0600 DESCARTE

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.

PROYECTO DE UN RASTRO FRIGORIFICO PARA MANEJAR 800 TONELADAS DE CARNE EN LAS CUALES EL 18 °/o CORRESPONDE A RESES, EL 25 °/o A PUERCOS EL 55 °/o A POLLOS Y EL 2 °/o RESTANTE A CABRITOS, PAVOS Y CONEJOS.

T E S I S

que para obtener el título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
p r e s e n t a :

FRANCISCO JUAREZ LOZADA

México, D. F. 1963

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis amados padres:
Cecilio Juárez L. y Ma. del Rosario L. de Juárez, con veneración y eterno agradecimiento.

A mis hermanos:
Ma. del Rosario y J. Jesús,
con los sentimientos que a ellos me unen.

A mi tía:
Srita. Margarita Lozada M.,
por su desinteresada ayuda.

Al Sr. Dr. Ing. Miguel A. Santaló,
por el atinado y generoso apoyo -
que me brindó.

A mi añorada Escuela y
nobles Maestros.

A mis compañeros y
amigos.

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 73-
Exp. Núm. 73/214.2/1.-

Al Pasante señor Francísco JUAREZ LOZADA
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Miguel A. Santaló C., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero MECANICO ELECTRICISTA.

PROYECTO DE UN RASTRO FRIGORIFICO PARA MANEJAR 800 TONELADAS DE CARNE EN LAS CUALES EL 18 % CORRESPONDE A RESES, EL 25 % A PUERCOS EL 55 % A POLLOS Y EL 2 % RESTANTE A CABRITOS, PAVOS Y CONEJOS.

"El proyecto deberá cubrir los siguientes incisos:

1) Estudio general del rastro
2) Estudio de los sistemas transportadores.
3) Diseño de las cámaras frigoríficas.
4) Selección y diseño del sistema de refrigeración
5) Análisis económico."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F. 5 de Abril de 1962.
EL DIRECTOR

Ing. Antonio Dovalí Jaime

ADJ'MMO'eag

CONTENIDO

Introducción

Capítulo I

Estudio General del Rastro

Objeto del estudio

Funcionamiento del rastro

Descripción de los procesos de matanza

Localización del rastro

Programa de construcción

Sección administrativa

Corrales

Departamento de matanza

Departamento de vísceras

Cámaras frigoríficas

Conceptos sobre carnes refrigeradas y congeladas

Condiciones que deberán guardar las cámaras

Sala de máquinas

Taller de mantenimiento

Andenes

Capítulo II

Estudio de los Sistemas Transportadores

Generalidades

Diversos tipos de transportadores

Objeto del estudio de los sistemas transportadores

Observaciones de los procesos de matanza

Ventajas de los transportadores de trolley en los procesos de matanza

Componentes básicas de los transportadores que emplearemos

Partes constituyentes del trolley

Otros factores que afectan su funcionamiento

Cadena

Lineamientos para determinar la tensión de la cadena

Factores de fricción variables

Mecanismos impulsores

Motores

Reductores de velocidad

Trayectorias

Accesorios de éstas

Capítulo II

Diseño de Cámaras Frigoríficas

Volumen de carne que almacenaremos

Dimensiones calculadas para las cámaras

Materiales aislantes mas comunes

Requisitos que debe reunir un material aislante ideal

Propiedades de las planchas de corcho

Consideraciones sobre el espesor del aislamiento

Factores económicos

Factores de acondicionamiento

Factores térmicos

Construcción de los pisos de las cámaras

Construcción de los muros de las cámaras

Construción de los techos de las cámaras

Iluminación dentro de las cámaras

Cargas de refrigeración para cada cámara

Pérdidas por filtración

Pérdidas por apertura de puertas

Pérdidas debidas a la energía eléctrica

Pérdidas por filtración

Pérdidas debidas a la energía eléctrica

Pérdidas totales para cada cámara

Carga total que tendremos que absorber por refrigeración

Capítulo IV

Selección y Diseño del Sistema de Refrigeración

Sistemas de refrigeración actualmente existentes

Sistema de compresión

Sistema de absorción

Sistema de aire

Ventajas del sistema de compresión sobre los demás

Subdivisiones del sistema de refrigeración mecánica por compresión

Consideraciones sobre las temperaturas de trabajo

Casos de operación que pueden adaptarse al sistema

Conclusiones sobre los casos considerados

Elementos que constituirán nuestro sistema

Compresores

Condensadores

Selección de los condensadores evaporativos

Difusores

Selección de éstos para las distintas cámaras

Características de los difusores elegidos

Receptor de liquido

Cálculo del receptor

Tubería

Cálculo de los diámetros de tubería para la línea líquido

Cálculo de los diámetros de tubería para la línea de succión

Cálculo para determinar el tipo de tubería

Determinación de la caída de presión en las tuberías

Aislamiento en la tubería de succión

Soportes para la tubería

Controles

Controles para los compresores

Controles para los condensadores evaporativos

Controles para los difusores

Capítulo V

Análisis Económico

Objeto del análisis

Planeación del análisis

Consideración y clasificación de costos

Definiciones y forma en que se consideraron

Estudio comparativo de un proceso de matanza

Determinación de los costos que implica el proceso de matanza -- sin transportadores

Determinación de los costos acarreados por el proceso de matanza empleando transportadores

Conclusión del análisis comparativo

Presupuesto global del proyecto

Cálculo aproximado del costo promedio, correspondiente a cada ki logramo de carne manejada

Planos

Bibliografía

Introducción.- Como es sabido, uno de los alimentos esenciales en la comida humana por su contenido proteico, es la carne. -- Desde los tiempos primitivos se encuentran rudimentos de inspección de carnes alimenticias; siendo la Biblia y el Thalmud quienes reúnen cuanto se sabía acerca de las carnes y su consumo en aquellos tiempos.

Grecia y Roma instituyeron la inspección de productos alimenticios en bien de la salud pública; constituyendose en Roma - los primeros mataderos e incorparando con ello a la vida civil, - prácticas que solamente habian sido religiosas.

El primer reglamento que se conoce es el de Sevilla en --- 1601 que señala entre otros puntos, los siguientes:

1) Prohibe la venta de carnes enfermas
2) Señala precio y diferencia entre las distintas carnes
3) Prohibe la mezcla de carnes de reses enfermas ó viejas con la carne de buena calidad.
4) Establece que los animales entren por su propio pié, utilizándose de los que lleguen muertos, solamente el cuero, la lana, los huesos, las cerdas y los cuernos, pero nunca la carne.
5) Ninguna persona podía matar animal alguno para ventas, - salvo en el matadero que se encontraba cerca, pero fuera del poblado.

Los mataderos durante varios siglos permanecieron estacionarios hasta que a fines del siglo XIX y lo que va del XX, los - progresos de la patología y química orgánica, los trabajos de -- Zenquer y Pasteur, el grande y continuo crecimiento de población y los adelantos técnicos, han sido los factores que notablemente

contribuyeron a la transformación de los antiguos mataderos, en - los modernos rastros frigoríficos; rastros que satisfacen de una manera eficiente y más higiénica, la demanda del mencionado ali-- mento.

