claro o rojo ladrillo. Este color se conserva poco tiempo y es particularmente acusado en la carne de vaca. Su origen radica en la conversión de la mioglobina en oximioglobina por admisión del oxígeno. Esta reacción depende de la concentración de oxígeno y además de la temperatura, pues la formación de oximioglobina requiere calor (reacción endotérmica). Por eso es más lenta a bajas temperaturas. De todo ello se deriva los requisitos que deben reunir los plásticos destinados a envolver carne fresca en porciones.

Escasa permeabilidad al vapor de agua

La gran superficie que ofrece la carne dividida en porciones y el incremento resultante de la tensión parcial del vapor de agua, exigen que los plásticos sean poco permeables a este para evitar mermas de peso.

Escasa permeabilidad a los aromas

Como quiera que la carne fresca y especialmente la grasa tome los aromas extraños, las envolturas de plástico mostrarán una escasa permeabilidad para ellos. Además no deben permitir la penetración de la grasa.

Resistencia mecánica

Las hojas de material plástico deben poseer suficiente resistencia mecánica a las temperaturas de almacenamiento y preparación, de manera que no se originen deterioros en lo posible.

Pobreza microbiana

Las envolturas utilizadas tendrán un contenido microbiano escaso.

Son plásticos adecuados para la carne fresca dividida en porciones los siguientes:

Hojas delgadas de polietileno: Son muy permeables al oxígeno y poco al vapor de agua. Están provistas de capas superficiales hidrófilas que absorben el vapor de agua condensado. Estas hojas son contráctiles. El empleo de polímeros mixtos y de copolímeros permite mejorar aún más estas propiedades.

Celofán con un barniz especial: El celofán barnizado, poco permeable al vapor de agua, representa una envoltura apropiada para la carne fresca. Su permeabilidad es alta para el oxígeno y baja para el vapor de agua. Apto para soldaduras. La cara no barnizada es la que debe contactar con la carne.

Hojas delgadas de PVC flexibles: Se fabrican tanto del tipo dilatante como del contráctil. Poseen el grado necesario de permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua y son de capas superficiales hidrófilas. Cuando se empleen estos plásticos para envolver carne fresca de gran contenido graso hay que cuidar de que respondan a los requisitos provistos en la ley de productos alimenticios y que así mismo cumplan con las recomendaciones de la comisión correspondiente del Ministerio Federal de la Salud. (G. Effenberger; K. Schotte, 1972).

Bandeja de poliestireno expandido

Estas bandejas son ideales para conservar la calidad de la carne de res, el material del que están fabricadas presenta las siguientes características:

- Resistente a bajas y altas temperaturas, rango comprendido entre -18°C y 80°C .

- Muy buena estabilidad térmica, conserva la temperatura en el interior del envase.
- Buena resistencia al impacto.
- Medida de 20,5 x 26 x 3,81cm
- Volumen (m³): 0,24
- Reciclable
- Inerte

Las condiciones óptimas para el almacenamiento de las bandejas están reunidas en un lugar seco y con temperaturas no superiores a los 40°C.

Para sellar la bandeja se adhiere una lámina de papel film PVC altamente resistente para el empaque de carnes, empaque de pollos o de otros alimentos congelados. Ofrece óptima protección para el empaque de productos con bordes puntiagudos tales como carnes congeladas con hueso y comida de mar. Mantiene su adherencia e impiden la entrada de bacterias. La transparencia y brillo de la película Darnel Wrap realza la presentación de cualquier producto. La medida de este film es de 45,72cmx1500mts.

1.4 Descripción del Problema

En la actualidad, el control de calidad del procesamiento de carne de res en la cadena de autoservicios es ineficiente. La causa de este problema es la ausencia de procesos estandarizados desde la etapa de recepción hasta la etapa de exhibición del producto terminado. El índice de merma actual es 8,91 % del peso recibido.

En las perchas de la cadena de autoservicios, se exhibe un producto cuya presentación difiere de un local a otro en: color, textura, olor, fluidos en el interior y exterior del empaque, y diferencia de precios.

La propuesta ante este problema consiste en centralizar toda las operaciones de producción en una sola área de proceso para que funcione como un centro de distribución, con el fin de dar solución a la problemática actual. Esto dará como resultado una evolución en los márgenes de ganancia, y un ahorro por la disminución de mermas, entre otros factores, al poco tiempo de que entre en funcionamiento.

1.5 Objetivos Generales y Específicos

Generales

1. Disminuir los costos de producción en la planta centralizada de carne de res y compararlos con los costos de producción actual.

2. Mejorar las características organolépticas y presentación del producto final obtenido en la planta centralizada.

Específicos

1. Comparar los costos de producción actual con los costos de producción propuestos y determinar cuál o cuáles serían los rubros con mayor porcentaje de ahorro en cada una de las situaciones.
2. Diseñar un área de proceso que cuente con los equipos necesarios para procesar hasta 25 canales por día, que sea técnicamente factible su implementación, que cumpla con las cláusulas que exige el decreto No. 3253 del Ministerio de Salud Pública.
3. Determinar los porcentajes de merma, producto y subproductos que se obtienen del proceso propuesto.
4. Convertir la merma en subproductos y al mismo tiempo aumentar la rentabilidad en el proceso de producción propuesto.
5. Definir cuáles son las condiciones de temperatura, tiempo y humedad relativa más adecuadas para procesar la canal y obtener un producto de excelente calidad final.

6. Definir la potencia del compresor de los equipos de refrigeración para alcanzar las temperaturas deseadas en el tiempo requerido.
7. Proponer una nueva opción de empaque que facilite la distribución y comercialización del producto.
8. Definir la factibilidad financiera del proyecto.
9. Mejorar las condiciones de compra con el proveedor por entrega centralizada de las canales.

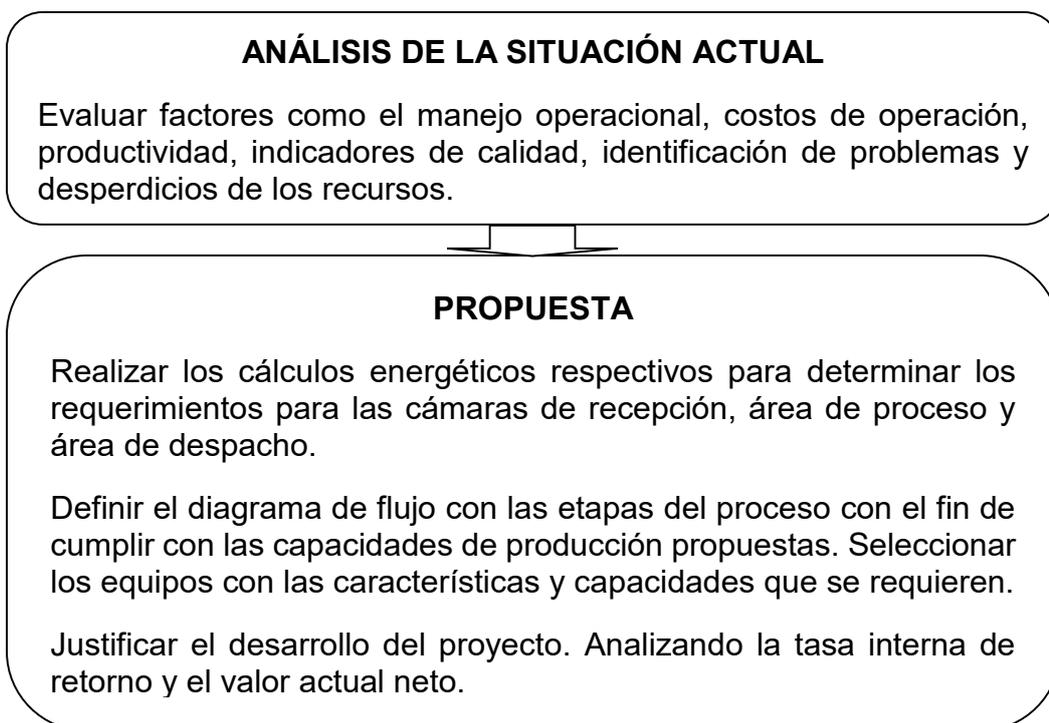
1.6 Metodología

Para llevar a cabo el diseño de la línea de procesamiento centralizada, inicialmente se hace un análisis de la situación actual de la empresa donde se evalúa factores como el manejo operacional, costos de operación, productividad, indicadores de calidad como microbiológicos, bioquímicos y físicos, e identificación de problemas, desperdicios de los recursos y eficiencia del proceso.

Se realiza los cálculos energéticos respectivos para determinar los requerimientos para las cámaras de recepción y producto final para el proceso propuesto. Se establece el diseño de la línea de procesos propuesto, donde se define el diagrama de flujo que describe las etapas para el desarrollo del producto con el fin de cumplir con las capacidades de producción propuestas. Luego se hace un balance

de la línea que proporcionará la información necesaria para la selección adecuada de equipos, número de empleados y de estaciones que deben ir en la línea. Finalmente se hace un estudio de factibilidad financiera donde se justifica el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra el diagrama de la metodología a utilizarse:



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 1.1 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO

CAPÍTULO 2

2. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

2.1 Operaciones de Producción: Situación Actual

Se establece una diferencia entre la operación actual y la operación propuesta. Esta base permite analizar la situación para extraer las ventajas y desventajas en cada etapa del proceso y poder tomar la decisión de mejora y así mismo identificar los indicadores adecuados que medirán las mejoras en los cambios propuestos.

En la actualidad la empresa lleva a cabo un proceso descentralizado, en este caso recibe de uno a tres proveedores localmente. Las operaciones de producción de elaboración de carne de res empacada, se realizan en el interior de cada local en áreas de proceso que tienen distintas dimensiones. El promedio de estas áreas es de 20 metros cuadrados para el área de procesos, 9 metros

cuadrados para la cámara de refrigeración y 9 cuadrados metros para la cámara de congelación.

Esta situación conlleva a que no se puede tener un control estándar de calidad, ya que depende de criterios diferenciados, y del nivel de capacitación del personal. Por lo tanto, es complicado lograr que el cliente confíe en que puede encontrar todo el tiempo la variedad de cortes esperada y el mismo precio en cualquier local.

Al mismo tiempo esto genera más gastos en capacitación, riesgos por no contar con una cartera selecta de proveedores evaluados, y numerosas transacciones contables en la matriz debido a la liquidación de facturas en cada punto.

El alcance es muy limitado ya que no todos los locales cuentan con áreas de proceso completas. Así también, no todos cuentan con el mismo número de cámaras de refrigeración.

2.1.1 Descripción de Procesos

Pedido

Actualmente se realiza de la siguiente manera:

1. Se contacta al proveedor telefónicamente.

2. Se realiza el pedido con 72 horas previo al agotamiento del producto.
3. Se establece la fecha y hora de entrega.
4. El pedido se realiza por unidades llamadas “canales”.

No se realiza ningún otro tipo de acuerdo entre cliente proveedor.

Recepción

1. Se recibe al proveedor en un horario previamente establecido.
2. La canal ingresa con una temperatura de 35 a 40°C.

Pesado

1. Se anota el peso que indica la balanza, y se etiqueta la pieza anotando información como: fecha de recepción, número de pieza, proveedor, número de certificado veterinario, número de certificado del camal.

Almacenamiento

1. Las canales ingresan a la cámara de refrigeración que debe de estar a una temperatura de 2 a 4°C.

2. Las canales permanecen almacenadas en la cámara de refrigeración de 48 a 72 horas generando una pérdida del 1,5 % de peso en agua, a esto se le llama merma 2. La sucursal realiza el pedido para mantener un stock por el tiempo mencionado.

Corte primario

El desposte de la canal en piezas más pequeñas lo realiza una persona encargada de turno, lo hace de la siguiente manera:

1. Se realiza el corte primario, que consiste en separar los músculos más grandes de la canal.
2. En esta etapa del proceso se obtiene una pérdida del 0,10 % en agua (merma 2).
3. La estructura ósea resultante de esta etapa del proceso (hueso carnudo), ingresa a la etapa de la cortadora de hueso. Esto representa el 27 % del peso de la canal.
4. Una vez realizado el corte de hueso en la sierra, se obtiene una pérdida de peso del 0,5 % en aserrín, a esto se le denomina merma 3.

Limpieza

1. Se procede a realizar una limpieza del corte extraído, eliminando excesos de grasas y tejidos generando una merma del 10 %, a esto se le denomina merma 1.
2. Una vez realizada la limpieza de los cortes, el 8,41 % de la carne es destinada a la producción de carne molida. A esto se le denomina subproducto 1.

Corte secundario

3. Se realizan los cortes más pequeños llamados también secundarios.
4. Una vez realizado el corte secundario, el 2 % de la carne es destinada a la producción de carne molida. A esto se le denomina subproducto 1.
5. Los cortes están listos para ser empacados. Se muestra el peso de cada corte. (Ver Anexo A).

Empacado

Se procede a poner los cortes de carne en los empaques. Todo el proceso de empacado es realizado manualmente. Se utiliza bandejas de poliestireno, para en lo posterior envolverla

con stretch film auto adherente, las características del empaque son:

1. Dimensiones de 15 cm ancho por 21 cm largo por 3 cm alto.
2. Capacidad de 250 gramos.
3. Color blanco.

Pesado y etiquetado

Se pesa y se etiquetan los empaques previa programación de la balanza con los nombres y precios por Kg de cada uno.

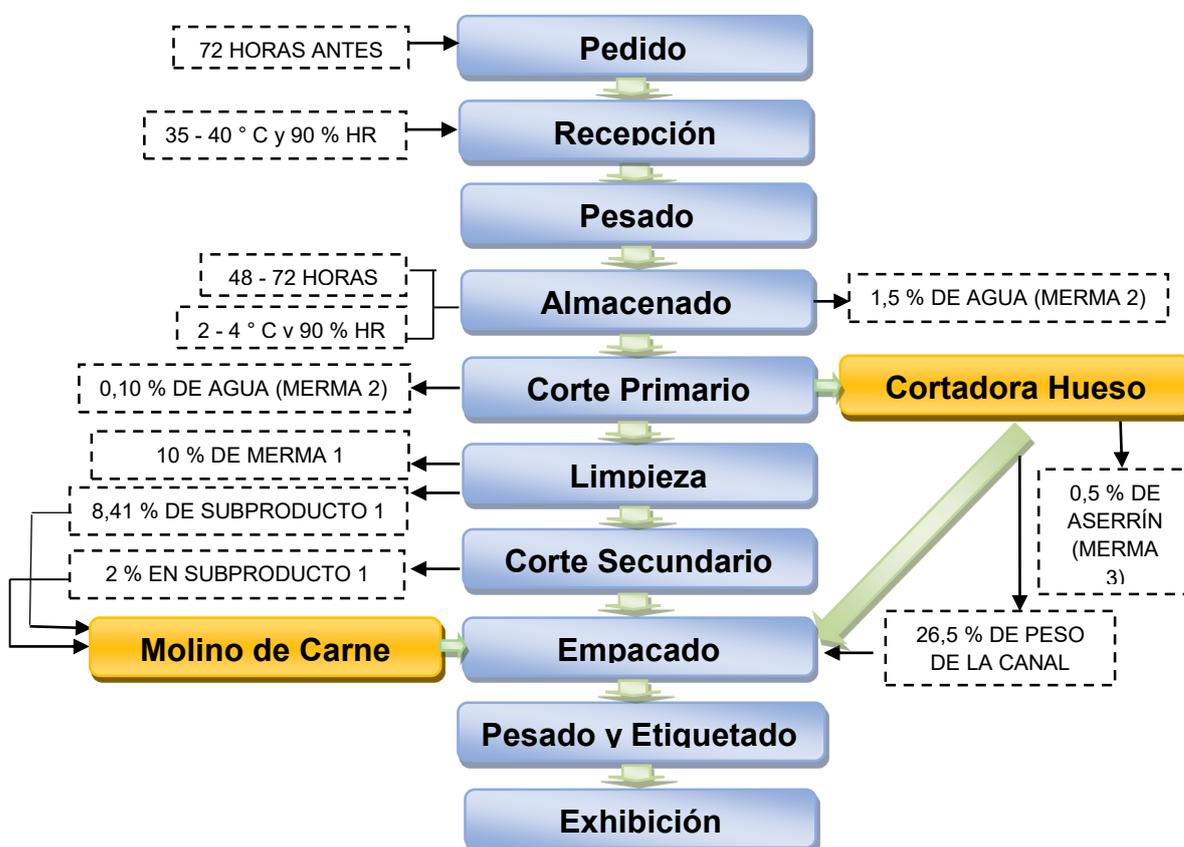
La información que contiene esta etiqueta es:

1. Nombre del corte
2. Peso en Kg
3. Precio por Kg
4. Código de barra
5. Precio total
6. Fecha de empaque
7. Fecha de caducidad

Exhibición

La exhibición se realiza en equipo de frío y se mantiene en percha hasta la venta al consumidor o hasta que sea necesario realizar una nueva limpieza y reempacado del producto.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso actual:



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014)

FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE PROCESO SITUACIÓN ACTUAL

2.1.2 Costos de Producción

El costo de producción comprende el valor de los recursos utilizados en la elaboración o creación de un producto durante un periodo determinado, generalmente un año.