ESTUDIO GENERAL DEL RASTRO

El presente estudio tiene como fin primordial bosquejar las necesidades tanto de carácter arquitectónico como electromecánico que se presenten en el rastro frigorífico por proyectar; éste tendrá una capacidad que le permita manejar 800 toneladas de carne como máximo, en el día de mayor matanza, la cual provendrá de reses, cerdos, pollos, cabritos, pavos y conejos, en la proporción siguiente:

reses	18%
cerdos	25%
pollos	55%
cabritos, pavos y conejos	2%

Dicho estudio está basado en los requerimientos del rastro y los implicados por los procesos a que son sometidas las distintas especies de animales manejadas por el mismo desde su desembarque en los corrales, hasta la puesta de carne comestible en los andenes de venta, para ser distribuída al mercado.

Funcionamiento del rastro.- Expresada a grandes rasgos, la forma en que opera el rastro es la siguiente:

Empleados.- Trabajos administrativos, técnicos y de matanza.

Animales sanos.- Entrada a los corrales, control y peso, corral general, corrales particulares, corral de capilla, matadero, cuernos, patas y vísceras al departamento de vísceras, carne a cámaras frigoríficas o directamente al andén de ventas, piel a bodegas.

Animales enfermos.- Corral general de observación, matadero de enfermos, carne al incinerador; piel, patas y cuernos a las bo

degas.

De acuerdo con el Código Sanitario y según el artículo del - mismo, los rastros son los únicos lugares donde se puede efectuar la matanza de los mencionados animales y manejar la carne que proviene de ellos, proporcionándola al mercado en las mejores condiciones tanto de estado, como sanitarias.

Teniendo en cuenta la gran importancia de los procesos a que son sometidas las especies de animales anteriormente enunciadas - con las cuales operará el rastro y por fijarnos los factores que nos determinarán las condiciones requeridas por los departamentos de matanza, cámaras de conservación, etc., se describen a continuación:

Reses.- Entra la res en los corrales de capilla por una rampa, al cajón de puntilla donde recibe muerte instantánea al serle clavada la hoja de un cuchillo en la nuca; su cadáver es levantado y desangrado al darle una cuchillada en el corazón; se le quitan la cabeza y patas, mandándolas al departamento de vísceras; - la piel es también sustraída y enviada a las bodegas después de - un previo lavado; se abre el cadáver, se le extráen las vísceras y se remiten al departamento del mismo nombre en tanto que la carne, después de un lavado con agua a presión, pasa a las cámaras - frigoríficas de conservación, o directamente al anden de ventas.

Terneras.- El proceso es semejante al de las reses.

Cerdos.- Entran de los corrales de capilla al matadero, por una rampa y son primero amarrados, después levantados para posteriormente darles muerte con una cuchillada al corazón, misma que - sirve para el desangre; pasa el cadáver al tanque escaldador donde

se le aflojan las cerdas; después de esto, entra a la máquina depiladora y por último es abierto para sacarle las vísceras, siendo éstas enviadas al departamento de su nombre y el cadáver a las cámaras de conservación o al andén de ventas.

Pavos y pollos.- La matanza de estos animales puede hacerse - por descabello, dislocación del cuello o cortando las arterias de éste, siendo lo último, el procedimiento más empleado comercialmente. Antes de cortarle las arterias a la víctima, es colgada de cabeza y suspendida de las patas; entonces se procede a efectuar lo antes dicho dejando que desangre; se introduce en un tanque escaldador para aflojarle la pluma que posteriormente le es arrancada y por último, le sacan las vísceras al incidirle el vientre.

Conejos y cabritos.- Colgados en la misma posición de los anteriores, se les desprende la cabeza por medio del degüello; las - patas y la cola también les son quitadas, en seguida la piel y por último se les abre el vientre para sustraerles las vísceras.

Una vez descrito el funcionamiento del rastro, la forma en -- que comunmente se tratan los animales y teniendo en cuenta la higiene del mismo tanto dentro como fuera de él, podemos determinar mediante un análisis de lo anterior, las necesidades principales - de éste, mismas que se describirán en el presente estudio.

Localización del rastro.- Por lo que respecta a la elección - del sitio más adecuado para la construcción del rastro, se hace -- primeramente un estudio de la ciudad en donde se llevará a cabo el proyecto, observando los medios de comunicación con otras ciudades o poblaciones por carreteras y ferrocarriles, las zonas de mayor - tendencia a crecimiento de población, la dirección de los vientos

dominantes, abastecimiento de agua y facilidades de desagüe. Teniendo conocimiento de estos puntos, se eligirá el lugar donde haya agua en abundancia, por ser ésta el elemento primordial en la preparación de carne, vísceras, para efectuar limpieza, etc., por lo que se necesita en gran cantidad, debe estar fuera de la zona poblada, pero con facilidades de transporte para el envío de carne a los mercados; donde cuente con medios de desagüe; cerca de las vías de comunicación para facilitar el desembarque del ganado, debiendo estar orientado en tal forma, que el viento no lleve los malos olores al interior de la ciudad. Cabe hacer notar la influencia del agua en su localización, pues los demás factores requeridos para el funcionamiento del rastro, pueden solucionarse adaptando el medio siempre y cuando sea costeable.

Determinados los factores más ventajosos que se deben procurar reunir en la localización del rastro, el siguiente paso está encaminado a la elaboración de un programa que, con base en el análisis hecho sobre la forma de operación del mismo, ya indicada, nos determina las secciones, sus departamentos y los complementarios de que estará constituído.

Administrativo	Controles
	Oficinas administrativas.
Corrales	Corral general
	Corrales particulares
	Corrales de enfermos y observación
	Corrales de capilla

Matanza	Matadero de reses
	" " cerdos
	" " cabritos
	" " pollos y pavos
	" " conejos
Cámaras de congelación	Para carne de res
	" " " cerdo
	" " " ganado menor
	" " " pollos y pavos
Complementarios	Sala de máquinas
	Andenes
	Bodegas
	Taller de mantenimiento

Las secciones y complementarios que forman este programa, mismos que se acondicionarán a las necesidades requeridas, se irán -- discutiendo en el transcurso de nuestro estudio.

Sección administrativa.- Esta deberá contar con el espacio suficiente que permita establecer los departamentos, despachos y oficinas requeridos por el proyecto y que de acuerdo con éste serán:- Departamentos de contabilidad, de auditoría, de personal, de compras, oficinas de archivo, de correspondencia, de pagos; despacho para el director. Esto a su vez será dimensionado de acuerdo con - el personal que laborará dentro de ellos.

Corrales.- Ya quedó indicado en el programa el nombre de los corrales necesarios en el rastro. Los de capilla deberán estar situados en la parte posterior de la sección de matanza y comunicados a los mataderos por medio de rampas; la capacidad de estos co-

rrales admitirá el número de cabezas que se sacrifiquen el día de mayor matanza.

Con los corrales particulares podemos llevar un mejor control del ganado manejado en el rastro y el número de ellos será de - -- acuerdo con los proveedores de ganado.

Los corrales se cercarán con mampostería, madera o cualquier - otro material semejante a los anteriores que preste las seguridades debidas. Los pesebres o abrevaderos serán de cemento, granito o material parecido. Se tendrán grupos de corrales para que el acceso a ellos no sea dificultoso y poder suministrar el alimento a los animales.

Sección de matanza.- Se da este nombre al lugar donde son sacrificados los animales y se trabaja sobre su cadáver para la obtención de la carne comestible.

Los factores de mayor influencia en la construcción y ordenamiento de esta sección, están dados por la naturaleza de las operaciones ya descritas, el volumen de carne que se manejará (éste nos fija el equipo más conveniente a usar mismo que nos determinará la superficie mínima con que deberá contar la sección) y las condiciones sanitarias que debe satisfacer.

Como se esbozó en las operaciones de matanza, el animal una -- vez muerto, es desangrado; el área que recibe la sangre deberá tener la suficiente superficie, para que los animales no hayan pasado por ella sin ser completamente desangrados y así evitar que la viertan fuera de ella. Dicha sangre se enviará al departamento de no comestibles, por medio de un dren. Teniendo en cuenta, que debido a - su composición química, la sangre tiende a coagularse; por lo que -

el dren deberá tener una pendiente mínima de 3° para darle facilidad en su escurrimiento.

El lavado en esta área es muy importante y debe efectuarse después de cada matanza. Con el fin de que el agua de lavado no fluya por el dren de la sangre, el piso que comprende la mencionada área, deberá contar con coladeras de dos pasos; uno comunicará con el dren de desangrado y el otro con el de lavado; permanecerá cerrado el primero cuando se efectúe la limpieza y viceversa. Para dar facilidad tanto a la sangre como al agua en su escurrimiento hacia las coladeras, el piso tendrá desniveles adecuados.

El lavado de los cadáveres, la limpieza que contínua y progresivamente se debe hacer en estos departamentos, implica que los muros, pisos y techos sean de material impermeable y lisos; además los segundos requerirán desniveles tales que eviten charcos y faciliten el flujo del agua a las coladeras.

Los departamentos de matanza correspondientes a reses y cerdos, podrán estar bajo un mismo techo y separados por muros no mayores de tres metros. Durante el proceso a que son sometidas estas especies, hay, como se explicó, un movimiento de vísceras que extraídas de los cadáveres, se enviarán al departamento del mismo nombre. Teniendo conocimiento de que el manejo de las mencionadas vísceras está constituído por un volumen bastante grande, será conveniente situar este departamento en un primer piso colocando debajo de él, o sea en su planta baja, el departamento de vísceras, mismas que serán enviadas a éste, por medio de ductos.

Siendo los procesos de las otras especies de animales, más sencillos que los anteriores y no habiendo ventajas en situar sus

departamentos en un primer piso como los de cerdos y reses, se -- proyectarán en otra sección.

Departamento de vísceras.- Este departamento, como se indicó en uno de los párrafos anteriores, conviene que esté situado en - la planta baja de la sección de matanza. En este departamento se prepararán las vísceras para su venta al mercado, por medio de lavados con agua a presión. El piso, muros y techo, deberán ser de material impermeable, por las razones ya indicadas en la sección de matanza.

Cámaras frigoríficas.- Es evidente que la centralización de la muerte de los animales para el abasto, en establecimientos bastante importantes como el que nos ocupa, imponga necesariamente - el empleo de medios capaces de conservar la carne durante su almacenamiento, para distribuirla en las mejores condiciones al mercado, cuando se solicite.

Las encimas, elementos protiolíticos, grasas, etc., son los factores que ocasionan la descomposición de la carne cuando se halla ésta en condiciones tales, que favorezcan su acción.

De los métodos para conservación de carnes, se cuenta en la actualidad con el de refrigeración que es el más empleado comer-- cialmente, por ser de los más sencillos y adaptarse con gran facilidad a las condiciones requeridas por los diferentes tipos de -- carne.

Se llaman carnes frigorizadas, a todas aquellas que se hallan conservadas por medio del frío; éstas se dividen en dos grupos:

1) Carnes refrigeradas

2) Carnes congeladas

Las primeras tienen la consistencia de la carne fresca y se mantienen a una temperatura cercana a la de congelación.

Las segundas se mantienen a una temperatura menor a la de - congelación, presentándose en forma de bloques impenetrables.

Las carnes refrigeradas tienen modificaciones de consistencia, de constitución histológica y de peso. Como resultado de estudios y experimentos, se ha determinado que la temperatura y humedad, son factores de gran influencia en las modificaciones ya mencionadas y han sido fijados los rangos de ambos para los diferentes tipos de carne, pues como es sabido, difieren en cuanto a constitución.

La siguiente tabla nos muestra las condiciones que deberán tenerse en el interior de las cámaras:

Carne	Temp. de almacenamiento en °F	% de Humedad	Período de almacenamiento
de res	28 - 32	84 - 88	10 - 15 días
de cerdo	" "	" "	" " "
de aves	32	90	" " "

El por ciento de humedad es de mucha importancia en cuanto a la variación de peso de la carne, deshidratándola cuando es bajo y en consecuencia su peso disminuirá, por lo que se tiene con - - ello pérdidas económicas. Un aumento en el por ciento fijado, trae como resultado un sudamiento en la carne proporcionando éste un - medio propicio para el desarrollo del moho ocasionado por los microorganismos que se encuentran en el ambiente.

La carne conservada en cámaras frigoríficas, no debe ser introducida en su interior en forma directa por formarse en su su--

perficie una pequeña capa de hielo que impide el enfriamiento en su interior y empieza la descomposición. Atendiendo a este fenómeno, se hace uso de salas llamadas de resudación donde la temperatura de la carne baja de 38.5 o 38 que tiene después de la matanza, a 32 (esto es aproximado); de las salas todavía no es conveniente que pase a las cámaras, por lo que se hace uso de cámaras de preenfriamiento cuya temperatura fluctúe entre 6 y 8°C; en estas antecámaras se bajará su temperatura hasta 15°C. Como el espesor de la grasa contenida en la carne de cerdo, es mayor que el de las otras carnes las cámaras de preenfriamiento para este tipo tendrán una temperatura que fluctúe entre 4 y 6°C.

El diseño y número de cámaras de conservación y preenfriamiento así como la capacidad de las mismas se describe en el capítulo III.

Sala de máquinas.- Dentro de esta sala se instalará el equipo de refrigeración (motores eléctricos, compresores, separadores, tubería, etc.), calderas, motor Diesel (cuya potencia nos pueda suministrar la energía requerida por el rastro cuando sea necesario) y demás accesorios.

Teniendo en cuenta el mantenimiento del rastro, podemos decir que las reparaciones más comunes serán hechas en tubería, chumaceras, flechas, bombas, etc.; por lo que será necesario un taller de reparación.