El costo de fabricación tiene dos grandes componentes: El costo directo y costo indirecto de fabricación. El primero se refiere a aquellos rubros que se incorporan al producto terminado, tales como, las materias primas y la mano de obra directa. El segundo se refiere a aquellos rubros indispensables para la fabricación pero, que no forman parte inherente al mismo, como por ejemplo, los lubricantes, repuestos, sueldos de supervisores de turno, energía eléctrica, etc.

Costo directo de fabricación:

- Materias primas.
- Manos de obra directa.

Costo indirecto de fabricación:

- Suministros.
- Depreciación.
- Reparación y mantenimiento.

Volúmenes de producción

Para determinar el volumen de producción en la situación actual, se recopila información de la demanda por día, semana, mes y año en las 25 sucursales en donde se comercializa actualmente carne de res empacada, se muestra que el volumen de producción anual de canales es de 3.024 canales, 252 al mes, 60 a la semana y 10 canales al día en la situación actual. (Ver Anexo B).

Materias primas

Comprende todos los componentes del producto que se incorporan al mismo en su presentación final, incluyéndose aquí los materiales directos: envases y etiquetas. Para su cálculo se debe indicar la cantidad necesaria según el balance de materiales correspondientes y valor, conociendo previamente el programa de producción y las relaciones técnicas del proceso.

Teniendo conocimiento del volumen de producción, se define la cantidad total de empaques que se utiliza en este proceso, se realiza una prueba con un envase estándar cuya capacidad de almacenamiento es de 250 gramos, para luego definir la cantidad total de empaques que se necesitan para 1 canal. Se

necesitan 464 bandejas para empacar 1 canal procesada. (Ver Anexo C).

Mano de obra directa

Se refiere al personal de trabajadores involucrados directamente en la fabricación del producto, es decir en la conversión de las materias primas, en productos terminados como operarios de maquinarias, controladores de equipos electrónicos y otros. En la estimación de este rubro se necesita saber el valor de salarios, además de los recargos por prestaciones sociales que hay que añadir. Las prestaciones pueden ser las que establece la ley así como los que pueda otorgar individualmente cada empresa a sus trabajadores.

Se realiza un trabajo de investigación para determinar el número de trabajadores en cada sucursal dedicados al proceso de elaboración de carne empacada, donde se obtiene que se cuentan con 3 empleados en la línea de procesamiento de carne, teniendo un total de 75 empleados trabajando entre todas las áreas de proceso.

Para la recarga de los sobre tiempos, serán consideradas las horas que se trabaje después que el empleado haya cumplido con sus 8 horas de trabajo por ley. Para el día domingo se hará

jornadas de 12 horas por el incremento del volumen de ventas y se hará una recarga del 50 % para el pago de las horas suplementarias. Todo el personal gana el sueldo básico más beneficios por ley.

El día domingo 25 empleados trabajan 4 horas de sobretiempo cada uno, este dato se considera para el cálculo de las horas extras del personal.

Beneficios por ley

Dentro de este rubro se encuentran los beneficios del empleado por ley, que son el décimo tercero y décimo cuarto sueldo. El periodo de cálculo del décimo tercer sueldo está comprendido desde el 1 de diciembre del año anterior al 30 de noviembre del año en curso.

Los trabajadores que han laborado por un tiempo inferior al período de cálculo o que se desvinculan del empleador antes de la fecha de pago, tienen derecho a una parte proporcional del décimo tercer sueldo.

La base de cálculo se muestra a continuación:

Remuneración básica + tiempo extras + comisiones + otras retribuciones accesorias permanentes.

El décimo cuarto sueldo (décima cuarta remuneración) o bono escolar es un beneficio y lo deben percibir todos los trabajadores bajo relación de dependencia, indistintamente de su cargo o remuneración. Solo se encuentran excluidos los operarios y aprendices de artesanos de acuerdo con el Art.115 del código del trabajo. Y consiste en un sueldo básico unificado vigente a la fecha de pago..

El período de cálculo del décimo cuarto sueldo.

Trabajadores de la costa y región insular:

Marzo 1 del año anterior (ejemplo 2013) a Febrero 28 (ó 29) del año del pago (ejemplo 2014).

Trabajadores de la sierra y oriente:

Agosto 1 del año anterior (ejemplo 2013) a Julio 31 del año del pago (ejemplo 2014).

Los trabajadores que han laborado por un tiempo inferior al período de cálculo o que se desvinculan del empleador antes de la fecha de pago, tienen derecho a una parte proporcional del 14to sueldo.

Fecha máxima de pago del décimo cuarto sueldo.

Trabajadores de la Costa y Galápagos: el 15 de marzo

Trabajadores de la Sierra y Oriente: el 15 de agosto.

El costo de mano de obra al año es de \$ 360.683,33. (Ver Anexo D).

Suministros y servicios

En esta sección se calcula los costos de los servicios básicos como luz eléctrica, agua potable, telefonía, materiales de oficina, materiales de limpieza, repuestos de maquinarias. Considerando que las 25 sucursales cuentan con cámaras de refrigeración para almacenar la canal, es importante notar que el costo de la energía eléctrica es elevado.

La potencia de cada compresor es de 5 HP, y por cada local se utiliza un compresor.

Se lleva el valor de hp a kW, se entiende que $1 \text{ HP} = 0,7456 \text{ kW}$, por lo tanto en 5 hp se obtiene $3,73 \text{ kW/h}$.

El consumo de energía eléctrica de cada sucursal es de 2.686 kW al mes, por lo tanto el consumo total de energía eléctrica de las 25 sucursales es de 67.150 kW al mes.

El consumo de agua potable de cada sucursal considerando el consumo necesario para tener el área de procesamiento de

carnes de res limpia, es de 2 m³ al día, por lo tanto el consumo de las 25 sucursales al mes es de 1.500 m³.

El costo total de suministros y servicios es \$ 252.693,00 al año (Ver Anexo E).

Depreciación de equipos

Para el cálculo de la depreciación de la equipos, se considera el valor depreciable en un 10 % sobre el costo total de la misma, es decir que la vida útil de los equipos es de 10 años. (Gustavo Guerrero Macías, 2007).

La depreciación se calcula en base al costo de todos los equipos que intervienen en el proceso de carne de res empacada de cada sucursal. (Ver Anexo F).

2.1.3 Identificación de Mermas

Para identificar los desperdicios que genera toda la operación de procesar y vender carnes en un supermercado, se considera como merma o botado a la basura todo aquel material que resulta de cortar y limpiar la carne en el momento de procesarla y envasarla en las sucursales. Así también la merma se refiere a todo aquello que resulte del producto que no se encuentre apto para la venta y que tiene que ser retirado

de la percha por haber perdido sus características organolépticas y en algunos casos convirtiéndose en un producto no apto para el consumo humano.

Las razones por las cuales el porcentaje de desperdicio podría ser muy alto son:

1. Baja calidad inicial de la canal.
2. Bajo rendimiento de la canal, relación carne – hueso descompensada.
3. Animal con exceso de grasa.
4. Proliferación de microorganismos.
5. Proceso de corte deficiente por falta de experiencia y capacitación del personal.
6. Proceso de empaque deficiente.
7. Problemas con la higiene de las instalaciones.
8. Problemas con la higiene del personal.
9. Contaminación cruzada durante el almacenamiento y manipulación.

10. Problemas con el manejo de temperaturas de maduración y almacenamiento en cámaras de refrigeración.

11. Sobre stock por incumplimientos de proveedores.

12. Falta de rotación en el punto de venta.

Actualmente la cadena de supermercados tiene un porcentaje de merma del 8,91 %, en una investigación de campo se pudo comprobar que las razones por las cuales se bota materia a la basura son todas las mencionadas anteriormente en este capítulo.

La valoración se realizó entre la cantidad en kilos de carne de res que se compra e ingresa a la cadena de supermercado y el botado a la basura que resulta del proceso posterior a realizarse como el corte primario, limpieza, corte secundario y todo el proceso de venta hasta que llegue al consumidor final.

Merma 1.- Merma por tejidos y exceso de grasa.

En la etapa de limpieza se genera una merma 1 del 10 %.

Merma 2.- Merma por pérdida de agua.

En la etapa del almacenamiento el producto pierde 1,5 % de su peso en agua, de la misma forma en el proceso de corte

primario, el producto pierde 0,10 % de su peso en agua por la manipulación de los operarios. Todas estas pérdidas son propias del producto y no se pueden evitar. El total que se le asigna a la merma 2 es de 1,6 %.

Merma 3.- Merma por corte de hueso.

En el proceso de cortado de hueso, el producto pierde un 0,5 % en “aserrín”.

Merma 4.- Merma por residuo en el molino de carne.

Carne que se encuentra adherida al tornillo del molino al final del proceso. Esto representa el 1 % del peso total de carne que se procesa en este equipo.

Subproducto 1.- Porciones de carne con grasa asignados para ser procesados como carne molida.

El subproducto 1 proviene de la etapa de limpieza y corte secundario. Por lo general se utilizan cortes duros de carne (estofado).

Subproducto 2.- Piltrafa apta para la venta a fábricas de embutidos.

Es todo aquel material que corresponde a merma 1 que en el caso de la situación actual es desechado, más adelante en el proceso propuesto se muestra como esta merma 1 se convierte en subproducto 2 ya que se comercializa a una fábrica de embutidos al final de la jornada en la planta centralizada.

El total en dólares de merma que resulta del proceso de producción de carne de res empacada es de \$ 140.153,57 al año. (Ver Anexo G).

2.1.4 Eficiencia del Proceso

La industria manufacturera es un ámbito de transformación de valores. En el centro de todo está el proceso de producción, donde se combina tecnología y otros factores de producción con insumos productivos para obtener una cantidad determinada de producto final.

La eficiencia del proceso de producción depende de la relación que existe entre la cantidad de insumos que se utiliza y la de productos que se obtiene en un período de tiempo

determinado. De esta manera, la eficiencia aumenta cuando un proceso es capaz de producir un mayor volumen de producción empleando la misma cantidad de insumos; o cuando utiliza una menor cantidad de insumos para producir un mismo volumen de producción. Por ello, una forma efectiva de evaluar la eficiencia de un proceso es analizar el consumo específico de los diferentes insumos que emplea. El consumo específico expresa la cantidad de un insumo cualquiera (por ejemplo, materia o energía) que se consume por unidad de producto manufacturado.

En el presente documento se desarrolla un método que permite hacer un análisis a partir de información básica de la situación actual de la empresa, el comportamiento de sus operaciones unitarias, identificar el régimen de producción en el que operan y tener elementos de juicio para evaluar su eficiencia productiva.

En este proyecto, el diseño del sistema centralizado del procesamiento de carnes de res permite optimizar el uso de maquinarias y costo de mano de obra.

En la situación actual existen 25 sucursales en donde se vende carne de res con un consumo promedio diario de 10 canales por día.

El costo de procesar 3.024 canales al año es de \$ 917.282,71, lo que se traduce a \$303,33 por procesar una canal. (Ver Anexo H).

A continuación se muestra en la tabla 1 el costo total de producción anual en la situación actual:

TABLA 1
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN ANUAL SITUACIÓN ACTUAL

COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL (\$)			
RUBRO	CANTIDAD	COSTO (\$)	TOTAL (\$)
EMPAQUE	1.402.531,20	\$ 0,06	\$ 84.151,87
ETIQUETA	1.402.531,20	\$ 0,03	\$ 42.075,94
MANO DE OBRA	-	\$ 360.683,33	\$ 360.683,33
SUMINISTRO	-	\$ 252.693,00	\$ 252.693,00
DEPRECIACIÓN	-	\$ 37.525,00	\$ 37.525,00
MERMA	-	\$ 140.153,57	\$ 140.153,57
TOTAL ANUAL (\$)			\$ 917.282,71

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

2.2 Operaciones de Producción: Situación Propuesta

Se propone la instalación de una planta procesadora ubicada en la vía Perimetral Km. 24½, en este punto es donde se recibiría las

canales por parte del proveedor, se realiza el proceso de recepción, almacenamiento, desposte, empaçado y distribución de los empaques de producto terminado hacia las tiendas de la cadena ubicadas en diferentes puntos de la ciudad de Guayaquil, cantones y provincias del país.

El sector escogido para el proyecto, es un sector industrial el cual permite contar con ventajas como disminución en los costos de energía eléctrica, agua potable entre otros insumos. Acceso de transporte pesado durante las 24 horas del día, facilitará la entrega de mercadería por parte del proveedor.

Con la planta procesadora de productos cárnicos ubicada en este punto, se puede llegar fácilmente a las distintas sucursales de la ciudad de Guayaquil, se ha tomado en consideración las distancias y los recorridos que se deben de hacer para cubrir 3 entregas de mercadería por semana a cada sucursal y conseguir con esto evitar los quiebres de stock y contar con un producto más fresco al mismo tiempo.

2.2.1 Descripción del Proceso Propuesto

Pedido

Se propone realizar los pedidos de la siguiente manera:

- Las sucursales suben las órdenes de compra al sistema 24 horas antes de la fecha de entrega de la mercadería. Este sistema es el que utiliza la cadena de supermercados para manejar los pedidos de las demás secciones de alimentos.
- La cantidad a pedir es un consolidado del número de canales que graban las 25 sucursales a nivel nacional. Este pedido deberá ser revisado todos los días por el Gerente de planta y grabar la orden de compra al proveedor.

Recepción

El proceso de recepción se realiza de la siguiente manera:

- El o los camiones ingresan al patio de maniobras de la planta a la fecha y hora establecida, personal de seguridad verifica su ingreso y anota en bitácora.
- El proveedor es registrado en una hoja de control que contiene datos como: fecha, hora, placa del camión, nombre del chofer, razón social, temperatura del camión en ° C, temperatura de la canal en ° C. La hoja de recepción. (Ver Anexo I).

- El camión debe contar con un equipo de frío que inicie el proceso de descenso de la temperatura de la canal. Se puede considerar graduar la temperatura del camión a 15°C.
- Para efectos de cálculo se estima una temperatura de recepción de 40°C de la canal, se considera este valor ya que es la temperatura máxima que tiene la carne después de ser faenada.
- Se toma muestras de la canal para realizar los análisis de control microbiológico.
- Se revisa que el camión cuente con cortinas en las puertas del furgón, que impidan que ingrese el calor.

Control de Calidad

En este proceso se realiza un control de calidad de la canal que entrega el proveedor. Se toman muestras en distintos puntos de la canal que en lo posterior serán enviadas a un laboratorio de análisis microbiológico certificado con la finalidad de hacer un control permanente de la calidad de producto que entregan los proveedores. Se realizan análisis para detectar la presencia de los siguientes microorganismos:

- Aerobios mesófilos
- Escherichia coli
- Staphilococcus aureus
- Clostridium sulfito reductores
- Salmonella

La presencia o ausencia de estos microorganismos determina la calidad de la carne de res tanto al momento de la recepción como en el producto final deseado.

Se realizan los análisis respectivos que permitan identificar las unidades formadoras de colonia presentes en la carne de res. El método a utilizar dependerá del tipo de microorganismo, los rangos permitidos de unidades formadoras de colonia presente en la muestra y el método a utilizar se muestra en la tabla 2:

TABLA 2
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE LA CARNE DE RES

MICROORGANISMO	n	c	m_i	M	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos	5	3	1,0 x 10 ⁶	1,0 X 10 ⁷	NTE INEN 1 529-5
Escherichia Coli	5	2	1,0 x 10 ²	1,0 X 10 ³	NTE INEN 1 529-8
Staphilococcus Aureos	5	1	1,0 x 10 ²	5,0 x 10 ²	NTE INEN 1 529-14
Clostridium Sulfito Reductores	5	1	3,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ²	NTE INEN 1 529-18
Salmonella	5	---	AUSENCIA	-----	NTE INEN 1 529-15

Fuente: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN 1 529.

Donde:

n = N° de muestras tomadas.

c = N° máximo de muestras permitidas con carga máxima de microorganismos.

m_i = N° máximo de ufc/g permitidos cuando solo se toma 1 muestra para el análisis.

M = N° máximo de ufc/g permitidos cuando se toma un número “c” de muestras para el análisis.

Pesado

Finalmente se coloca la canal en la balanza industrial de 300 Kg y se toma el valor para registrarlo en la tabla de datos correspondiente.

Se solicita al proveedor que las reses cumplan con las siguientes características:

- Raza: Brahman
- Edad: 2 a 2 años y medio.
- Sexo: novillos o vaquillonas
- Peso pierna: entre 50 a 55 Kg.
- Peso brazo: entre 25 a 30 Kg.
- Grasa: Color blanca.