Andenes.- Por lo que respecta a éstos, se tendrán: andenes de desembarque y de venta. Los de venta estarán techados y a un desnivel sobre el piso de 1 mt. aproximadamente para facilitar el embarque al interior de los camiones transportadores; la altura del te-

cho deberá permitir la colocación de los canales cuya distancia - al piso es especificada de acuerdo con el tipo de animal.

En la disposición de las secciones y accesorios se procurará evitar entorpecimientos en la circulación de ganado, de trabajadores y movimiento de carne.

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS TRANSPORTADORES

Los sistemas transportadores, como es sabido, forman parte de lo que constituye el manejo de materiales, por esto antes de presentar el estudio llevado a cabo y expresar los fines que se pretenden con el empleo de los transportadores, hablaremos un poco acerca de la ciencia de este manejo.

Una de las definiciones más aceptadas respecto al manejo de materiales, nos dice que éste consiste en levantar, transportar y colocar el material con fines de ahorro en dinero, tiempo y espacio.

Durante los últimos años ha habido un gran desarrollo en el manejo de materiales y maquinaria por lo que, de acuerdo con las enormes ventajas proporcionadas por la mecanización de este manejo, el uso de la maquinaria se ha establecido firmemente constituyendo un factor muy importante en cualquier industria.

En las industrias manufactureras principalmente el manejo de materiales representa en la actualidad el campo más grande y sencillo para la aplicación de las técnicas y métodos, así como la variedad del equipo para el manejo de dichos productos. La forma en que se lleva a cabo éste, incluye todos los movimientos y almacenaje de material desde el instante en que entra a la planta, hasta que sale de ella como producto terminado.

Transportadores.- Esta clasificación comprende todo el equipo fijo y portátil destinado a manejar el material entre dos puntos fijos con movimiento contínuo o intermitente. Existe una gama bastante variada y así los tenemos: de banda, de carros, de rodillos, de cable y cadena, aéreos de cadena y rodaje, vibratorios, recipro

cantes, de tornillo, etc. A esta diversidad se ha llegado con base en estudios y experiencias que en el transcurso del tiempo se han venido realizando para adaptarlos a la mejor transportación de los diferentes tipos de materiales.

El estudio de los sistemas transportadores, tiene en nuestro caso dos miras principales: 1) Adaptar los medios electromecánicos tanto en los procesos de matanza, para efectuarlos en la forma más sencilla, más higiénica y sin entorpecimiento de ninguna clase, como en el envío de los cadáveres a los andenes de venta o cámaras de conservación, buscándose también en éste las condiciones anteriores; 2) Que el sistema seleccionado sea de bajo costo, bajo mantenimiento, larga vida y de fácil reparación.

Como fué descrito en las páginas anteriores, sobre los cadáveres de los animales que se han sacrificado en este rastro, se efectúa una serie de operaciones individualmente hasta dejarlos listos para su venta al mercado o su almacenamiento; de acuerdo con esto, podemos apreciar que los procesos de matanza no son sino una analogía de los sistemas de producción en serie.

Teniendo en cuenta que:

El animal será suspendido de uno de sus miembros inferiores y levantado a una cierta altura para efectuar el desangre, esta posición no ofrece dificultades para que su cadáver sea trabajado sino que por el contrario, esto nos proporciona más facilidades de operación y la hace más higiénica

Podemos sincronizar parte de las operaciones efectuadas sobre los cadáveres

Una vez trabajado el animal será enviado a los andenes o cámaras.

Y por lo tanto éstos serán los factores principales que debemos tomar en cuenta para la adaptación de los transportadores; consideramos que de los sistemas enunciados, el de tipo trolley aéreo es el más conveniente para satisfacer las necesidades requeridas - ya que es muy versátil; suele desarrollar sus funciones en las - - tres dimensiones cosa que no tienen los demás transportadores pues operan en un solo plano; éste sigue tramos horizontales, vertica-- les, curvas verticales y horizontales y en general puede seguir -- las más complicadas rutas; los transportadores son sin fin y pue-- den ser totalmente utilizados. Tiene además las siguientes ventajas adicionales; bajo costo unitario inicial, larga vida, bajo mantenimiento, reparación y mantenimiento poco costosos; el transportador puede ser tomado y bajado de su sitio cuando se quiera y colocarlo en otro lado, puede ser alterada su trayectoria ya sea alargándola o acortándola, requiere poco espacio y su carga puede ser variada- con facilidad. Este tipo puede ser movido por uno o varios impulsores y también la carga puede ser movida manualmente.

Indicamos que los pollos y cerdos deberán pasar por máquinas depiladoras; esto elimina el empleo del transportador movido automáticamente y sincronizado con las demás operaciones efectuadas en el cadáver de cada cerdo. En lo tocante a pollos es diferente pues las máquinas depiladoras no son cerradas en la parte superior permitiendo que el animal pase por ellas suspendido del trolley transportador.

El desangre de los cerdos se deberá hacer sobre un receptáculo de sangre para recogerla y mandarla por un ducto en la forma -- más higiénica. Este puede ser de grandes o pequeñas dimensiones se

gún empleemos transportadores electromecánicos o mecánicos simplemente, ya que en el primer caso dichas dimensiones dependen de la velocidad del transportador (4 mts/min.); ésta nos fija una área - mínima de 8 mts. aproximadamente ya que la duración del desangre - de un cerdo es alrededor de 2 minutos. Según lo antes dicho, observamos que el uso de transportador electromecánico tiene ciertas -- desventajas; por otra parte la longitud del transportador que - -- aprovecharíamos sería la correspondiente al área de desangre pues una vez desangrado el cerdo es introducido en el tanque escaldador. Estas desventajas nos hacen ver que el empleo de transportadores - electromecánicos en esta parte del proceso hecho sobre los cerdos no es conveniente, por este motivo emplearemos transportadores mecánicos que moverán los cadáveres hasta el punto deseado aprovechando una pendiente que le daremos a la trayectoria de aproximadamente 1/100. En cuanto a las reses haremos uso de estos transportadores - en el desangre.

Unicamente vemos conveniente el empleo de transportadores - -- electromecánicos en las operaciones que se indican en el plano del departamento de matanza. Estas, como podemos observar, pueden sincronizarse fácilmente; También serán utilizados para pasar tanto a reses como cerdos, al patio donde posteriormente se mandarán a las cámaras o a los andenes. De este patio los cadáveres serán movidos -- por trolleys impulsados manualmente ya que tanto en las cámaras como en los andenes tendremos una gran cantidad de trayectorias por - las que correrá el trolley para acomodar al animal en la posición - que se quiera. El uso de transportadores electromecánicos sería muy costoso y requeriría mecanismos más complicados. Teniendo en cuenta

que existe poca ventaja con el uso de éstos, los consideramos innecesarios.

La forma en que dispondremos nuestros transportadores en el departamento de matanza correspondiente a reses y cerdos, la indicamos en el plano No.2 En éste indicamos también la secuencia de operaciones efectuadas sobre los citados animales desde su entrada por la puerta que los comunica con los corrales de capilla a este departamento.

Los transportadores que seleccionamos para los pollos tendrán el trolley fijo a la cadena pues en este caso no hay necesidad de que el pollo permanezca colgado de éste ya que una vez efectuadas las operaciones requeridas por él se descolgará y será transportado por medio de carros a los andenes o cámaras. Se indica en el diagrama adjunto la adaptación que creemos conveniente de los transportadores electromecánicos.

Como el número de cabritos, pavos y conejos es bastante pequeño, consideramos que no es necesario el uso de transportadores.

Las componentes básicas de los transportadores que utilizaremos, son:

1) Trolley
2) Cadena
3) Mecanismos impulsores
4) Trayectoria
5) Estructuras de soporte

A continuación describimos el funcionamiento de estos elementos y las características con que se encuentran en el mercado algunos de ellos.

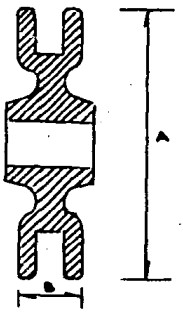
Trolley.- Este elemento estará constituído por una estructura a la que se fijan las ruedas que girarán sobre la trayectoria y sostendrá también el gancho destinado a soportar la carga.

La estructura sostenedora podrá estar formada por barras planas de acero rolado en caliente.

Las ruedas del trolley constituyen la parte más importante de éste y son fabricadas en tres diferentes tipos standard; pesada, - media y ligera; de material, hierro gris a alto grado y agujero de soporte c/conos para centramiento y rodaje perfecto; podrán tener cojinete de bolos, de rodillos o eje de bronce.

Entre los demás factores que afectan el funcionamiento de la rueda, tenemos: la redondez, que deberá ser perfecta; la ranura, cuya profundidad debe ser tal, que no permita la salida de la rueda - en las curvas o cambios de trayectoria; tener la superficie de rodamiento bien nivelada y perfectamente redondeada.

La forma y datos de la rueda se muestran a continuación



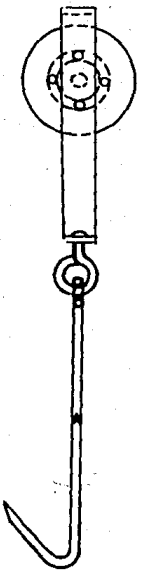
DIMENSIONES	A	B
PESADA	6	1 15/16"
MEDIA	4 3/4"	1 1/16"
LIGERA	3 7/8"	1 3/8"

A la estructura irán, como quedó indicado, adheridos los dispositivos sostenedores adaptados a las necesidades.

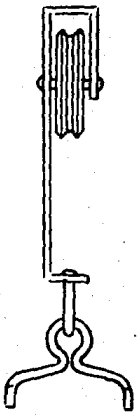
Esquemas de algunos trolleys con los dispositivos anterior--

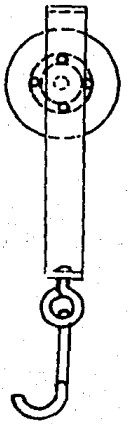
mente enunciados.

TROLLEY PARA FRACCIONES DE RESES

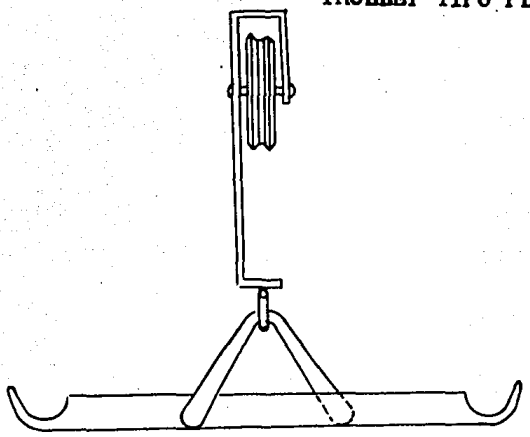


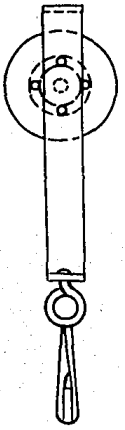
TIPOS DE TROLLEY PARA CERDOS



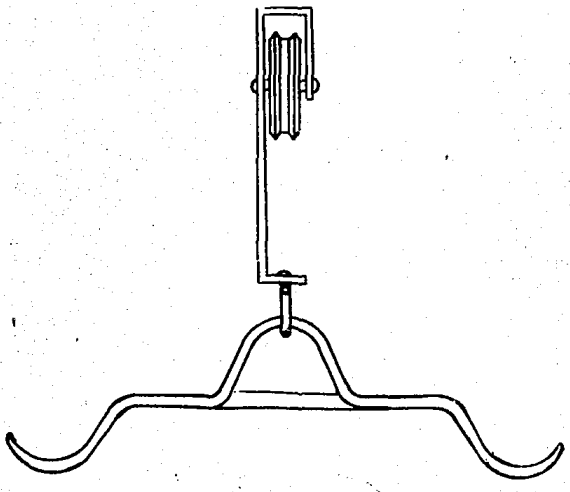


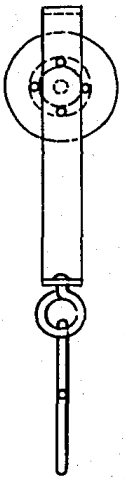
TROLLEY TIPO PLANO



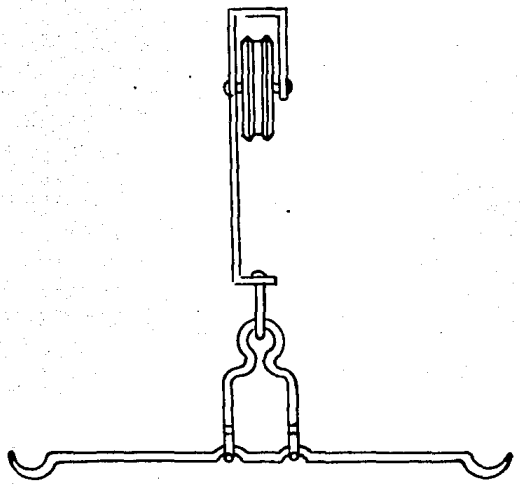


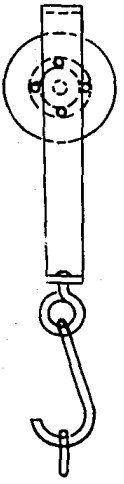
TROLLEY PARA TRANSPORTE DE CERDOS





TROLLEY PARA CERDOS





Cadena.-La cadena es el dispositivo del sistema que moverá - las cargas sin soportarlas en ningún momento. Existen varios tipos de ellas difiriendo en cuanto a forma, capacidad y material de que están hechas.

Teniendo presente que en los transportadores de reses y cer-- dos no es conveniente que el trolley vaya fijo a la cadena, pues con ello tendríamos necesidad de bajar el animal para pasarlo a otro - - transportador o bien para enviarlo a los andenes o cámaras, las cadenas estarán provistas de elementos que arrastren al trolley. En el - caso de aves y cabritos no habrá necesidad de los dispositivos anteriores ya que por el poco peso de estos animales, durante el proceso a que son sometidos pueden quitarse del elemento que los transporta con gran facilidad. El envío más propicio de estos animales a los -- otros departamentos es por medio de carros.