Almacenamiento

Se identifican las piezas de carne con etiquetas de información que contengan datos tales como fecha de recepción, proveedor, peso, número de lote. Se colocan las canales en la cámara de refrigeración colgada en rieles, y se las ubica según el orden de llegada durante 20 horas. Inmediatamente después de la recepción de las piezas y una vez colgadas en rieles, se procede a rociar con ácido láctico con el objetivo de disminuir la proliferación de la carga bacteriana que contiene la carne del animal y de esa manera poder mantener la calidad de la carne en excelentes condiciones de almacenamiento.

La cámara de maduración debe estar a una temperatura de 2 a 4°C y humedad relativa de 90 %.

En esta etapa del proceso la canal pierde 1,5 % de peso en agua.

Corte primario

Se saca de la cámara el número de canales que se van a despachar por cada ruta, con la finalidad de procesar la cantidad de canales que llenan un camión transportador y de esta manera poder despachar el producto inmediatamente después de ser procesado.

En esta etapa se realiza un primer corte que consiste en separar los músculos más grandes del animal para después obtener de ahí los cortes más pequeños que serán empacados en otra etapa del proceso.

En esta etapa del proceso la canal pierde 0,10 % de peso en agua. El hueso resultante de esta etapa representa el 27 % del peso de la canal, en lo posterior el hueso ingresa a una cortadora para convertirlos en piezas más pequeñas.

Limpieza

Se separa el exceso de grasa de los cortes primarios extraídos de la etapa anterior para obtener una pulpa limpia y libre de grasa, lo que permite tener una mejor presentación del producto final. Este exceso representa el 5 % del peso total en que viene de la etapa del corte primario y se vende como subproducto a una empresa que fabrica embutidos (subproducto 2).

Corte secundario

Se fraccionan los cortes de la canal dándole la presentación final para luego ser empacado en porciones de 500 gr. Aquí se aprovecha de mejor manera la habilidad y experiencia que tenga el carnicero para realizar el proceso.

Se asigna un 8,41 % del peso de la canal proveniente de la limpieza para la fabricación de carne molida.

Empacado

El empacado de la carne se realiza en bandejas con fondo auto absorbente que permita mantener el exceso de líquidos en el fondo de la bandeja, esto permite que la presentación del producto sea más aséptica y atractiva para el consumidor. La

capacidad de la bandeja es para un corte de aproximadamente 500 g de peso.

Pesado y etiquetado

Se coloca la bandeja sobre la balanza etiquetadora y se imprime la etiqueta que contiene los siguientes datos:

- Nombre del corte
- Precio por kilo
- Peso total de la bandeja en Kg
- Precio de venta al público
- Fecha de empaque
- Fecha de caducidad
- Código de barra
- Recomendaciones de almacenamiento
- Recomendaciones de uso (utilidad en la cocina)

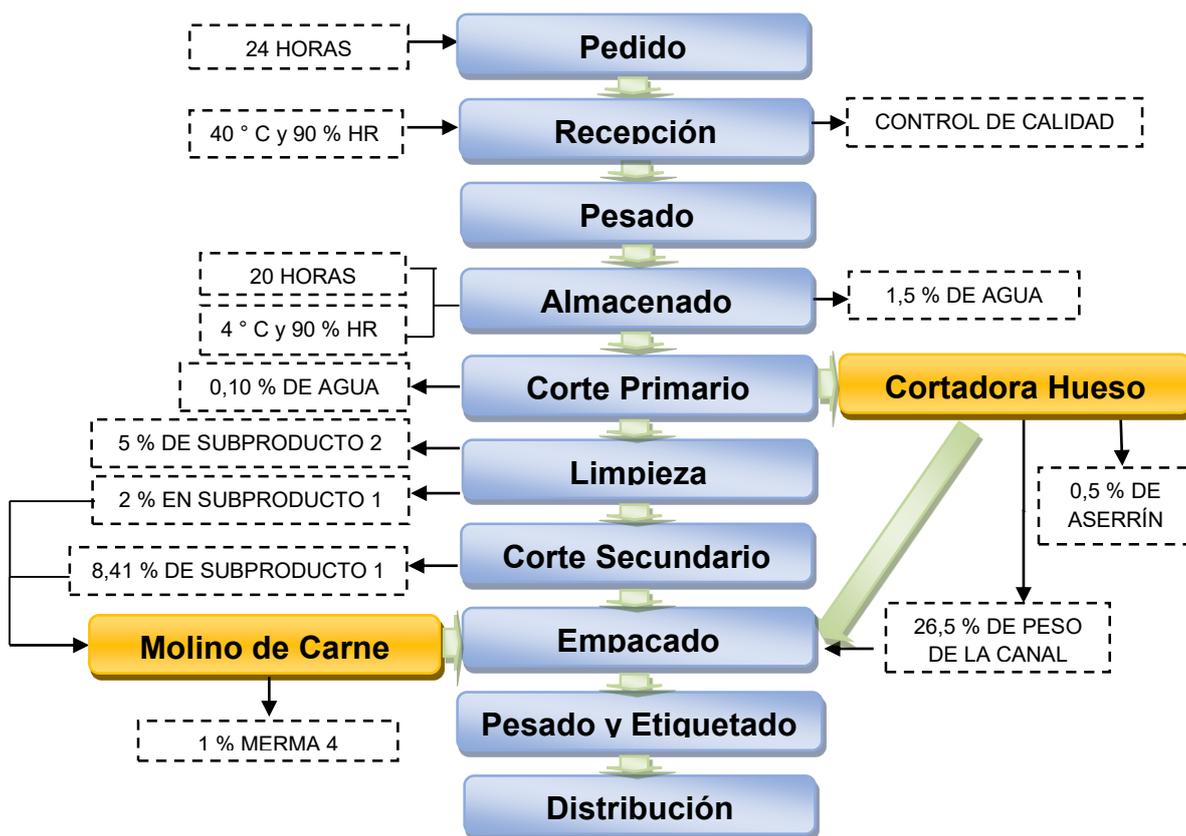
El sticker se coloca en la esquina superior izquierda de la bandeja.

Distribución

Los camiones deben de tener una capacidad de carga de 2,5 toneladas de producto, con ellos se puede cubrir la demanda de manera óptima.

Los camiones de 2,5 toneladas tendrán un costo de \$ 0,85 ctvs. /Km recorrido, ruta dentro o fuera de la provincia.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso propuesto:



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014)

FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE PROCESO SITUACIÓN PROPUESTA

Se muestra el layout del proceso propuesto donde se indica cómo están distribuidos los equipos en el área de proceso y la posición que debe ocupar cada colaborador de la planta según sus funciones y tareas asignadas. (Ver Anexo T)

Para el cálculo del costo de producción propuesta, se diseña una planta centralizada de producción de la carne de res empacada, donde luego de procesar un determinado número de canales, estas son distribuidas hacia las 25 sucursales a través de camiones refrigerados. Los costos directos de fabricación y distribución a considerar son los siguientes:

Costo directo de fabricación:

- Materias primas.
- Manos de obra directa.

Costo indirecto de fabricación:

- Suministros.
- Depreciación.
- Reparación y mantenimiento.
- Transporte

En este capítulo se realiza la propuesta de instalar una planta procesadora de carne de res con operaciones centralizadas que pueda producir el volumen que requiere para cubrir la demanda de las sucursales del autoservicio, así también se analizan los costos de instalación de la fábrica, la factibilidad técnica del proyecto y los costos operativos para determinar si es más rentable en términos de productividad y eficiencia realizar el proceso centralizado. A continuación se explica cómo se va a realizar el proceso de centralización de la carne de res para vender en autoservicio.

La confección centralizada de paquetes por parte de la industria de la carne o de productos alimenticios se traduce en la organización de un puesto central a disposición de muchos establecimientos de venta. Esta organización centralizada permite el empleo de equipos de altos rendimientos y capaz para un funcionamiento racional y continuo. Se da también la posibilidad de transformar de manera inmediata la parte de carnes que no sean apropiadas para integrar raciones. Sin embargo este tipo de organización presupone un sistema costos de distribución (vehículos especiales, disposiciones etc.) puesto que la capacidad de conservación de la carne fresca es limitada. Por eso, el envase central es propio de

empresas que no tengan que superar grandes distancias para distribuir la mercancía a los puestos de venta, que dispongan de una buena organización y que no cuenten con la posibilidad de elegir estaciones periféricas para llevar a cabo dicha operación (limitaciones de espacio).

Volúmenes de producción

Para poder evaluar la situación actual con la situación propuesta, se establece el mismo volumen de producción en ambos escenarios. El volumen total a procesar es de 3.024 canales al año (Ver Anexo B).

Materias primas

Se necesitan 232 bandejas para empacar 1 canal procesada. El costo del empaque en la situación propuesta es de \$ 0,18, aumenta en un 100 % del costo en la situación actual debido a que es un empaque de mejor calidad y mejores características. La capacidad del empaque es de 500 gr de carne procesada, contiene una película auto absorbente en el fondo de la bandeja. Se muestra el cálculo del total de empaques a utilizar por corte de canal. (Ver Anexo J).

Mano de obra directa

Se establece el número de empleados necesarios para procesar las canales en la planta centralizada, se muestra el cálculo del número de empleados y los sueldos por cargo. (Ver Anexo K).

Así se obtiene que el número total de empleados a trabajar en la planta es de 27, realizan una sola jornada de 8 a 9 horas, dependiendo de la demanda diaria y de ser necesario trabajarán los días sábados durante una jornada de 9 horas.

Se muestra el cálculo del costo hora por cargo de trabajo. (Ver Anexo L), donde se muestra también el costo hora suplementaria y extraordinaria al 50 % y al 100 %. El costo total de mano de obra anual es de \$ 219.728,00. (Ver Anexo M).

Se realiza un análisis para determinar el por qué es más conveniente pagar horas extras al personal que contratar personal para cubrir las jornadas de trabajo establecidas, teniendo en cuenta esta información se obtuvo los siguientes datos:

- El número de horas extras al mes que se necesitan cubrir en las jornadas con 27 empleados son: 520 horas suplementarias y 988 horas extraordinarias.
- El número de empleados que se necesita en la planta para no hacer jornadas con horas extras, sería: 8 carniceros, 18 auxiliares, 3 supervisores de producción, 3 secretarias, 3 control de calidad y 1 gerente.
- Se realiza el cálculo considerando los dos puntos anteriores y la tabla de los sueldos por cargo de trabajo y se obtiene que el costo de mano de obra al año sería de \$ 248.970, es decir un 13 % más que lo que representa hacer trabajar horas extras a 27 empleados. (Ver Anexo M).

Suministros y servicios

En este rubro se considera el costo de: agua, energía eléctrica, materiales de limpieza, teléfono, uniformes del personal, numero de gavetas a utilizar, etc.

En esta sección se calcula los costos de los servicios básicos como luz eléctrica, agua potable y telefonía. Considerando que en la planta procesadora de carne de res, se propone

instalar 2 compresores, uno de 10,703 HP para la cámara de maduración y otro de 22,8 HP para la cámara del área de proceso.

Se lleva el valor de HP a kW, sabiendo que $1 \text{ HP} = 0.7456 \text{ KW}$, por lo tanto en 33,503 HP se obtiene 24.97 kW.

El consumo total de energía eléctrica de la planta centralizada al año es de \$ 21.574,08 al año.

El consumo de agua potable de la planta es de 500 m^3 al mes y la tarifa es de \$ 0,75 el m^3 . El costo total de agua potable al año es de \$4500.

En este rubro también se considera el pago del alquiler del local y demás suministros como teléfono, material de oficina, material de limpieza, repuesto de maquinarias, uniformes y gavetas. El costo total por suministros es de \$ 71.574,59. (Ver Anexo N).

Depreciación de equipos

En este rubro, se muestran los equipos que se seleccionan para implementar el diseño de la planta en la situación propuesta.

El total del costo de la depreciación de equipos es de \$ 3.174.
(Ver Anexo O).

Transporte

Para el cálculo del transporte se realiza un análisis de las rutas que realiza cada camión, se divide en 4 rutas zonales, cada zona tiene locales cercanos que se encuentran distanciados entre sí por 20 a 50 kilómetros a la redonda. El costo de transporte en camiones con equipo de frío es de \$ 0,85 por kilómetro recorrido.

El costo total de transporte al año es de \$101.592. (Ver Anexo P).

A continuación se muestra en la tabla 3 el costo total de producción en la situación propuesta:

TABLA 3
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN SITUACIÓN PROPUESTA

COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL (\$)			
RUBRO	CANTIDAD	COSTO (\$)	TOTAL (\$)
EMPAQUE	701.266	\$ 0,10	\$ 70.127
ETIQUETA	701.266	\$ 0,08	\$ 56.101
MANO DE OBRA	-	\$ 219.728	\$ 219.728
SUMINISTRO	-	\$ 71.575	\$ 71.575
DEPRECIACIÓN	-	\$ 3.174	\$ 3.174
TRANSPORTE	-	\$ 101.592	\$ 101.592
DESPERDICIOS	-	\$ 62.216	\$ 62.216
TOTAL ANUAL (\$)			\$ 584.513

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

Se muestra en la tabla 3 que los costos de producción en la situación propuesta son de \$ 584.513 a continuación se muestra en la tabla 4 el comparativo de costos entre la situación actual y la propuesta:

TABLA 4
COSTO DE PRODUCCIÓN ACTUAL VS. PROPUESTOS

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS				
RUBRO	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	AHORRO
EMPAQUE	\$ 84.152	\$ 70.127	\$ 14.025	16,67%
ETIQUETA	\$ 42.076	\$ 56.101	-\$ 14.025	-33,33%
MANO DE OBRA	\$ 360.683	\$ 219.728	\$ 140.955	39,08%
SUMINISTRO	\$ 252.693	\$ 71.575	\$ 181.118	71,68%
DEPRECIACIÓN	\$ 37.525	\$ 3.174	\$ 34.351	91,54%
TRANSPORTE	\$ 0	\$ 101.592	-\$ 101.592	-100%
MERMA	\$ 140.154	\$ 62.216	\$ 77.937	55,61%
TOTAL	\$ 917.283	\$ 584.513	\$ 332.770	36,28%

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

2.2.2 Identificación de Desperdicios

Con la implementación de la planta de proceso, los desperdicios que resultan del proceso de la carne de res, son de un 1,5 % para merma 2 en la etapa de maduración, 0,10 % de merma 2 en la etapa de corte primario, 0,5 % para merma 3 en etapa de corte de hueso y 1 % de merma 4 en etapa de molino.

Lo que se conoce como merma 1 en la situación actual (tejidos y excesos de grasas), gracias a los controles de calidad al momento de recepción de la canal y a la pericia de los carniceros en la etapa de limpieza, se logra reducir al 5 % el total de merma 1. Esta merma a su vez se convierte en un

subproducto para la venta ya que se vende a la industria de embutidos a \$ 1,30 el Kilo. Es importante notar que para la situación propuesta el costo de la merma disminuye en un 39,49 % frente a la situación actual. (Ver Anexo Q).

2.2.3 Eficiencia del Proceso

Los rubros con mayor % de ahorro la depreciación de la maquinaria y los desperdicios, en el proceso propuesto se logra disminuir un 91,54 y 55,61 % respectivamente frente al costo del proceso actual.

Se muestra una mejora en la eficiencia del 36,28 %, se puede entender que el costo de producción de 1 canal es 36,28 % más bajo en la planta centralizada que el costo de proceso en las sucursales (Ver Anexo R).

CAPÍTULO 3

3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA DISEÑO PROPUESTO.

En este capítulo se revisa todas las características que debe tener la cámara que almacenan las canales en la planta centralizada, propiedades que deben ser consideradas, como tipo de producto a almacenar, el volumen de producción mínimo y máximo de la planta de proceso, condiciones de trabajo, temperatura ambiente, temperatura de los exteriores, temperatura de recepción de la canal, infraestructura, ubicación de la planta, materiales aislantes, sistema de ventilación, para con esos datos poder realizar el cálculo de la carga calórica total en la cámara y posterior a ello dimensionar de forma eficiente el equipo de refrigeración a usar.

3.1 Propiedades Térmicas del Producto a Bajas Temperaturas

Refrigeración

Una vez preparada la carne hay que refrigerarla lo antes posible para reducir la contaminación bacteriana, pero si la carne se refrigera en estado pre-rigor, a temperaturas inferiores a 10° C, se provoca una salida brusca de todos los iones de calcio del retículo sarcoplásmico, produciendo una contracción brusca que da una carne muy dura. Este fenómeno se conoce como cold shortening y se suma al efecto del rigor mortis.

Generalmente las salas de refrigeración tienen dos partes: la primera o túnel produce un enfriamiento lo más rápido posible hasta temperaturas de 10 a 15° C (temperaturas superiores son óptimas para el desarrollo microbiano), desde donde pueden pasar al despiece directamente, o bien pasar a la segunda parte o cámara de almacenamiento.