Se presentan a continuación dibujos de algunas cadenas usadas -

en este tipo de transportadores y algunos accesorios de éstas.

CADENA Y PLACAS QUE SOSTIENEN EL DEDO IMPULSOR

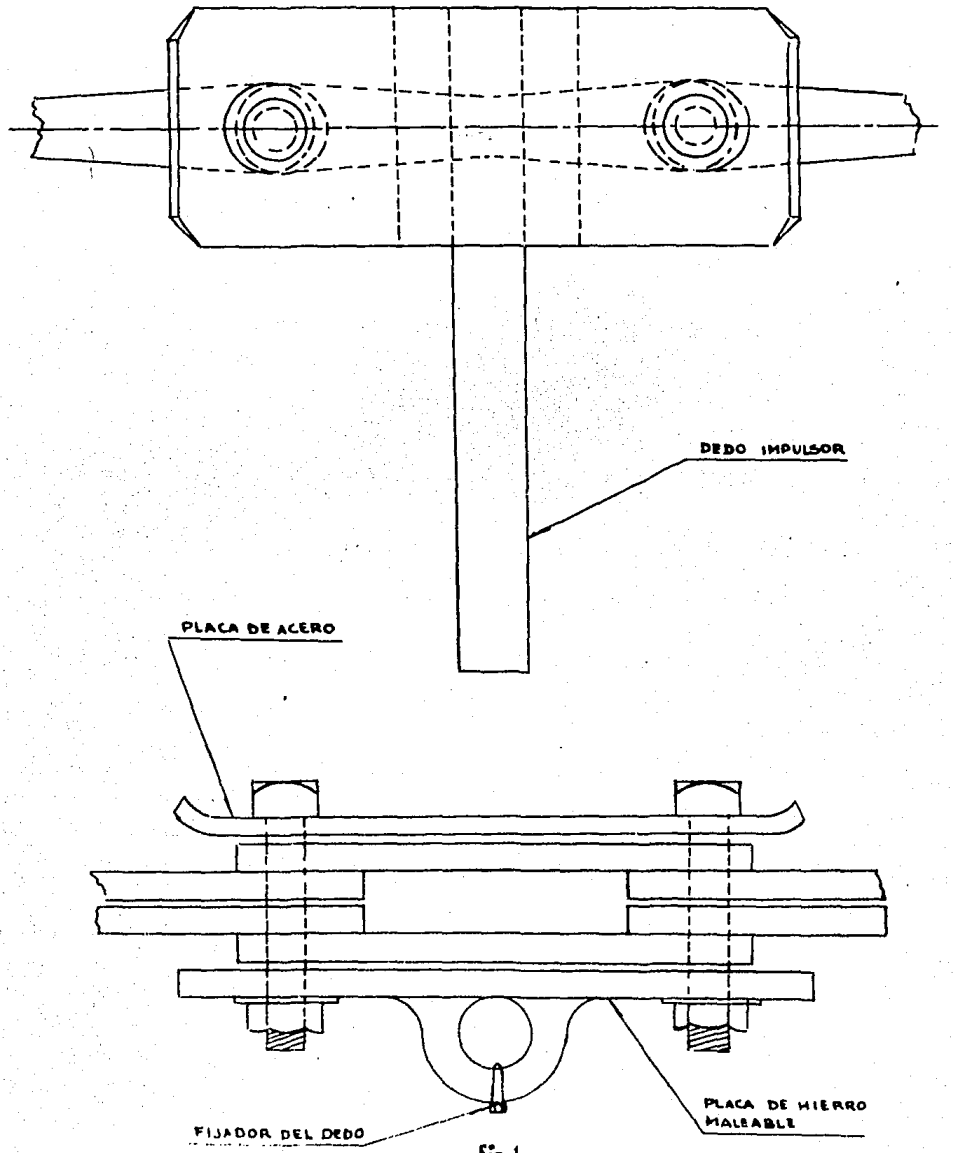


fig 1

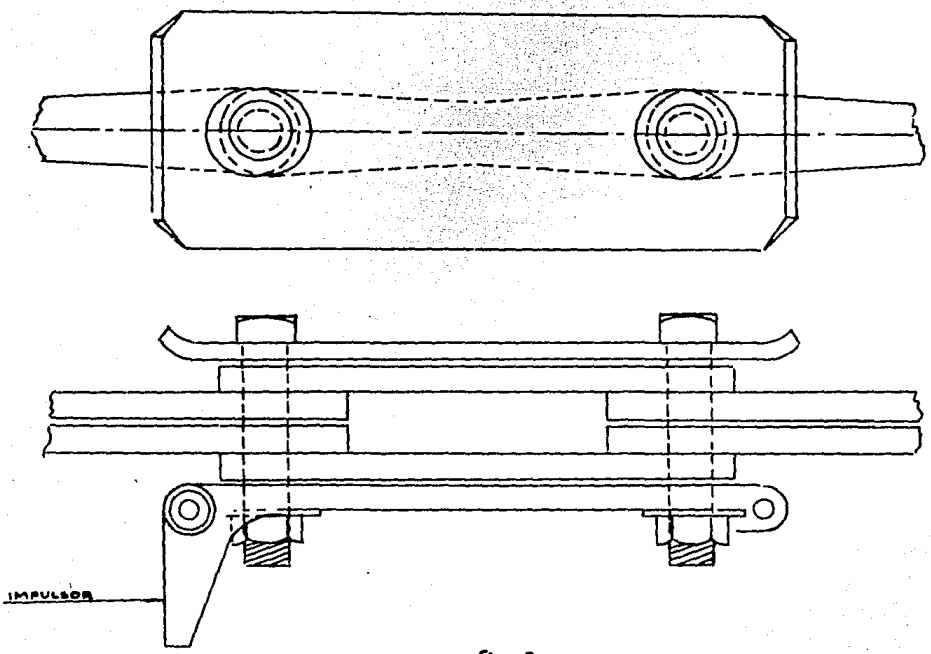


fig. 2

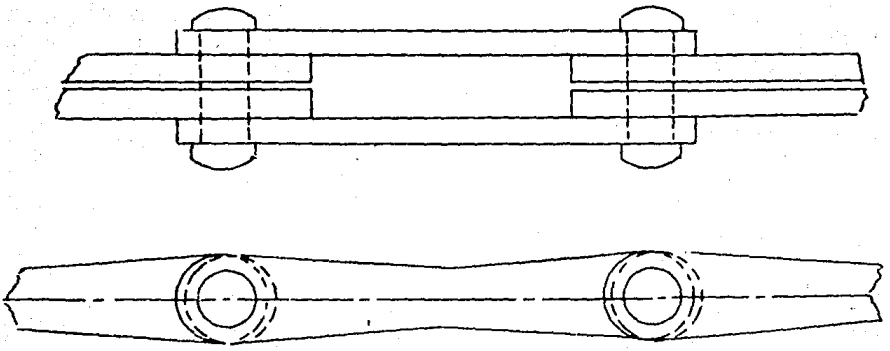


fig. 3

Las cadenas de las figuras 1 y 2, que muestran fijados a ellas los impulsores, son iguales a la indicada en la fig. 3; ésta tiene las siguientes características

Paso	Peso Lb/pie	Dimensiones de las barras		Diam. del remache	Ultimo esfuerzo
6	3.9	3/8	1 1/2	5/8	28000
3 9/32	3.1	5/16	1 3/8	1/2	15000

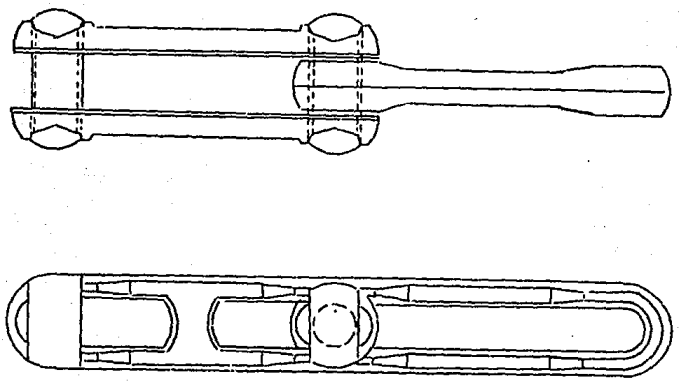


Fig 4

Este tipo de cadena es muy usado para servicio pesado y gran - longitud de trayectoria; puede ser ensamblada o desensamblada sin - el empleo de herramienta. La longitud de ésta puede ser aumentada - en múltiplos de 4 ó 6" según el número de la cadena.

Lineamientos que seguiremos para determinar la tensión de la - cadena.- El cálculo de la tensión de la cadena impulsora del tro- - lley, estará basado en la determinación de las pérdidas debidas a -

la fricción en el movimiento del transportador, sus partes y carga. Las partes movibles del transportador incluyen: trolley, cadena y carga; en ellas tendremos fricción rodante en las cadenas con rodajas; como utilizaremos cadenas que carecen de éstas, teniendo en cambio placas de acero que deslizarán sobre guías, por el peso de la citada cadena, tendremos un factor deslizante; tendremos además, una fricción adicional debida a pérdidas por vueltas horizontales y curvas verticales. Hay también una fuerza requerida para levantar la carga en curvas verticales cuando no son compensadas con bajadas semejantes.

Los factores de fricción varían considerablemente en diferentes tiempos aun en el mismo transportador. Estos pueden ser afectados por:

1) Construcción del trolley
   a) pulidez y redondez de la superficie rodante
   b) tipo de cojinete de la rueda
   c) alineamiento de la rueda con la estructura
2) Lubricación
   a) tipo y eficiencia del lubricante
   b) tiempo que se mantiene el lubricante en el cojinete del trolley y la cadena (tienen gran influencia las condiciones de lavado que haya durante el proceso)
3) Alineamiento y condiciones de tracción
   a) en tramos rectos
   b) en curvas
   c) en vueltas horizontales

Los anteriores factores nos indican que es imposible hacer un cuidadoso cálculo de la fuerza impulsora de la cadena en cualquier

transportador de este tipo. Existen varias fórmulas empíricas y factores aceptados para determinar la tensión de la cadena. En nuestro caso la consideraremos como un 5% del peso total movible, 7% en caso de que existan pocas curvas y 10% en caso de que haya bastantes. Como se indicó, (manual de diseño Kent) con las anteriores bases podemos efectuar el cálculo, sin embargo, considerando que en los --- transportadores de reses y cerdos usaremos cadenas sin rodajas y -- sustituídas éstas por placas de acero (que girarán sobre guías); el cálculo se hará con una ligera variación respecto al anterior y es como sigue:

T_1 = (peso del trolley + peso de la carga) 7%

T_2 = (peso de la cadena x coeficiente de fricción entre guía y placas (0.149)

$T = T_1 + T_2$

Mecanismos impulsores.- Como su nombre lo indica, el conjunto de éstos serán los que dén el movimiento a la cadena e incluyen:

1) motores
2) reductores de velocidad
3) catarinas o impulsores de gusano
4) accesorios

Motores.- Los motores que proporcionen el movimiento contínuo al sistema, serán eléctricos de corriente alterna tipo jaula de ardilla, pues como se observa en sus características, podemos decir que son de velocidad constante. Son de bajo costo, fácilmente obtenibles en el mercado; su línea de arranque sólo necesita un simple alambrado que es poco costoso y fácil de montar. No se aconseja emplearlos con flechas especiales, con ajuste de velocidad mecánico o eléctrico

por presentar dificultades en su reemplazamiento, teniendo con ello mayores gastos.

En caso de que se carezca de corriente alterna, podrán ser --- usados motores de corriente contínua con excitación en derivación - o excitación compuesta, por considerarse también de velocidad constante.

El cálculo de la potencia requerida para el motor, está dada - por la siguiente fórmula:

$$HP \text{ (del motor)} = \frac{\text{Tensión de la cadena x vel. (fpm)}}{33000}$$

La velocidad de la cadena será tal, que permita llevar a cabo es trabajos en los animales, lo mejor posible. Esta fluctuará entre 15 y 30 fpm aproximadamente.

Reductores de velocidad.-Teniendo en cuenta que la velocidad requerida por los transportadores es lenta, para este tipo de --- transportadores se han diseñado en la actualidad reductores de engranes que constituyen una sola unidad con todos ellos girando en aceite. Aun las chumaceras son incorporadas en tal forma, que no hayan montajes separados.

Trayectorias.- Como quedó descrito, las cadenas y los tro--- lleys se moverán sobre caminos sin fin las primeras y sobre verdaderos laberintos los segundos. En el sistema que nos ocupa, tendremos por esta misma razón dos tipos de trayectorias:

a) sobre la que gira la rueda del trolley

b) sobre la que gira la rueda que sostiene la cadena o bien las placas que con el mismo propósito deslizan sobre la trayecto-

ria para ellas destinada.

En general podemos decir que existe una diversidad de elemen tos con que pueden ser formadas y así las tenemos: de vigas I ,de doble ángulo, de soleras estructurales, de rieles, de barras de - acero, de tubos, etc.

Las juntas de los tramos de trayectoria deberán ser soldadas y bien pulimentadas para evitar contínuos impactos de las ruedas del trolley que entorpecen su rodamiento. Como en nuestro caso no tendremos cambios de temperatura en tramos del transportador, no serán necesarias las juntas de expansión que eviten los pandeos - y torceduras (consecuencia de los mencionados cambios).

Las trayectorias o caminos por los que gira la rueda del tro lley tanto en los procesos de matanza como en el envío a las cáma ras de conservación o andenes, deberán tener mecanismos de punteo para facilitar el acomodo y movimiento de la carne. Podemos apre- ciar la necesidad de los elementos antes dichos en el diagrama -- que se muestra a continuación.