Cuando las canales se destinan a congelación, pasan directamente del despiece a congelación. El ideal es una congelación criogénica. Puede aparecer el fenómeno thaw rigor o rigor de la congelación, por ejemplo, una carne que se congela aún caliente, como es el caso del Hot Boned (deshuesado en caliente), al descongelar pierde grandes cantidades de jugo (disminuye la CRA). Este fenómeno es difícil que

se produzca en la práctica porque el deshuesado y descuartizado lleva tiempo, y es raro que el animal, aun sin pasar por el túnel, llegue a congelación caliente (pre-rigor).

Carne congelada

En la carne, la mayor parte del agua está contenida dentro de las células, lo que va a caracterizar el modelo de comportamiento durante la congelación.

Cuando la carne se congela los cristales de hielo formados dentro de la célula muscular producen una rotura mecánica de la misma. Si la congelación es lenta hay tiempo suficiente para que el cristal de hielo crezca, produciéndose grandes cristales y, por tanto, mayor rotura mecánica de las células. Durante la descongelación, estos cristales se transforman en agua, parte de la cual es reabsorbida por las células y parte se pierde como exudados. Si la congelación es rápida o ultrarrápida (caso de emplearse líquidos criogénicos, como nitrógeno líquido, etc.) no existe tiempo para permitir el crecimiento del cristal de hielo, formándose muchos cristales y muy pequeños, que ocasionan un daño mínimo a la célula muscular.

Pero además de estos cambios físicos ocurren otros químicos, que también contribuyen lamentablemente al aumento de las cantidades de exudado producidas. Aunque el exudado contiene aminoácidos,

vitaminas hidrosolubles y sales minerales, la pérdida de valor nutritivo es pequeña. Por el contrario puede ser considerable la disminución de peso, y el resecamiento excesivo de la superficie.

Después del sacrificio del animal, el glucógeno se transforma en ácido láctico, con disminución del pH, y la correspondiente desnaturalización de proteínas musculares, que pierden sus características fundamentales, y entre ellas la capacidad de retención de agua.

Generalmente, no existen problemas con la congelación de carne post-rigor (carne ablandada por propia autólisis enzimática). Se puede afirmar que la velocidad de congelación tiene un efecto inapreciable en aquella carne que se congela después de un periodo de maduración de al menos 24 horas posteriores al sacrificio.

Sin embargo, si se congela carne pre-rigor con un pool disponible de ATP (que permite mantener las fibras musculares relajadas), durante la congelación (sobre todo si ésta es lenta), y aún más en la descongelación, se produce acortamiento del musculo y agotamiento del pool de ATP, que provoca contracción muscular. Este fenómeno se conoce como thaw-rigor y constituye uno de los problemas más serios de la congelación de pequeñas partidas de carnes, que rinden

productos de baja calidad, con gran cantidad de sudados y organolépticamente muy duras.

Para eliminar el riesgo thaw-rigor debe agotarse el ATP existente, bien mediante maduración de la carne o estimulación eléctrica. Otra alternativa posible es el empleo de enzimas proteolíticas exógenas como papaína, hoy disponible comercialmente, y que pueden inyectarse al animal antes del sacrificio para mejorar la ternura

Durante el almacenamiento de la carne congelada pueden desarrollarse olores como resultado de la oxidación de lípidos, catalizada por enzimas tales como lipoxigenasa, citocromo P. 450 reductasa, citocromo reductasa y autooxidación química por presencia de radicales libres. Estos problemas pueden eliminarse por tratamientos térmicos que inactivan las enzimas implicadas o el empleo de aditivos que aumentan la estabilidad.

Otro inconveniente también es la aparición de tonalidades violáceas, en las carnes rojas, debidas a degeneraciones oxidativas, y que pueden ser controladas por envasado al vacío (o cualquier otro método de exclusión de oxígeno).

Calidad de la carne congelada

Desde el punto de vista microbiológico, las temperaturas de congelación, aunque no producen una esterilidad biológica, si provocan una reducción clara de la carga microbiana, tanto mayor cuanto más largo sea el tiempo de almacenamiento de la carne congelada. Las proteínas, tan abundantes en la carne, ejercen un efecto protector sobre los microorganismos. Dos factores determinan la concentración de microorganismos en una carne congelada: la carga inicial, la velocidad de congelación y descongelación.

La carga inicial afecta según la cantidad y la calidad, es decir, si existen o no microorganismos y si estos son psicrófilos, que pueden pervivir a muy bajas temperaturas, cuando se inhibe el desarrollo de todos los demás.

Hay que tener presente que las bajas temperaturas realizan una crioselección de los microorganismos, pero no actúan sobre las toxinas que se pueden formar antes de la congelación.

Una velocidad de congelación lenta tiene mayor efecto letal sobre los microorganismos, al igual que sobre las células de la carne. Sin embargo, se prefiere la congelación rápida porque asegura mejores cualidades organolépticas, y además porque hay menos exudados que constituyen un caldo de cultivo ideal para el desarrollo de los

supervivientes durante la descongelación. Una descongelación lenta proporciona tiempo suficiente para la reproducción de gérmenes.

Concluyendo, se diría que una carne congelada sometidas a procesos de congelación y descongelación adecuados presenta recuentos menores o iguales que la carne fresca.

Generalmente se busca en el congelado, para asegurar su calidad sanitaria, *Streptococos fecales* y *Escherichia coli*, siendo el primero mucho más resistente al frío. (G. López De Torre; B.M. Carballo García; A. Madrid Vicente, 2001).

Las eventuales desnaturalizaciones de las proteínas no repercuten en la calidad nutricional de la carne. No se han encontrado diferencias significativas en la tasa de retención de las vitaminas B en relación con la velocidad de congelación. El hierro, del que la carne asegura un 50 % de la cobertura de las necesidades del hombre, no está afectado por la congelación. (J.P. Girard, 1991).

3.2 Diseño de Cámaras Frigoríficas

En este capítulo se evalúa todas las condiciones que tiene que tener la planta centralizada de carnes de res, para ello se considera las metas de producción.

3.2.1 Dimensiones del Equipo

El equipo de refrigeración será seleccionado de acuerdo a las necesidades que demande el producto a refrigerar, la masa total del producto, las condiciones de recibimiento del producto en la planta como temperatura, condiciones ambientales del área de proceso, hay que considerar también las instalaciones y adecuaciones que tiene la planta como material de las paredes, material de los aislantes, ubicación de los materiales instalados.

Para poder dimensionar el equipo de refrigeración, el compresor y la potencia que éste debe tener, se debe considerar varios factores que ya han sido mencionados en este texto anteriormente y a continuación se muestra la recopilación de datos útiles para realizar los cálculos del dimensionamiento del equipo de refrigeración:

En el Anexo S explica el significado de cada uno de los datos necesarios para hacer los cálculos de potencia del compresor de las cámaras de maduración y de proceso.

Las condiciones de trabajo y estructura física de la cámara de maduración y de proceso se muestran a continuación en la tabla 5:

TABLA 5

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE CÁMARA

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE CÁMARA DE MADURACIÓN Y ÁREA DE PROCESO		
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE MADURACIÓN	CÁMARA DEL ÁREA DE PROCESO
DIMENSIONES DE CÁMARA	7,40 m largo x 4 m ancho x 3,60 m. alto	7,40 m largo x 4 m ancho x 3,60 m. alto
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	25 canales x 160 kg c/u: 4.000 kg	25 canales x 160 kg c/u: 4.000 kg
ENTRADA DIARIA DE PRODUCTO	4.000 kg a +40°C	4.000 kg a +20°C
AISLAMIENTO PANELES DE POLIURETANO	8 cm de espesor	8 cm de espesor
SUELO AISLADO	NO	NO
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR	2 w/m ² °C	2 w/m ² °C
T ° EXTERIOR DEL TECHO	20 ° C	20 ° C
T ° DE LOS ALREDEDORES	10 ° C	10 ° C
T ° PAREDES AL EXTERIOR	38 ° C	38 ° C
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE CÁMARA POR DÍA	24 HORAS	9 HORAS
DIMENSIONES DE LA PUERTA HACIA EL EXTERIOR	2 m. ancho x 3 m. alto	2 m. ancho x 3 m. alto
TIEMPO DE PUERTAS ABIERTAS AL EXTERIOR POR DÍA	60 min	120 min
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE CÁMARA	2 ° C y 90 % HR	2 ° C y 90 % HR
CARGAS TÉRMICAS POR VENTILADORES	5%	5%
CARGAS TÉRMICAS DEL PERSONAL E ILUMINACIÓN	3%	3%
ENTRADAS DE AIRE FRESCO SUPLEMENTARIO	NO	NO
CALOR ESPECÍFICO DE CARNE ANTES DE REFRIGERAR	3,22 KJ/Kg °C.	3,22 KJ/Kg °C.
K DEL MATERIAL AISLANTE	0,20 w/Km	0,20 w/Km
NÚMERO DE EVAPORADORES	1	1
NÚMERO DE VENTILADORES	2	2
NÚMERO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES	2	12
POTENCIA DE FOCOS	75 watts	75 watts
NÚMERO DE OPERARIOS EN CÁMARA	2	23
HUMEDAD RELATIVA DE CÁMARA	95%	95%
T ° INICIAL DEL PISO	5 ° C	15 ° C
TIEMPO DE USO DE VENTILADORES AL DÍA	24 HORAS	9 HORAS
T ° INICIAL DE LA CANAL	40 ° C	20 ° C
T ° FINAL DE LA CANAL	3 ° C	3 ° C

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014)

3.2.2 Cálculo de la Carga Calórica

Para el cálculo de la carga calórica total se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{PRODUCTO}} + Q_{\text{OTRAS FUENTES}} \text{ (ec. 1)}$$

Donde;

Q de producto es la carga calórica total que genera el producto donde se usa la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{PRODUCTO}} = Q_{\text{SENSIBLE}} + Q_{\text{LATENTE}} + Q_{\text{RESPIRACIÓN}} + Q_{\text{EMBALAJE}} \text{ (ec. 2)}$$

3.2.2.1 Carga Calórica del Producto

$$Q_{\text{PRODUCTO}} = Q_{\text{SENSIBLE}} + Q_{\text{LATENTE}} + Q_{\text{RESPIRACIÓN}} + Q_{\text{EMBALAJE}} \text{ (ec. 3)}$$

Donde;

Calor sensible

Es el calor generado por el flujo de masa del producto considerando el Cp (calor específico) del producto en este caso la carne de res.

Calor latente

Es el calor necesario para que la masa total del producto alcance una temperatura de congelación. Como se ha mostrado en este proyecto la canal después de recibida ingresa inmediatamente a la cámara de maduración hasta llegar a 4 °C, por tanto el Q latente es igual a 0.

Calor de respiración

Es el calor generado por la maduración del producto en las condiciones de almacenamiento, este principio se aplica para productos generadores de etileno a partir de la composición del alimento, como el caso de frutas, verduras y hortalizas. En este caso el Q de respiración es 0 ya que la carne de res no genera etileno a partir de la maduración y/o almacenamiento del producto.

Calor de embalaje

Es el calor que se debe considerar en productos que se encuentran en el interior de un empaque cuyo

espesor del mismo y material de empaque deben ser considerados para los cálculos del calor que genera.

En el caso de la carne de res, el Q de empaque = 0 ya que la canal va colgada y no contiene empaque protector.

La fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$Q_{\text{PRODUCTO}} = Q_{\text{SENSIBLE}} \text{ (ec. 4)}$$

Remplazando fórmulas:

- Calor sensible en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = m_a * C_p * \Delta T$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 4.000 \text{ Kg} / 20 \text{ horas} * 3,22 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} * (40 ^\circ\text{C} - 3 ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 476.560,00 \text{ KJ} / 20 \text{ horas} = 6,619 \text{ KJ/s}$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 6.619 \text{ W}$$

- Calor sensible en el área de proceso:

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = m_a * C_p * \Delta T$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 4.000 \text{ Kg} / * 3,22 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} (20 ^\circ\text{C} - 4 ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 206.080,00 \text{ KJ} / 4 \text{ horas} = 14,31 \text{ KJ/s}$$

$$Q_{\text{SENSIBLE}} = 14.310 \text{ W}$$

3.2.2.2 Carga Calórica de Otras Fuentes

Para el cálculo de la carga calórica de otras fuentes la fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{OTRAS FUENTES}} = Q_{\text{CONSTRUCCIÓN}} + Q_{\text{VENTILADORES}} + Q_{\text{PERSONAS}} + Q_{\text{INFILTRACIONES}} + Q_{\text{LUMINARIAS}}$$

Donde;

Calor de construcción

Es el calor generado por las instalaciones de la cámara donde va a ser almacenada la canal, se debe considerar el piso, el techo, las paredes. En el caso del calor total por las paredes se considera paredes que dan al sol y paredes que no dan al sol.

La fórmula sería la siguiente:

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN}} = Q_{\text{PISO}} + Q_{\text{TECHO}} + Q_{\text{PAREDES}}$$

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN (piso, techo o paredes)}} = \mu * A * \Delta T$$

$$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = \mu * A * \Delta T$$

Para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor μ se utiliza la siguiente fórmula:

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{h_{e \text{ exterior}}} + \frac{\text{espesor aislante}}{K_{\text{aislante}}} + \frac{\text{espesor aluminio}}{K_{\text{aluminio}}} + \frac{1}{h_{e \text{ interior}}}}$$

Donde:

- h_e exterior = 23,3 W/m² °C
- h_e interior de la cámara = 10,5 W/m² °C
- h_e interior del ambiente = 1,16 W/m² °C
- K aluminio = 209,3 W/K m
- K poliuretano rígido = 0,020 W/k m
- K poliuretano proyectado = 0,024 W/k m
- # Placas de aluminio = 2
- Espesor del aluminio = 2 mm

Calor de paredes al sol

Remplazando fórmulas se tiene la siguiente ecuación para el cálculo de μ de las paredes que dan al sol:

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,08}{0,020} + \frac{0,004}{209,3} + \frac{1}{10,5}}$$

$$\mu = 0,2417 \text{ W/ m}^2 \text{ °C}$$

Como;

$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = \mu * A * \Delta T$, el área de las paredes que dan al sol es:

$$A \text{ (área de la pared que da al sol)} = 4 \text{ m} \times 3,60 \text{ m} = 14,4 \text{ m}^2$$

ΔT (diferencia de T en °C entre el exterior de la planta y la cámara) = $(38^{\circ}\text{C} - 02^{\circ}\text{C}) = 36^{\circ}\text{C}$.

Se coloca 38°C como temperatura del exterior de la cámara ya que la temperatura más alta en la ciudad de Guayaquil es de 38°C .

Remplazando fórmula:

- Calor de las paredes que dan al sol en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = 0,2417 \text{ W/ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 14,4 \text{ m}^2 \times 36^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = 125,29 \text{ W}$$

- Calor de las paredes que dan al sol en el área de proceso:

$$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = 0,2417 \text{ W/ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 14,4 \text{ m}^2 \times 36^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{PAREDES AL SOL}} = 125,29 \text{ W}$$

Calor de paredes que no dan al sol

Es el cálculo de calor que se genera considerando las paredes del interior de la cámara como medio de impedimento para circular el aire frío, estas paredes no están expuestas al sol y se puede usar la misma

fórmula que en el cálculo del Q paredes que dan al sol siendo necesario realizar cambios en las temperaturas y áreas de paredes en el interior de la cámara a considerar:

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = \mu * A * \Delta T$$

Para el cálculo de μ quedaría la siguiente fórmula:

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{h_{e \text{ exterior}}} + \frac{\text{espesor aislante}}{K_{\text{aislante}}} + \frac{\text{espesor aluminio}}{K_{\text{aluminio}}} + \frac{1}{h_{e \text{ interior}}}}$$

Remplazando fórmula:

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{10,5} + \frac{0,08}{0,020} + \frac{0,004}{209,3} + \frac{1}{1,16}}$$

$$\mu = 0,2017 \text{ W/ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Como;

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = \mu * A * \Delta T$$

Se puede decir que:

$$A (\text{área de las paredes que no dan al sol}) = (4 \text{ m} \times 3,60 \text{ m}) + 2 (7,40 \text{ m} \times 3,60 \text{ m}) = 67,68 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área total se debe considerar el resultado de la suma del área de todas las paredes que conforman la cámara de maduración y refrigeración y que no dan al sol.

ΔT (diferencia de T en °C entre la cámara continua o ambiente exterior y temperatura que se desea alcance el producto) = $10^{\circ}\text{C} - 02^{\circ}\text{C} = 8^{\circ}\text{C}$.

Remplazando fórmula:

- Calor de paredes que no dan al sol en cámara de maduración.

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 0,2017 \text{ W/ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 67,68 \text{ m}^2 \times 8^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 109,21 \text{ W}$$

- Calor de paredes que no dan al sol en el área de proceso:

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 0,2017 \text{ W/ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 67,68 \text{ m}^2 \times 8^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 109,21 \text{ W}$$

- Calor de paredes que no dan al sol en el área de proceso:

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 0,2017 \text{ W/ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 67,68 \text{ m}^2 \times 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} = 109,21 \text{ W}$$

Calor del piso

Para el cálculo de calor generado por el piso se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{DE PISO}} = \mu * A * \Delta T$$

Donde;

$$\mu = 0,52 \text{ W/ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta T = (5 \text{ } ^\circ\text{C} - 2 \text{ } ^\circ\text{C})$, el piso está inicialmente a una temperatura de 5 °C en la cámara de maduración y 15 °C en el área de proceso.

$A = 7,40 \text{ m} \times 4 \text{ m}$, es el área total del piso de la cámara de maduración y en el área de proceso.

Remplazando fórmula:

- Calor de piso de la cámara de maduración:

$$Q_{\text{PISO}} = 0,52 \text{ W} \times 29,6 \text{ m}^2 \times 3^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{PISO}} = 46,18 \text{ W}$$

- Calor de piso del área de proceso:

$$Q_{\text{PISO}} = 0,52 \text{ W} \times 29,6 \text{ m}^2 \times 13^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{PISO}} = 200,1 \text{ W}$$

Calor de techo

Se debe considerar si el techo esta puesto directo al sol o tiene una barrera previa que impida que la temperatura del sol afecte la temperatura del techo de la cámara directamente.

En este caso el techo de la cámara estaría situado a 5 metros de distancia de un techo de zinc primario que está dando al sol y que cubre toda la planta de proceso.

$$Q_{\text{TECHO}} = \mu * A * \Delta T$$

Donde;

$$\mu = 0,20 \text{ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} - 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$A = 7,4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$, es el área total del techo de la cámara de maduración y las mismas dimensiones tiene el área de proceso.

Remplazando fórmula:

- Calor de techo de la cámara de maduración:

$$Q_{\text{TECHO}} = 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 29,6 \text{ m}^2 \times 18^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{TECHO}} = 106,56 \text{ W}$$

- Calor de techo del área de proceso:

$$Q_{\text{TECHO}} = 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 29,6 \text{ m}^2 \times 18^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{TECHO}} = 106,56 \text{ W}$$

Una vez realizado los cálculos de los diferentes Q de la cámara se puede usar la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN}} = Q_{\text{PAREDES QUE DAN AL SOL}} + Q_{\text{PAREDES QUE NO DAN AL SOL}} + Q_{\text{PISO}} + Q_{\text{TECHO}}$$

- Calor de construcción de la cámara de maduración:

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA}} = 125,29 \text{ W} + 109,21 \text{ W} + 46,8 \text{ W} + 106,56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA}} = 387,86 \text{ W}$$

- Calor de construcción del área de proceso:

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN DEL AREA DE PROCESO}} = 125,29 \text{ W} + 109,21 \text{ W} + 200,1 \text{ W} + 106,56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{CONSTRUCCIÓN DEL AREA DE PROCESO}} = 541,16 \text{ W}$$

Calor de ventiladores

Es el calor que se genera al mantener encendidos los ventiladores de la cámara, se debe considerar la potencia de los ventiladores y el tiempo que estarán prendidos cada uno.

Se puede decir que el Q de ventiladores es calculado con la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{VENTILADORES}} = (P \times t)/24$$

Donde;

P = Potencia del ventilador en Watt, multiplicado por el número de ventiladores

t_v = tiempo que pasan prendidos los ventilados en horas

$$1 \text{ KW} = 1,34 \text{ Hp}$$

Los ventiladores son de 80 W de potencia cada uno

Nº Ventiladores: 2 unidades

Remplazando fórmulas:

- Calor de ventiladores en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{VENTILADORES}} = (80 \times 2 \times 24 \text{ h})/24$$

$$Q_{\text{VENTILADORES}} = 160 \text{ W}$$

- Calor de ventiladores en el área de proceso:

$$Q_{\text{VENTILADORES}} = (80 \times 2 \times 9 \text{ h})/24$$

$$Q_{\text{VENTILADORES}} = 60 \text{ W}$$

Calor generado por las personas

Se debe considerar el calor que generan los operarios que trabajan en la cámara. Para el cálculo del calor que se genera naturalmente por las personas se tiene la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{PERSONAS}} = (q \times n \times t)/24$$

Donde;

q = potencia calorífica aportada por las personas

n = número de personas

t_p = tiempo que pasa cada persona dentro de la cámara

Remplazando fórmula:

- Calor generado por personas en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{PERSONAS}} = (2,70\text{W} \times 5 \times 9\text{h})/24$$

$$Q_{\text{PERSONAS}} = 5,06\text{W}$$

- Calor generado por personas en el área de proceso:

$$Q_{\text{PERSONAS}} = (2,70 \text{ W} \times 17 \times 9\text{h}) / 24$$

$$Q_{\text{PERSONAS}} = 17,21 \text{ W}$$

Calor de infiltraciones

El calor generado por abrir puertas o por espacios donde puede entrar el calor a las cámaras debe ser considerado también, es por eso que se calcula el Q de infiltraciones y está dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = V * \Delta h * n$$

Donde;

$V = 106,56 \text{ m}^3$ Volumen de cada una de las cámaras

$\Delta h = 37,9 \text{ KJ/ m}^2$

$n =$ número de renovaciones de aire por hora

Se obtiene considerando datos tales como:

- Temperatura exterior
- Temperatura interior.
- Humedad relativa exterior

(Ing. Miranda, pagina 70, tabla 4, 2003).

$N = 9$, dependerá de la renovación de aire diario, se puede observar en la Tabla 3, Miranda, página 69

Remplazando fórmula:

- Calor de infiltraciones en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 106,56 \text{ m}^3 \times 37,9 \text{ KJ/ m}^2 \times 9$$

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 36.347,61 \text{ KJ/m}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 36,34 \text{ W/m}$$

- Calor de infiltraciones en el área de proceso:

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 106,56 \text{ m}^3 \times 37,9 \text{ KJ/ m}^2 \times 9$$

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 36.347,61 \text{ KJ/m}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIONES}} = 36,34 \text{ W/m}$$

Calor de luminarias

Es el calor generado por las lámparas que están instaladas en el interior de las cámaras, para su cálculo se usa la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{LUMINARIAS}} = (P \times t)/24$$

Donde;

P = potencia de los focos por el número de focos totales que hay en la cámara

T = tiempo que pasan prendidos los focos de luz

Remplazando fórmulas:

- Calor de luminarias en la cámara de maduración:

$$Q_{\text{LUMINARIAS}} = (150 \times 8)/24$$

$$Q_{\text{LUMINARIAS}} = 50W$$

- Calor de luminarias en el área de proceso:

$$Q_{\text{LUMINARIAS}} = (900 \times 9)/24$$

$$Q_{\text{LUMINARIAS}} = 337,5W$$

Luego de haber obtenido el cálculo de cada uno de cada calor generado en cada una de las cámaras se

procede a elegir el equipo más conveniente para instalar.

Se calcula el calor total generado por el producto y otras fuentes:

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{PRODUCTO}} + Q_{\text{OTRAS FUENTES}}$$

Como $Q_{\text{PRODUCTO}} = Q_{\text{SENSIBLE}}$, entonces se puede decir que:

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{SENSIBLE}} + Q_{\text{OTRAS FUENTES}}$$

Reemplazando formulas:

- Calor total de la cámara de maduración

$$Q_{\text{TOTAL}} = 6.619 + 387,86 + 160 + 5,06 + 36,34 + 50.$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 7.258,26 \text{ W}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 9,73 \text{ HP}$$

- Calor total del área de proceso

$$Q_{\text{TOTAL}} = 14.310 + 541,16 + 60 + 17,21 + 36,34 + 337,5$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 15.302,21 \text{ W}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 20.80 \text{ HP}$$

(MARIA TERESA SANCHEZ, 2001)

Una vez obtenido el HP total de cada compresor, estos son sobredimensionados en un 10 % para definir la capacidad que deberán tener los compresores de las cámaras, quedando la fórmula de la siguiente manera:

- Cámara de maduración

$$Q \text{ TOTAL FINAL CÁMARA MADURACIÓN} = 9,73 \text{ HP} + 10 \% (9,73 \text{ HP})$$

$$Q \text{ TOTAL FINAL CÁMARA MADURACIÓN} = 10,703 \text{ HP}$$

- Cámara de área proceso

$$Q \text{ TOTAL FINAL CÁMARA AREA DE PROCESO} = 20,80 \text{ HP} + 10 \% (20,80 \text{ HP})$$

$$Q \text{ TOTAL FINAL CÁMARA AREA DE PROCESO} = 22,88 \text{ HP}$$

El compresor que se debe instalar en la cámara de maduración debe tener una capacidad de 10,703 HP o el inmediato superior que exista en el mercado, mientras que en la cámara de proceso debe ser de 22,88 HP o el inmediato superior que exista en el mercado.

CAPÍTULO 4

4. LÍNEA DE PRODUCCIÓN

En este capítulo se establece que el volumen de producción en la situación propuesta es de 10 canales diarias, es decir 1600 Kg/día, igual al volumen de producción en la situación actual. Se establece el mismo volumen de producción en ambas situaciones para poder comparar el porcentaje de pulpa, hueso carnudo, merma y subproductos que se obtienen en los procesos.

La línea de producción del proceso propuesto está diseñada para conseguir un producto con mejores características organolépticas, mejor presentación y que reduzca las pérdidas generadas por mermas, comparada con el producto que se obtiene de la línea de producción de la situación actual.

A continuación se seleccionan los equipos estimando la capacidad de producción que se requiere en cada etapa del proceso. Principalmente estos equipos deben contar además de la capacidad adecuada, con

características como: material de acero inoxidable, de fácil limpieza, tamaño adecuado entre otras que se nombran más adelante.

La planta está diseñada para procesar un mayor volumen de canales, se estima que la demanda crezca del 20 al 30 % anual ya sea por aumento en las ventas del supermercado o por apertura de más sucursales.

Así se define que los equipos se seleccionan considerando este crecimiento anual proyectado en 5 años, es decir de 10 canales que se procesan actualmente en los locales, se podrá procesar hasta 25 canales por día en la planta centralizada.

4.1 Selección y Evaluación de Equipos de Producción

Para continuar con la instalación de la planta que procesa carne de res para autoservicios, se decide utilizar los siguientes equipos tomando en consideración la capacidad máxima de producción de la planta, se detallan las características de los equipos sus ventajas y desventajas.

Balanza aérea de 300 Kg

Esta balanza es utilizada en la recepción de las canales, ésta debe tener una capacidad de pesado de 300 Kg ya que la canal tiene un peso promedio de 160 kilos, debe contar con 3 decimales para mejor precisión al momento de indicar el peso del animal.

- Unidades a utilizar en el área de proceso: 1 unidad.

Molino de carne

El molino picador de carnes se utiliza para trocear las materias primas que entran en la composición en la mayoría de los productos cárnicos. Durante el funcionamiento de la maquina es frecuente que el descuido del personal cause cortadura de la yema de los dedos, aunque la tolva de alimentación este provista de una rejilla de protección.

Para evitar estos accidentes se debe empujar la carne en el túnel con paletas de hule. Cualquier otra operación debe efectuarse solamente con la maquina parada. (Gaetano Paltrinieri, 1995).

El molino a utilizar para la producción de carne molida, debe tener las siguientes características:

- Acero inoxidable.
- Tamaño: 450x220x340mm.
- Fácil limpieza.
- Capacidad de producción de 780 Kg x hora, 13 Kg x minuto.
- Motor de 2,23 kW, 3 Hp 220 volts. fabricado en México.

- Unidades a utilizar en el área de proceso: 1 unidad

Sierra cortadora de hueso

La capacidad de corte de la sierra que se elige es de 120 Kg/hora de producción, sus características son las siguientes:

- Fuerza: 5 Hp, 3,72 kW.
- Diámetro de polea = 210mm.
- Tamaño zona de trabajo: 465 x 440mm.
- Voltaje: 220 V /50Hz.
- Medidas: 52x49x84cm.
- Peso Neto: 42 Kg.
- Construcción: acero inoxidable.
- La máquina es durable segura y fácil de limpiar.
- La bandeja de goteo y residuos es extraíble y fácil de limpiar.
- Fácil de usar con el interruptor de protección de encendido y apagado.
- Pies de caucho impermeables antiadherentes para uso de mesa.

- Unidades a utilizar en el área de proceso: 1 unidad

Balanza etiquetadora de mesa

Las características de la balanza son las siguientes:

- Capacidad: 15 Kg.
- Sensibilidad: 5 gramos.
- Sistema: Electrónico y/o a Batería.
- PLU alfanuméricos programables por teclado.
- Conexión a computadoras para programar y recuperar datos.
- Interconexión en red con otras balanzas.
- 54 teclas de PLU directo (108 con tecla 2da función).
- Incluye software pro net Plus para carga de datos y administración de la Red.
- Etiquetas autoadhesivas con códigos de barra.
- Función pre empaque.
- Unidades a utilizar en el área de proceso: 2 unidades.

Selladora de funda para hueso

Las características de este equipo son las siguientes:

- Sistema tensor de banda de fácil accionamiento que permite una limpieza adecuada.
- Fácil mantenimiento y cambio de bandas.
- Sirve para sellar fundas hechas de los siguientes materiales: polietileno, polipropileno, BOPP, laminados y cualquier material termosellable.
- Unidades a utilizar en el área de proceso: 1 unidad.

Mesa acero inoxidable

Esta mesa es utilizada para llevar a cabo la etapa de limpieza de los cortes primarios, es de vital importancia que el material de la mesa sea de acero inoxidable para facilitar la limpieza de la misma y evitar que se contaminen los cortes con material residual como oxido y demás materiales originados de la limpieza propia del animal como grasas, pedazos de carne, que se podrían acumular en los rincones de la mesa. Las dimensiones de la mesa de limpieza son alto 90 cm, largo 1,80 cm, ancho 60 cm. una característica importante en la mesa de limpieza de los cortes es que ésta se encuentra recubierta de un material llamado duralon (de material de Nailon o poliamida) en la superficie, el mismo que sirve para evitar que la mesa sea rayada con

los filos de los cuchillos, aumentando la durabilidad de la mesa, también ayuda a inhibir el desarrollo de los microorganismos.

Se utilizan mesas para el área de empaque con las siguientes dimensiones: alto 90 cm, largo 2,15 cm, ancho 60 cm, son escogidas por el espacio de la planta y por la cantidad de personas que trabajan en esta área de proceso.

- Unidades a utilizar en el área de proceso: 5 unidades.

Coche de acero inoxidable para transporte de hueso

Se trata de un coche de acero inoxidable totalmente cerrado en donde se deposita el hueso resultante del área de corte primario de la planta de proceso.

Este coche es de gran utilidad ya que después del desposte la estructura ósea resultante se la traslada hasta la cortadora de hueso. En donde será procesada para su posterior empaque y etiquetado.

- Unidades a utilizar en el área de proceso: 1 unidad.

Sistema de rieles y ganchos

Se adapta un sistema de rieles el cual facilita mover las canales desde la puerta de recepción hasta la cámara de maduración, para luego de 24 horas se trasladen a la línea de producción.

Estos rieles también facilitan el proceso de desposte de la res. El material con el que están hechas son:

- Pilares de acero galvanizado
- Ganchos de Acero Inoxidable

4.2 Cálculo de Subproductos y Mermas

Los problemas de balance de masa y energía se basan en la aplicación correcta de las leyes de conservación de masa y energía. Solo la resolución sistemática de muchos de ellos creará la intuición necesaria para resolver casos nuevos.

Para los cálculos de balance de masa y energía, es preciso seguir una adecuada metodología que facilite el análisis:

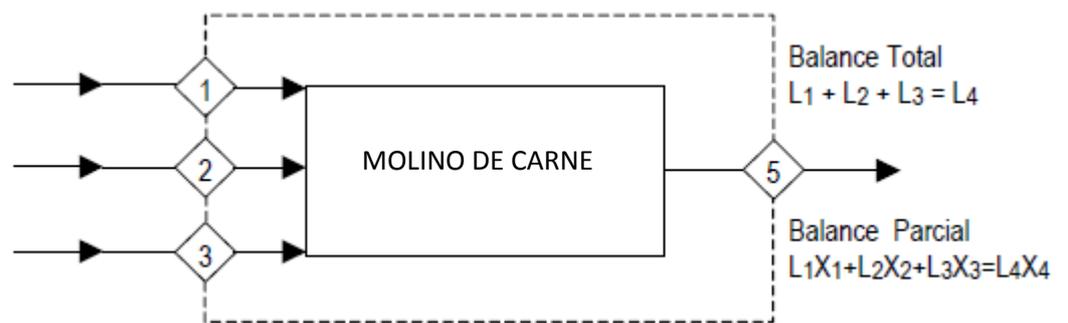
- Esbozar el esquema del proceso, usando la simbología apropiada y los datos de operación conocidos.
- Plantear el problema vía ecuaciones algebraicas.
- Efectuar los cálculos, vía sustitución de datos en las ecuaciones planteadas.

El balance de materia se basa en la Ley de Conservación de la masa anunciada por Lavoisier. "En cada proceso hay exactamente la

misma cantidad de sustancia presente antes y después que el proceso haya sucedido. Solo se transforma la materia''.

Los tipos más frecuentes de balance de materia y energía son:

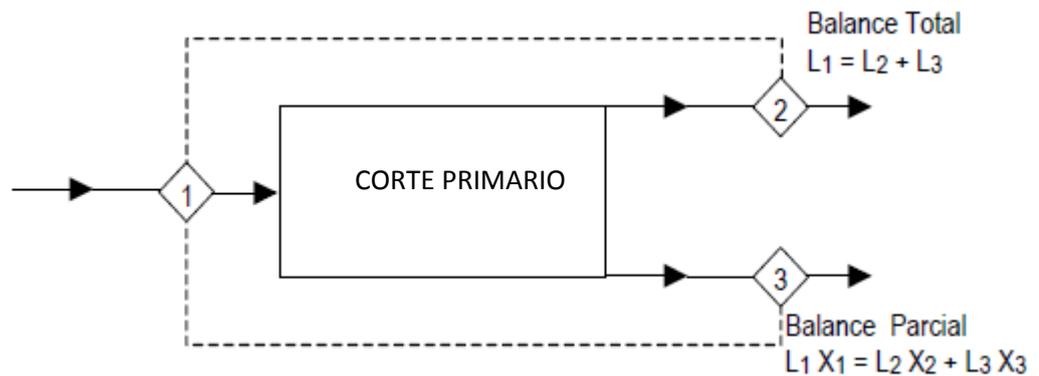
Los de mezclado de dos o más corrientes para dar una o más corrientes.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014)

FIGURA 4.1 BALANCE TOTAL CON UNA CORRIENTE

Los de separación, en los que se forman dos o más corrientes a partir de una.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.2 BALANCE TOTAL CON 2 CORRIENTES

El diagrama de flujo del proceso se muestra en la figura 2.2.

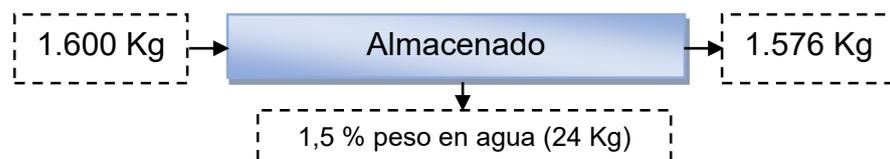
Etapas de recepción y pesado

Se realiza el pesado de la canal, en la balanza de 300 Kg de capacidad, el peso promedio de la canal que se recibe en la planta es de 160 Kg.

- Número de canales por día de producción: 10
- Peso de la Canal promedio: 160 Kg
- Peso total a recibir por día de producción: 1.600 Kg

Etapa de almacenamiento en cámara de frío

Durante el almacenamiento en la cámara de frío las canales pierden el 1,5 % del peso en agua, dato que hay que considerar para los cálculos posteriores.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.3 BALANCE DE MASA ETAPA ALMACENAMIENTO

Donde:

$$m_a^o = 1.600 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 1,5 \% m_a^o$$

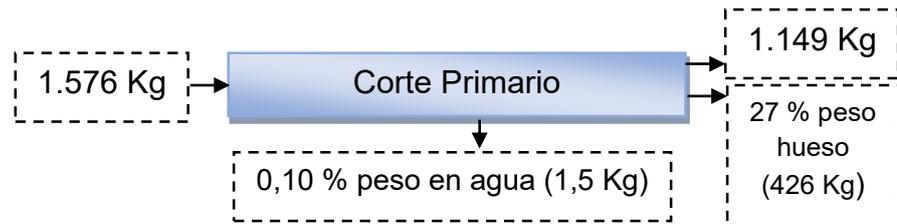
$$m_a^f = 1.600 \text{ Kg} - 24 \text{ Kg} = 1.576 \text{ Kg}$$

$m_a^f = 1.576 \text{ Kg}$ (peso de las 10 canales después de las 24 horas de almacenamiento)

Etapa de corte primario

Como resultado de separar la carne del hueso, se obtiene que el hueso representa el 27 % del peso total de la canal que proviene de la etapa de corte primario.

Con estos datos se procede a realizar los respectivos cálculos tomando en cuenta que el corte de la carne genera una pérdida del 0,1 % en agua por el tiempo que dura el proceso y la manipulación de los cortes.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.4 BALANCE DE MASA ETAPA DE CORTE PRIMARIO

Donde:

$$m_a^o = 1.576 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 27 \% m_a^o - 0,10 \% m_a^o$$

$$m_a^f = 1.576 \text{ Kg} - 426 \text{ Kg} - 1,5 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = 1.149 \text{ Kg de pulpa de carne}$$

Se concluye que la pulpa de carne de res en un día de proceso es de 1.149 Kg después de la etapa de corte primario.

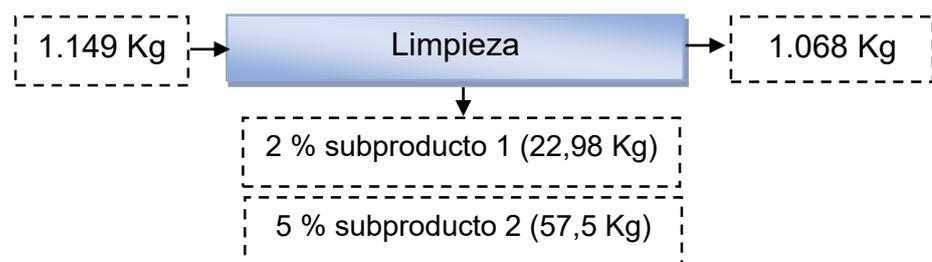
Los 426 Kg corresponden a la cantidad de hueso carnudo que entran en la etapa de corte de hueso.

Se pierde 1,5 Kg de agua por manipulación de los cortes grandes de carne.

Etapa de limpieza

En esta etapa del proceso se obtiene el 2 % del peso total que ingresa, en pedazos de carnes que se asigna para hacer carne molida generando el subproducto 1. Así también se genera el 5 % de merma 1, lo que se convierte en subproducto 2 ya que es la piltrafa que se vende a las industrias de embutidos.

La masa inicial que ingresa al proceso de limpieza, es la masa total resultante de la etapa de cortes primarios.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.5 BALANCE DE MASA ETAPA DE LIMPIEZA

Donde:

$$m_a^o = 1.149 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 7 \% m_a^o$$

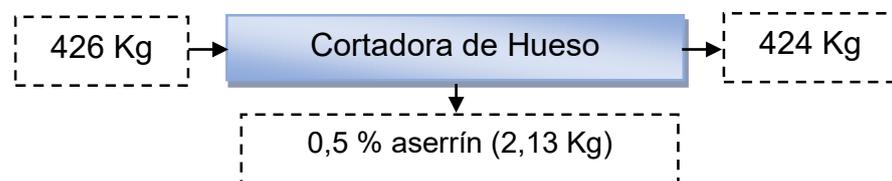
$$m_a^f = 1.149 \text{ Kg} - 80,48 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = 1.068,52 \text{ Kg pulpa de carne de res}$$

Etapa corte de hueso

En esta etapa la masa inicial es la cantidad total de hueso que resulta de la etapa de corte primario.

Se debe considerar que el hueso al ser cortado genera una merma correspondiente al 0,5 % de su peso total.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.6 BALANCE DE MASA ETAPA CORTE DE HUESO

Donde:

$$m_a^o = 426 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 0,5 \% m_a^o$$

$$m_a^f = 426 \text{ Kg} - 2,13 \text{ Kg}$$

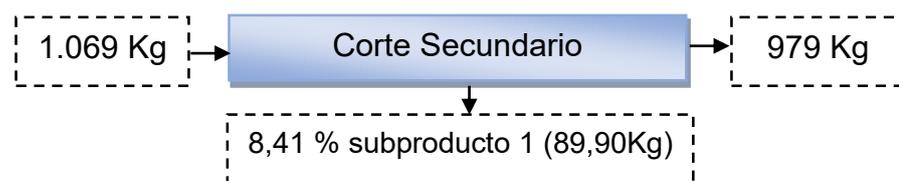
$$m_a^f = 423,87 \text{ Kg de hueso carnudo.}$$

Etapa corte secundario

En esta etapa del proceso se realiza los cortes de la pulpa de carne proveniente de la etapa de limpieza, los cortes grandes de carne se los convierte en cortes más pequeños de acuerdo a la capacidad que

tiene el empaque a ser utilizado, en este caso los cortes deben tener un peso promedio de 0,500 Kg.

En esta etapa se asigna el 8,41 % de peso en producto destinado para carne molida.



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.7 BALANCE DE MASA ETAPA CORTE SECUNDARIO

Donde:

$$m_a^o = 1.069 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 8,41 \% m_a^o$$

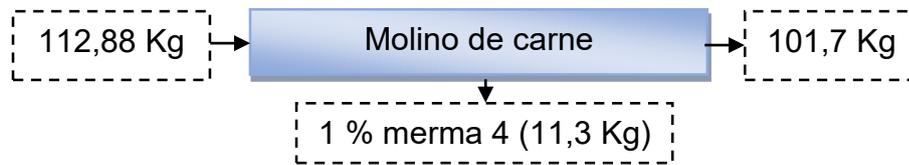
$$m_a^f = 1.069 \text{ Kg} - 89,90 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = 979,10 \text{ Kg}$$

Se obtiene 979,10 Kg de pulpa de carne de res lista para ser empacada y 89,90 Kg que ingresan al molino de carne junto con los demás subproductos 1 obtenidos en etapas anteriores del proceso.

Etapa molino de carne

En esta etapa del proceso, ingresa al molino todas las masas resultantes denominadas subproducto 1. A continuación el balance:



Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

FIGURA 4.8 BALANCE DE MASA ETAPA MOLINO DE CARNE

Donde:

$$m_a^o = 22,98 \text{ Kg} + 89,90 \text{ Kg} = 112,88 \text{ Kg}$$

$$m_a^f = m_a^o - 1 \% m_a^o$$

$$m_a^f = 101,7 \text{ Kg}$$

Se concluye que la masa total que ingresa a la etapa de empacado de carne molida es de 101,7 Kg.

Después de haber analizado todas las etapas de proceso se llega a las siguientes conclusiones:

Se obtiene 979,10 Kg de pulpa de carne de res lista para ser empacada y distribuida a las cadenas lo que representa un 61,19 % del peso inicial total que ingresa al proceso.

Se obtiene 424 Kg de hueso carnudo lo que representa el 26,5 % del total de la masa inicial de carne de res.

Se obtiene 101,70 Kg de carne molida de res, lo que representa un 6,35 % del total de la masa inicial de carne de res.

Se logra reducir la merma de 8,91 % de la situación actual a 5,39 % en la situación propuesta.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA

En este capítulo se analiza si el proyecto es factible financieramente, es decir, si la inversión inicial más los costos operativos, serán recuperados y en qué tiempo. Para hacer el análisis financiero se analiza el TIR tasa interna de retorno y el VAN valor actual neto, estos dos conceptos son de gran utilidad para hacer el análisis de la factibilidad financiera.

Lo que se pretende concluir es saber qué es lo más conveniente para la cadena de supermercados, invertir en la planta centralizada de carne de res o invertir el dinero o capital en una póliza de ahorro cuyo % de interés le permita obtener más ganancias después de un periodo de 5 años comparado con los ingresos y/o utilidades generadas por la planta centralizada.

A continuación se realiza el análisis del TIR y VAN.

5.1 Tasa Interna de Retorno (TIR)

El cálculo del VAN requiere la selección previa de una tasa de descuento que, como referencia, puede ser el costo de capital de la empresa.

Se define la TIR como la tasa que hace cero el VAN, es decir, aplicando la siguiente expresión:

$$\sum_{t=0}^n \left(\frac{F_t}{(1+r)^t} = 0 \right)_{(1)}$$

Donde r en esta expresión es ahora la tasa interna de retorno TIR del proyecto.

Lo anterior nos indica que la TIR es la tasa para la cual la sumatoria de los beneficios totales actualizados es igual a la sumatoria de los costos totales actualizados. La relación beneficio/costo para esta tasa es igual a 1.

La evaluación se realiza comparando con el costo de capital de la empresa. Si el costo de capital es r_1 y la TIR encontrada es superior, el proyecto es aceptable. Si por el contrario el costo de capital fuera r_2 , superior al valor encontrado para la TIR, el proyecto es inconveniente y debe rechazarse. Una TIR igual al costo de capital

indica que el proyecto es indiferente y por lo tanto su ejecución no representa beneficios adicionales a la empresa.

- TIR > Costo de capital, el proyecto se acepta
- TIR < Costo de capital, el proyecto se rechaza
- TIR = Costo de capital, el proyecto es indiferente

Cálculo de la TIR

Expandiendo la ecuación (1) de definición:

$$-\frac{F_0}{(1+r)^0} + \frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (2)$$

La ecuación (2) puede resolver por prueba y error y encontrarse el valor de r (TIR) que haga cero la ecuación. Este cálculo puede hacerse utilizando una hoja electrónica o con una calculadora programable.

En el caso general, sin embargo, pueden darse soluciones múltiples para casos en que produzca más de un flujo negativo.

Matemáticamente la TIR es la raíz del polinomio:

$$F_N X^N + F_{N-1} X^{N-1} + \dots + F_2 X^2 + F_1 X^1 - F_0 = 0 \quad (3)$$

La ecuación 3 se refiere a la expresión del VAN donde la variable del polinomio es $X = 1/(1+r)$ que incluye a r como variable asociada.

Ahora bien, el polinomio (3) de grado n tiene un máximo de n raíces reales y n raíces complejas, por lo que se deduce que la TIR no es un indicador único para cada proyecto. Este hecho de que la TIR no siempre sea única hace que no sea un indicador tan robusto como el VAN.

El requisito para que la TIR sea única y tenga validez y utilidad como indicador, es que el proyecto sea típico, es decir, que en sus flujos exista un solo cambio de signo (en la mayoría de los casos de flujo de caja, el o los primero flujos son negativos seguidos de flujos positivos) y que la suma de los flujos sea mayor que cero. O bien, si todos los flujos son positivos se tendrá una TIR infinita, pero que no tiene sentido económico. Situación similar ocurriría si los flujos iniciales son todos positivos y los siguientes negativos, en cuyo caso nos convendría elegir el menor TIR. Realmente, no existe caso real que presente un perfil de flujos de esta forma. (Gustavo Guerrero Macías, 2007).

5.2 Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto.

El valor actual neto también conocido como valor actualizado neto (en inglés Net Present Value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (4)$$

Donde:

V_t Representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n Es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es k. Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. En otros casos, se utilizará el coste de oportunidad.

Cuando el VAN toma un valor igual a 0, k pasa a llamarse TIR (tasa interna de retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

Es importante definir el volumen máximo de producción de la planta procesadora de carnes de res, para así poder estimar la producción máxima en 5 años y estimar los costos de producción.

La capacidad máxima de producción de la planta es de 25 canales por día.

Se proyecta tener un crecimiento en ventas del 20 al 30 % del volumen de producción por año. Se muestra en el la tabla 6 a continuación:

TABLA 6
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN PROYECTADO EN 5 AÑOS

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE CANALES PROYECTADO EN 5 AÑOS					
AÑO	%	DÍA	SEMANA	MES	AÑO
AÑO 1		10	60	252	3024
AÑO 2	20%	12	72	302	3629
AÑO 3	25%	15	90	378	4536
AÑO 4	29%	19	116	488	5851
AÑO 5	30%	25	151	634	7607

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

Después de haber definido el volumen total de producción por año, se obtiene un estimativo para comparar costos de producción anuales con los valores en venta totales considerando un margen de ganancia para la cadena de autoservicios mínimo del 21 % sobre el valor venta. Cabe indicar que el margen que maneja la cadena es del 30 % en la línea de carnes de res, en este proyecto se utiliza un margen conservador.

En la tabla 6 se muestra el valor del número de canales procesadas en los próximos 5 años en la planta centralizada de carne de res, multiplicando por el peso promedio de cada canal que se recibe en la planta centralizada se obtiene el valor en kilos de carne de res procesado por año.

Como se trata de una cadena de autoservicio, para la venta de carne de res, solo se realiza pedidos de carne a la planta centralizada del volumen que se estima vender en un tiempo máximo de 48 horas de exhibición en percha, por lo tanto se puede decir que todo el volumen de producción será vendido por la cadena de autoservicio.

El valor de la inflación también se considera para el costo kilo de la canal, es decir se estima que el proveedor aumentara sus precios de entrega en un 5 % anual.

A continuación en la tabla 7, se muestra el costo anual de producción considerando que los sueldos aumentan un 5 %, los costos operativos aumentan 5 % anual y la inflación anual en un 5 %:

TABLA 7
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN Y UTILIDAD POR AÑO

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN Y MARGEN EN \$ AL AÑO								
AÑO	CANAL	Kg	Kg TOTAL	COSTO \$/Kg	COSTO TOTAL	MARGEN	VALOR VENTA	UTILIDAD
AÑO 1	3024	160	483.840	\$ 3,19	\$ 1.543.450	21%	\$ 1.953.734	\$ 410.284
AÑO 2	3629	160	580.608	\$ 3,35	\$ 1.944.746	21%	\$ 2.461.704	\$ 516.958
AÑO 3	4536	160	725.760	\$ 3,52	\$ 2.552.480	21%	\$ 3.230.987	\$ 678.507
AÑO 4	5851	160	936.230	\$ 3,69	\$ 3.457.334	21%	\$ 4.376.372	\$ 919.038
AÑO 5	7607	160	1.217.100	\$ 3,88	\$ 4.719.261	21%	\$ 5.973.748	\$ 1.254.487

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

Se calcula el flujo de caja como se muestra en la tabla 8 a continuación:

TABLA 8
FLUJO DE CAJA EN LOS PRIMEROS 5 AÑOS

FLUJO DE CAJA EN LOS PRIMEROS 5 AÑOS			
AÑO	COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL	UTILIDAD	FLUJO DE CAJA
AÑO 1	\$ 584.513	\$ 410.284	- \$ 174.229
AÑO 2	\$ 613.738	\$ 516.958	-\$ 96.780
AÑO 3	\$ 644.425	\$ 678.507	\$ 34.082
AÑO 4	\$ 676.647	\$ 919.038	\$ 242.392
AÑO 5	\$ 710.479	\$ 1.254.487	\$ 544.008

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

Aplicando la fórmula del VAN, con diferentes tasas de actualización, se obtiene los siguientes resultados:

TABLA 9
VALOR ACTUAL NETO SITUACION PROPUESTA

TASA	VAN
5%	\$ 334.616
10%	\$ 218.668
20%	\$ 77.335
30%	\$ 4.284
30,850%	\$ 0
40%	-\$ 33.715
50%	-\$ 53.060

Elaborado por: Miguel Aguiar G., Leonardo Da Silva S. (2014).

Se puede observar que para diferentes tasas de actualización el resultado son valores diferentes, para una tasa del 30,85 % el VAN es de 0, lo que quiere decir es que si existiera un banco que ofrezca el esta tasa de interés, se podría considerar en no invertir en este proyecto.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Al centralizar el proceso, se disminuye los costos de producción en un 36,28 % comparado con el costo de producción actual.
2. Al establecer un control en toda la línea de proceso hasta el expendio en los puntos de venta, se logra mejorar la presentación del producto final.
3. Al comparar los costos de producción actuales con los propuestos se determina que los rubros con mayor porcentaje de ahorro es el costo de la maquinaria con un 91,54 % de ahorro y el costo de la merma con un 55,61 %.
4. El diseño de la planta centralizada cumple con todos los requerimientos establecidos por el Ministerio de Salud Pública, los equipos seleccionados son técnicamente viables y tienen la

capacidad para procesar 25 canales por día, considerando que la demanda crecerá entre un 20 a 30 % anual.

5. Se logra reducir la merma de 8,91 % de la situación actual a 5,39 % en la situación propuesta.
6. Se disminuye el porcentaje de merma en un 39,49 % en el proceso de producción propuesto por la técnica de corte del personal capacitado en planta, esto permite que se baje el porcentaje de tejidos y exceso de grasas (merma 1) del 10 al 5 % en la situación propuesta. Adicional a esto, este 5 % resultante llamado merma 1 se convierte en subproducto 2 (tejidos y exceso de grasas que se vende a la industria de embutidos) permitiendo así bajar los costos generados por mermas en un 55,61 % final.
7. Se determina que la canal debe ser recibida a no más de 40°C, a pocas horas de haber sido faenada, debe alcanzar una temperatura de 4°C en un tiempo de 20 horas almacenada en la cámara de maduración.
8. La cámara de maduración debe contar con un equipo de refrigeración con un compresor de 10,703 HP o el inmediato superior y la cámara de proceso debe tener un equipo de refrigeración con un compresor de 22,88 HP o el inmediato superior que exista en el mercado para las 25 canales.

9. El empaque a utilizar es una bandeja de poliestireno expandible, que tiene una capacidad de 500 g con base auto absorbente de fluidos, con una etiqueta de mejor calidad y más informativa para mejorar la presentación en percha. El costo del empaque propuesto es 100 % mayor que el costo del empaque de la situación actual, sin embargo los costos totales de empaque no aumentan, se mantienen, ya que se requiere de menos números de empaques en el diseño propuesto. Se puede concluir que con el mismo presupuesto en este rubro, se procesa con un empaque de mejores características.
10. El proyecto es factible financieramente ya que de acuerdo a la inversión inicial y el flujo de caja en los primeros 5 años, se obtiene una TIR del 30,84 %, lo que define que el proyecto es rentable para la cadena de autoservicios.
11. Debido a la entrega centralizada, se logra disminuir el precio de costo de la canal en un 1,84 %, ya que el proveedor se ahorra el gasto de tiempo y de movilización que tenía al entregar local por local.

6.2 Recomendaciones

1. Implementar las normas establecidas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador al momento de instalar la planta centralizada, para obtener los respectivos permisos de funcionamiento.
2. Realizar a diario análisis microbiológicos de calidad, esto asegura que la manipulación de la carne se haya realizado de la mejor manera.
3. Se recomienda capacitar al personal sobre los procedimientos que deben realizar en cada una de las etapas. Para estas capacitaciones se deben aplicar métodos pedagógicos para asegurar la retención de la información.
4. Utilizar técnicas de mercadeo para definir precios y promociones que vayan acorde al sector socioeconómico donde se encuentren los locales, para que exista una buena rotación de productos.
5. Se recomienda realizar un plan de manejo de desechos sólidos y de tratamiento de aguas residuales con una empresa certificada, para poder cumplir con las ordenanzas municipales.
6. Si se va a implementar algún equipo o realizar algún cambio en la infraestructura se recomienda primero realizar el estudio con

un programa de simulación de procesos para poder obtener datos importantes de tiempo y productividad.

ANEXOS

ANEXO A

PESO PROMEDIO DE CORTES QUE COMPONEN UNA CANAL

PESO PROMEDIO POR CORTE EN KILOS		
CORTE	KILOS	PARTE DE LA CANAL
PULPA BRAZO	4,46	brazo
B.B.Q.	1,05	brazo
BRISKET	3	brazo
CORTE POPULAR	14,9	brazo
ESTOFADO	5,05	brazo
LOMO DE AGUJA	3,6	brazo
PALETA	8,25	brazo
PECHO CON HUESO	3	brazo
LOMO FINO	2,67	pierna
COLA	0,71	pierna
COSTILLA CORTADA	11,2	pierna
FALDA	2,57	pierna
LOMO ASADO/FALDA	5,33	pierna
PAJARILLA/PUNTA CADERA	4	pierna
PULPA BLANCA/REDONDA	6,23	pierna
PULPA NEGRA/TOPROUND	9,13	pierna
SALON	4,08	pierna
SIRLON	1,51	pierna
STEAK SUIZO	4,13	pierna
MOLIDA	13,52	pierna y brazo
OSOBUCO/RODAJA	4,52	pierna y brazo
STEAK ESPECIAL	3,04	pierna y brazo
HUESO CARNUDO	44,05	pierna y brazo
TOTAL	160,00	Kg

ANEXO B**VOLUMEN DE PRODUCCIÓN SITUACIÓN ACTUAL**

VOLUMENES DE PRODUCCIÓN ACTUAL				
SUCURSAL	NÚMERO DE CANALES			
	DÍA	SEMANA	MES	AÑO
1	1,50	9,00	37,80	453,60
2	0,75	4,50	18,90	226,80
3	0,75	4,50	18,90	226,80
4	0,75	4,50	18,90	226,80
5	0,75	4,50	18,90	226,80
6	0,13	0,78	3,28	39,31
7	0,75	4,50	18,90	226,80
8	0,75	4,50	18,90	226,80
9	0,50	3,00	12,60	151,20
10	0,13	0,78	3,28	39,31
11	0,13	0,78	3,28	39,31
12	0,13	0,78	3,28	39,31
13	0,13	0,78	3,28	39,31
14	0,13	0,78	3,28	39,31
15	0,13	0,78	3,28	39,31
16	0,13	0,78	3,28	39,31
17	0,13	0,78	3,28	39,31
18	0,13	0,78	3,28	39,31
19	0,13	0,78	3,28	39,31
20	0,13	0,78	3,28	39,31
21	0,13	0,78	3,28	39,31
22	0,50	3,00	12,60	151,20
23	0,50	3,00	12,60	151,20
24	0,13	0,78	3,28	39,31
25	0,68	4,08	17,14	205,63
TOTAL	10	60	252	3024

ANEXO C

NÚMERO DE EMPAQUES POR CORTE PROCESADO

NÚMERO DE EMPAQUES		
CORTE	CORTE (Kg)	TOTAL DE EMPAQUES
PULPA BRAZO	4,46	18
B.B.Q.	1,05	4
BRISKET	3	12
CORTE POPULAR	14,9	60
ESTOFADO	5,05	20
LOMO DE AGUJA	3,6	14
PALETA	8,25	33
PECHO CON HUESO	3	12
LOMO FINO	2,67	11
COLA	0,71	3
COSTILLA CORTADA	11,2	45
FALDA	2,57	10
LOMO ASADO/FALDA	5,33	21
PAJARILLA/PUNTA CADERA	4	16
PULPA BLANCA/REDONDA	6,23	25
PULPA NEGRA/TOPROUND	9,13	37
SALON	4,08	16
SIRLON	1,51	6
STEAK SUIZO	4,13	17
MOLIDA CORRIENTE	13,52	54
OSOBUCO/RODAJA	4,52	18
STEAK ESPECIAL	3,04	12
HUESO CARNUDO	44,05	
TOTAL	160	464

ANEXO D

COSTO DE MANO DE OBRA

SUELDOS Y BENEFICIOS POR LEY AL AÑO				
RUBRO	Nº EMPLEADOS	SUELDO	MES	AÑO
SUELDO	75	\$ 340,00	\$ 25.500,00	\$ 306.000,00

HORAS EXTRAS AL 50 %				
RUBRO	Nº H. EXTRAS	COSTO	MES	AÑO
HORAS AL 50 %	400	\$ 0,71	\$ 283,33	\$ 3.400,00

DÉCIMO TERCERO Y CUARTO SUELDO				
RUBRO	Nº EMPLEADOS	SUELDO	HORAS EXTRAS	AÑO
DÉCIMO TERCERO	75	\$ 340,00	\$ 3.400,00	\$ 25.783,33
DÉCIMO CUARTO	75	\$ 340,00		\$ 25.500,00
TOTAL (\$)				\$ 360.683,33

ANEXO E

SUMINISTROS Y SERVICIOS

SUMINISTROS				
DESCRIPCIÓN	Kw/h	Nº SUCURSALES	KW/HORA (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
ENERGIA ELÉCTRICA	3,73	25	\$ 0,10	\$ 80.568,00
DESCRIPCIÓN	m³/DÍA	Nº SUCURSALES	m³ AGUA	TOTAL ANUAL (\$)
AGUA POTABLE	2	25	\$ 0,75	\$ 1.125,00
DESCRIPCIÓN	\$/DÍA	Nº SUCURSALES	COSTO MENSUAL	TOTAL ANUAL (\$)
TELÉFONO	\$ 2,00	25	\$ 1.500,00	\$ 18.000,00
MATERIALES DE OFICINA	\$ 5,00	25	\$ 3.750,00	\$ 45.000,00
MATERIAL DE LIMPIEZA	\$ 10,0	25	\$ 7.500,00	\$ 90.000,00
REPUESTOS DE MAQUINARIAS	\$ 2,00	25	\$ 1.500,00	\$ 18.000,00
TOTAL (\$)				\$ 252.693,00

ANEXO F**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS**

COSTO DE EQUIPOS			
MAQUINARIA	CANTIDAD	COSTO (\$)	TOTAL (\$)
BALANZA INDUSTRIAL	25	\$ 800,00	\$ 20.000,00
MESA DE PROCESO	25	\$ 600,00	\$ 15.000,00
MESA EMPACADO MANUAL	25	\$ 400,00	\$ 10.000,00
MOLINO	25	\$ 1.900,00	\$ 47.500,00
CUCHILLO	50	\$ 25,00	\$ 1.250,00
SIERRA CORTADORA DE HUESO	25	\$ 1.700,00	\$ 42.500,00
TERMOSELLADORA	25	\$ 160,00	\$ 4.000,00
BALANZA ETIQUETADORA	25	\$ 3.800,00	\$ 95.000,00
CÁMARA DE REFRIGERACIÓN	25	\$ 5.000,00	\$ 125.000,00
SISTEMA DE SOPORTES Y GANCHOS	25	\$ 600,00	\$ 15.000,00
TOTAL			\$ 375.250,00
DEPRECIACIÓN ANUAL (\$)			\$ 37.525,00

ANEXO G**IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS**

TOTAL DE DESPERDICIOS EN Kg				
DESCRIPCIÓN	DÍA	SEMANA	MES	AÑO
PRODUCCIÓN	1600	9600	40320	483840
MERMA 1	114,90	689,40	2895,48	34745,76
MERMA 2	25,6	153,6	645,12	7741,44
MERMA 3	2,13	12,78	53,69	644,23
TOTAL (KG)	142,61	855,64	3593,68	43124,18
COSTO/KG CANAL (\$)	\$ 3,25	\$ 3,25	\$ 3,25	\$ 3,25
TOTAL (\$)	\$ 463,47	\$ 2.780,82	\$ 11.679,46	\$ 140.153,57

ANEXO H

EFICIENCIA DEL PROCESO

DESCRIPCIÓN	EFICIENCIA DEL PROCESO		
	Nº CANALES	COSTO ANUAL (\$)	COSTO/CANAL
ACTUAL	3024	\$ 917.282,71	\$ 303,33

ANEXO I

HOJA DE RECEPCIÓN DE CANAL

HOJA DE RECEPCIÓN DE CANAL						
NÚMERO DE DOCUMENTO:						
JEFE ENCARGADO:						
DATOS						
FECHA	HORA	PLACA	CHOFER	RAZÓN SOCIAL	T ° DEL FURGÓN (°C)	T ° DE LA CANAL (°C)

ANEXO J**NÚMERO DE EMPAQUES POR CORTE PROCESADO SITUACIÓN
PROPUESTA**

NÚMERO DE EMPAQUES			
CORTE	PESO (KG)	ORIGEN	TOTAL DE EMPAQUES
PULPA BRAZO	4,46	brazo	9
B.B.Q.	1,05	brazo	2
BRISKET	3	brazo	6
CORTE POPULAR	14,9	brazo	30
ESTOFADO	5,05	brazo	10
LOMO DE AGUJA	3,6	brazo	7
PALETA	8,25	brazo	17
PECHO CON HUESO	3	brazo	6
LOMO FINO	2,67	pierna	5
COLA	0,71	pierna	1
COSTILLA CORTADA	11,2	pierna	22
FALDA	2,57	pierna	5
LOMO ASADO/FALDA	5,33	pierna	11
PAJARILLA/PUNTA CADERA	4	pierna	8
PULPA BLANCA/REDONDA	6,23	pierna	12
PULPA NEGRA/TOPROUND	9,13	pierna	18
SALON	4,08	pierna	8
SIRLON	1,51	pierna	3
STEAK SUIZO	4,13	pierna	8
MOLIDA CORRIENTE	3,27	pierna y brazo	7
MOLIDA ESPECIAL	10,25	pierna y brazo	21
OSOBUCO/RODAJA	4,52	pierna y brazo	9
STEAK ESPECIAL	3,04	pierna y brazo	6
HUESO CARNUDO	44,05	pierna y brazo	
TOTAL	160		232

ANEXO K

SUELDO DEL PERSONAL SITUACIÓN PROPUESTA

NÚMERO DE EMPLEADOS			
PUESTOS DE TRABAJO	CANTIDAD	SUELDO/MES (\$)	TOTAL (\$)
CARNICEROS	6	\$ 500,00	\$ 3.000,00
AUXILIARES	14	\$ 345,00	\$ 4.830,00
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	2	\$ 600,00	\$ 1.200,00
SECRETARIA	2	\$ 600,00	\$ 1.200,00
CONTROL DE CALIDAD	2	\$ 800,00	\$ 1.600,00
GERENTE DE PLANTA	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
TOTAL	27	\$ 4.845,00	\$ 13.830,00

ANEXO L

COSTO HORA POR CARGO DE TRABAJO Y HORAS EXTRAS

COSTO HORAS SUPLEMENTARIAS Y EXTRAORDINARIAS			
PUESTOS DE TRABAJO	COSTO HORA	AL 50 %	AL 100 %
CARNICEROS	\$ 2,08	\$ 1,04	\$ 2,08
AUXILIARES	\$ 1,44	\$ 0,72	\$ 1,44
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	\$ 2,50	\$ 1,25	\$ 2,50
SECRETARIA	\$ 2,50	\$ 1,25	\$ 2,50
CONTROL DE CALIDAD	\$ 3,33	\$ 1,67	\$ 3,33
GERENTE DE PLANTA	\$ 8,33	\$ 4,17	\$ 8,33
TOTAL			

TOTAL HORAS SUPLEMENTARIAS AL MES					
PUESTOS DE TRABAJO	HORAS POR EMPLEADO	Nº EMPLEADOS	TOTAL HORAS	COSTO/HORA AL 50 %	COSTO TOTAL
CARNICEROS	20	6	120	\$ 1,04	\$ 125,00
AUXILIARES	20	14	280	\$ 0,72	\$ 201,25
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	20	2	40	\$ 1,25	\$ 50,00
SECRETARIA	20	2	40	\$ 1,25	\$ 50,00
CONTROL DE CALIDAD	20	2	40	\$ 1,67	\$ 66,67
GERENTE DE PLANTA					
TOTAL			520		\$ 492,92

TOTAL HORAS EXTRAORDINARIAS AL MES					
PUESTOS DE TRABAJO	HORAS POR EMPLEADO	Nº EMPLEADOS	TOTAL HORAS	COSTO/HORA AL 100 %	COSTO TOTAL
CARNICEROS	38	6	228	\$ 2,08	\$ 475,00
AUXILIARES	38	14	532	\$ 1,44	\$ 764,75
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	38	2	76	\$ 2,50	\$ 190,00
SECRETARIA	38	2	76	\$ 2,50	\$ 190,00
CONTROL DE CALIDAD	38	2	76	\$ 3,33	\$ 253,33
GERENTE DE PLANTA					
TOTAL			988		\$ 1.873,08

ANEXO M

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

SUELDOS Y BENEFICIOS POR LEY AL AÑO CON 27 EMPLEADOS + HORAS EXTRAS		
RUBRO	MES	AÑO
SUELDOS	\$ 13.830,00	\$ 165.960,00
HORAS EXTRAS	\$ 2.366,00	\$ 28.392,00
DECIMO TERCERO		\$ 16.196,00
DECIMO CUARTO		\$ 9.180,00
TOTAL (\$)		\$ 219.728,00

SUELDOS Y BENEFICIOS POR LEY AL AÑO CON 36 EMPLEADOS SIN HORAS EXTRAS		
RUBRO	MES	AÑO
SUELDOS	\$ 18.210,00	\$ 218.520,00
HORAS EXTRAS	\$ 0,00	\$ 0,00
DÉCIMO TERCERO		\$ 18.210,00
DÉCIMO CUARTO		\$ 12.240,00
TOTAL (\$)		\$ 248.970,00

ANEXO N

SUMINISTROS Y SERVICIOS

SUMINISTROS			
DESCRIPCIÓN	Kw/HORA	Kw/HORA (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
ENERGÍA ELÉCTRICA	24,97	\$ 0,10	\$ 21.574,08
DESCRIPCIÓN	m³/Mes	m³ AGUA	TOTAL ANUAL (\$)
AGUA POTABLE	500	\$ 0,75	\$ 4.500,00
DESCRIPCIÓN	Nº SUCURSALES	COSTO MENSUAL	TOTAL ANUAL (\$)
TELÉFONO	1	\$ 100,00	\$ 1.200,00
MATERIALES DE OFICINA	1	\$ 100,00	\$ 1.200,00
MATERIAL DE LIMPIEZA	1	\$ 400,00	\$ 4.800,00
REPUESTOS DE MAQUINARIAS	1	\$ 200,00	\$ 2.400,00
ALQUILER LOCAL	1	\$ 2.000,00	\$ 24.000,00
UNIFORMES	1	\$ 6.023,52	\$ 6.023,52
GAVETAS	1	\$ 489,75	\$ 5.876,99
TOTAL (\$)			\$ 71.574,59

ANEXO O

DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

EQUIPOS PARA OPERACIÓN EN PLANTA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
BALANZA AEREA 300 KG	1	\$ 400	\$ 400
TERMOSELLADORA DE BANDEJAS	2	\$ 200	\$ 400
MOLINO DE CARNE	1	\$ 2.000	\$ 2.000
SIERRA CORTADORA DE HUESO	1	\$ 5.000	\$ 5.000
BALANZA ETIQUETADORA DE MESA 14 KG	2	\$ 3.800	\$ 7.600
SELLADORA DE FUNDAS PARA HUESO	1	\$ 40	\$ 40
MESA DE ACERO INOXIDABLE	5	\$ 600	\$ 3.000
COCHE DE ACERO INOXIDABLE	1	\$ 700	\$ 700
SISTEMA DE RIELES Y GANCHOS	1	\$ 12.600	\$ 12.600
TOTAL			\$ 31.740
DEPRECIACIÓN ANUAL			\$ 3.174

ANEXO P

COSTO DE TRANSPORTE

SUC.	COSTO DE TRANSPORTE				
	Km	COSTO/KM	COSTO DIARIO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
1	50	\$ 0,85	\$ 42,50	\$ 510,00	\$ 6.120,00
2	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
3	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
4	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
5	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
6	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
7	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
8	160	\$ 0,85	\$ 136,00	\$ 1.632,00	\$ 19.584,00
9	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
10	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
11	100	\$ 0,85	\$ 85,00	\$ 1.020,00	\$ 12.240,00
12	250	\$ 0,85	\$ 212,50	\$ 2.550,00	\$ 30.600,00
13	30	\$ 0,85	\$ 25,50	\$ 306,00	\$ 3.672,00
14	30	\$ 0,85	\$ 25,50	\$ 306,00	\$ 3.672,00
15	30	\$ 0,85	\$ 25,50	\$ 306,00	\$ 3.672,00
16	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
17	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
18	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
19	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
20	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
21	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
22	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
23	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
24	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
25	10	\$ 0,85	\$ 8,50	\$ 102,00	\$ 1.224,00
TOTAL	830,00	\$ 21,25	\$ 705,50	\$ 8.466,00	\$ 101.592,00

ANEXO Q

IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS SITUACIÓN PROPUESTA

TOTAL DE DESPERDICIOS EN Kg				
DESCRIPCIÓN	DÍA	SEMANA	MES	AÑO
PRODUCCIÓN	1600	9600	40320	483840
MERMA 1	57	345	1448	17373
MERMA 2	25,58	153,46	644,52	7734,18
MERMA 3	2,13	12,78	53,69	644,23
MERMA 4	1,13	6,77	28,45	341,35
TOTAL (Kg)	28,84	173,01	726,65	26092,64
COSTO/Kg CANAL (\$)	\$ 3,25	\$ 3,25	\$ 3,25	\$ 3,25
TOTAL (\$)	\$ 91,98	\$ 562,29	\$ 2.361,60	\$ 84.801,09

ANEXO R

EFICIENCIA DEL PROCESO ACTUAL VS PROPUESTO

DESCRIPCIÓN	EFICIENCIA DEL PROCESO		
	# CANALES	COSTO ANUAL (\$)	COSTO/CANAL
ACTUAL	3024	\$ 917.282,71	\$ 303,33
PROPUESTA	3024	\$ 584.512,75	\$ 193,29
EFICIENCIA			36,28%

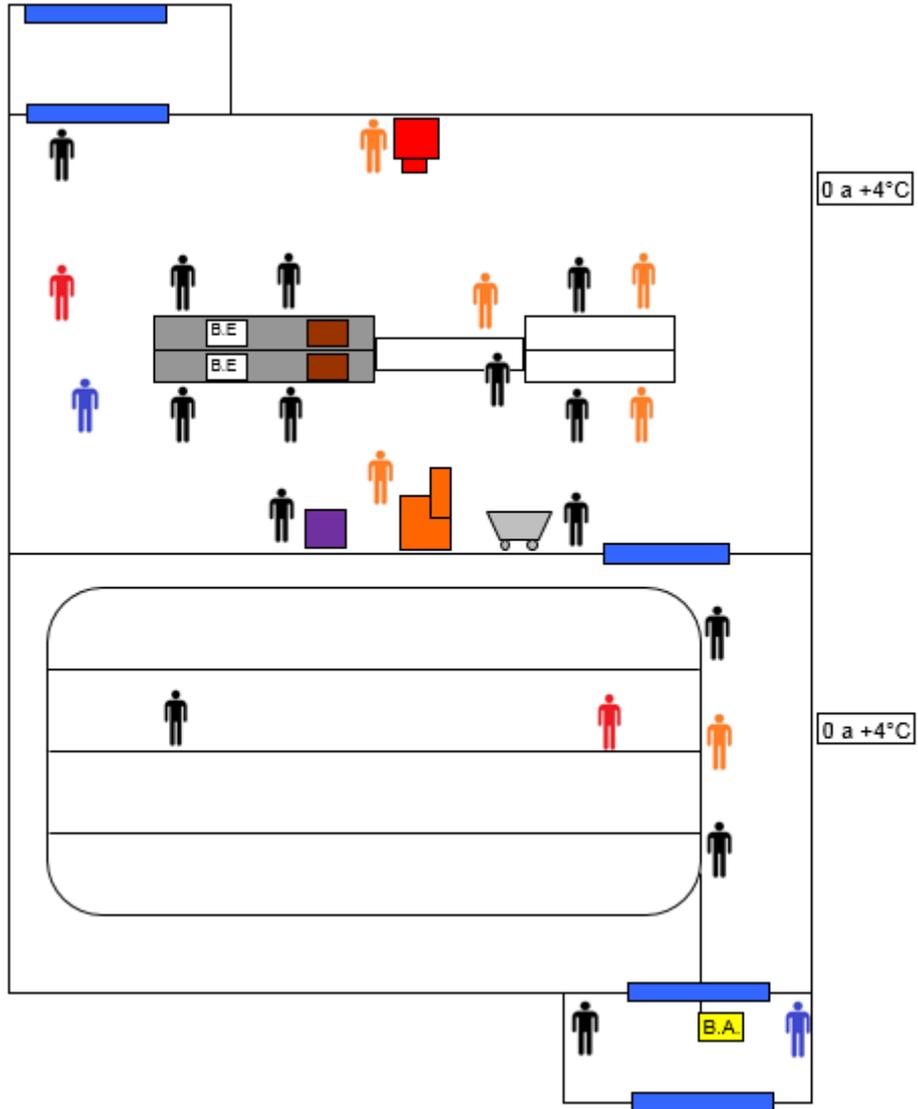
ANEXO S

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS	
NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Calor Especifico	Cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius).
Tiempo de refrigeración	Tiempo que demora el producto hasta conseguir la temperatura deseada final
Tiempo de almacenado	Tiempo que se mantendrá la Canal Almacenada en condiciones de temperatura y humedad relativa establecidos
Temperatura de almacenamiento	Valor de la Temperatura en °C que se mantendrá la cámara de almacenamiento de las canales
Temperatura inicial del producto	Valor de la Temperatura en °C que se recibe la canal en la planta centralizada de carne de res
Temperatura del piso	Valor de la Temperatura en °C que se encuentra el piso de la cámara de refrigeración antes de ingresar el producto
Temperatura del techo	Valor de la Temperatura en °C que se encuentra el techo de la cámara de refrigeración antes de ingresar el producto
Temperatura Pre cámara	Valor de la Temperatura en °C que se encuentra el ambiente anterior previo al ingreso de la cámara de refrigeración
Temperatura exterior al sol	Valor de la Temperatura en °C que se encuentra el ambiente exterior de la cámara considerando las condiciones más severas de T ° provocada por el sol
Poliuretano	Material Aislante que bordea las paredes de la cámara de refrigeración
Ancho del material aislante	Este dato se considera ya que depende del ancho del material aislante la capacidad de aislar el calor entre los cuerpos que separa
Coefficiente de conductividad térmica	El coeficiente de conductividad térmica es una característica de cada sustancia y expresa la magnitud de su capacidad de conducir el calor.
Humedad Relativa	Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire
Gasto o Flujo másico	Gasto másico o Flujo másico es en física la magnitud que expresa la variación de la masa en el tiempo. Matemáticamente es la diferencial de la masa con respecto al tiempo
Coefficiente de transferencia de calor	Relación entre el valor total de transferencia de calor por unidad de superficie, por radiación, convección y conducción a la temperatura resultante de la diferencia entre la superficie y el entorno

ANEXO T

LAYOUT DEL PROCESO PROPUESTO





Molino de carne



Sierra cortadora de hueso



Selladora de fundas



Termoselladora



Balanza etiquetadora



Balanza aérea



Supervisor de producción



Control de calidad



Carniceros



Auxiliares



Coche transportador

BIBLIOGRAFÍA

1. BOCIJA PREGO ADRIAN, Recuento de esporas de Clostridium. Rutal de búsqueda: Google - Recuento de esporas de Clostridium Sulfito-Recutores. Link: <http://es.scribd.com/doc/131169716/Recuento-de-Esporas-de-Clostridium-Sulfito-reductores>.
2. CHAVARRÍAS MARTA, Tiempo adecuado de maduración de carne de res. Rutal de búsqueda: Google – Maduración de la carne para ganar jugosidad – Consumer. Link: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2010/08/25/195277.php>
3. CASTILLO JORGE L., Contaminación, conservación y alteración de carnes. Rutal de búsqueda: Google – Carnes y sus derivados. Link: <http://www.monografias.com/trabajos15/contaminacion-carne/contaminacion-carne.shtml>.
4. DARNELGROUP, Bandeja Absorbente ideal para carnes. Rutal de búsqueda: Google – Bandejas Dry – Fresh | Darnel Group. Link: <http://www.darnelgroup.com/es/empaques/linea-white/bandejas-dry-freshr>.

5. DARNELGROUP, Línea de películas extensibles. Rutal de búsqueda: Google – Darnel Wrap Película Extensible | Darnel Group. Link: <http://www.darnelgroup.com/es/peliculas-laminas/darnel-wrap-pelicula-exensible/darnel-wrap-industrial>.
6. DE LOS SANTOS GARCÍA ENRIQUE, Carnes PSE (pálidas, blandas, exudativas). Rutal de búsqueda: Google – Que son las carnes Pse – Scribd. Link: <http://es.scribd.com/doc/225287426/Que-Son-Las-Carnes-Pse>
7. EFFENBERGER G.; SCHOTTE K., Empaquetado de la Carne y Productos Cárnicos. Acribia S.A. Zaragoza. España. 1972.
8. FAO, Almacenamiento refrigerado de las carnes frescas. Rutal de búsqueda: Google – Almacenamiento no refrigerado. Link: <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/t0566s12.htm>.
9. GIRARD J.P., Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos. Acribia S.A. Zaragoza. España. 1991.
10. GUERRERO MACIAS GUSTAVO, Proyectos de Inversión. Centro de difusión y publicaciones-ESPOL. Guayaquil. Ecuador. 2007.

11. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION INEN, INEN Carne requisitos. Rutal de búsqueda: Google – NTE INEN 2346 Carnes y menudencias. Link: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2346.2010.pdf>
12. LOPEZ DE TORRE G., CARBALLO GARCÍA B.M, MADRID VICENTE A., Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Mundi-Prensa. Madrid. España. 2001.
13. PALTRINIERI GAETANO, Taller de Carne. Trillas. México D.F.. México. 1995.
14. RANKEN M.D, Manual de industrias de la Carne. Mundi-Prensa. Madrid. España. 2003.
15. ROCHA DE MCGUIRE ANA ELIA, Calidad de la carne: Evitando problemas antes del sacrificio. Rutal de búsqueda: Google - Agotamiento glucógeno bovino. Link: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/frigorifico/articulos/calidad-carne-evitando-problemas-t2808/p0.htm>
16. SANCHEZ MARIA TERESA, Ingeniería del frío: Teoría y Práctica. Mundi Prensa S.A. Madrid. España. 2001.

17. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD,

Carnes DFD (oscuras, firmes y secas). Rutal de búsqueda:

Google – Carnes DFD. Link:

<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201511/Manejo%20y>

[%20Procesamiento%20de%20Carne%20II/carne_dfd_oscur](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201511/Manejo%20y%20Procesamiento%20de%20Carne%20II/carne_dfd_oscur)

[o_firme_seco.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201511/Manejo%20y%20Procesamiento%20de%20Carne%20II/carne_dfd_oscur)

18. VARNAM ALAN H., SUTHERLAND JANE P., Carne y

productos cárnicos. Acribia S.A. Zaragoza. España. 1998.