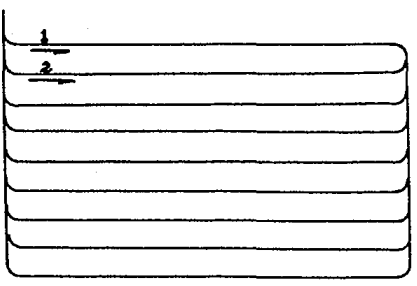


fig. A

La figura nos representa la disposición de los canales en una cámara frigorífica de ganado en - la que se irá acomodando éste para mantenerse conservado en condi ciones favorables. La res o cerdo que venga de la cámara de preen-- friamiento se colocará en el pri- mero, segundo ó "x" canal según el número de animales que se ha-- llen dentro de dicha cámara; en estas condiciones al pasar del ca

nal principal a cualquiera de los antes mencionados, con la carencia de los mecanismos de punteo habrá necesidad de levantarlo al pasarlo del canal principal a cualquiera de los antes mencionados o viceversa.

De acuerdo con especificaciones dadas, la posición de los -- colgadores en los tipos más comunes de cambios de trayectoria, se debe situar como se indica en las siguientes figuras:

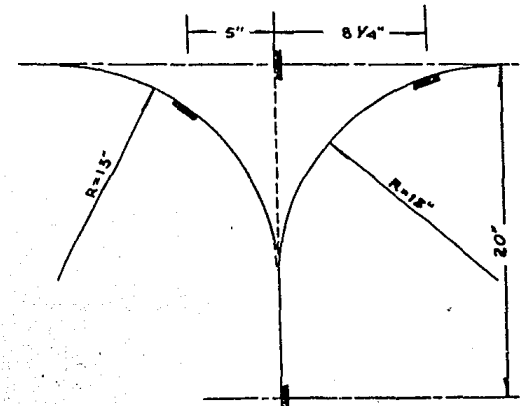


Fig 5

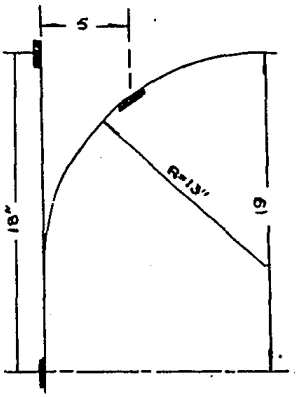


Fig 6

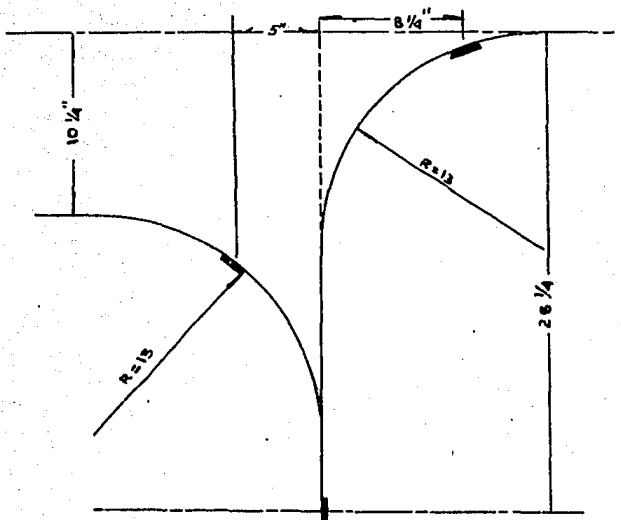


Fig 7

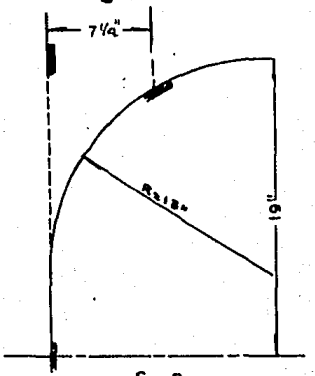


Fig 8

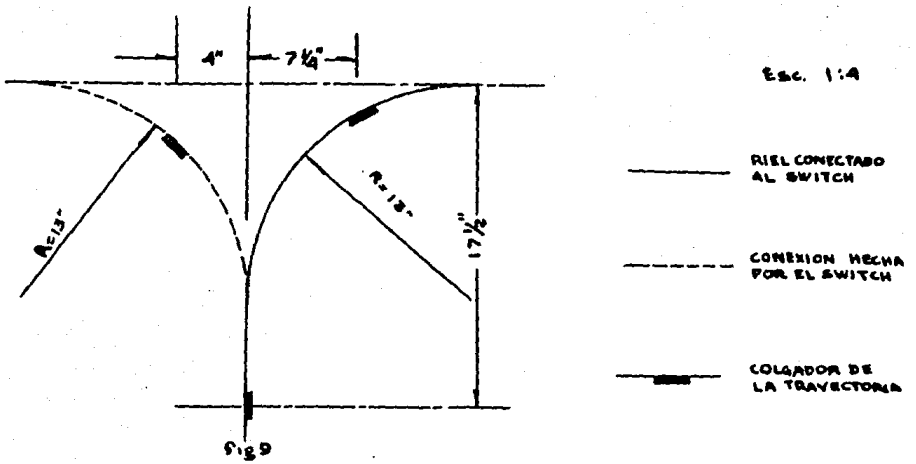


Fig 9

Las trayectorias estarán fijadas a las estructuras por medio de soportes convenientemente espaciados (24plg.) con el objeto de que no haya deflecciones debidas al peso de la carga e impacto causado por el movimiento de la misma. Los soportes podrán ser fijados a las estructuras por medio de clips; con ellos quedarán rápida y firmemente adheridos a éstas.

Forma de un clip típico y características de la forma en que sostiene los soportes

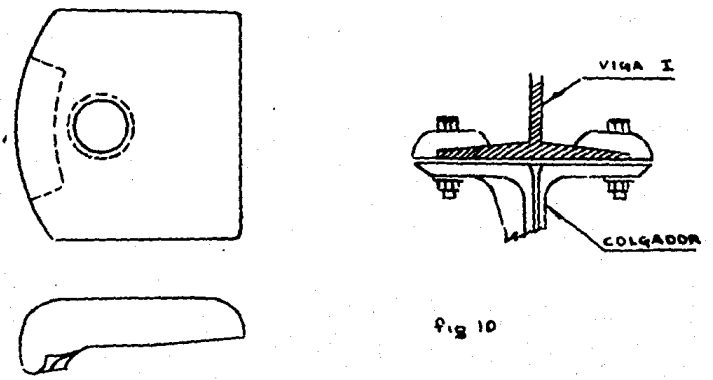
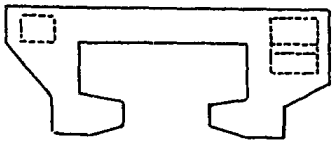


Fig 10

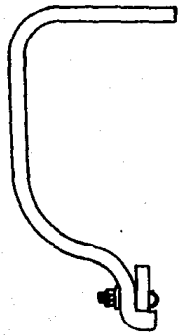
Como los sistemas de aves y cabritos no sostendrán mucha carga, las trayectorias podrán ser fijadas al techo por medio de varillas ya que no existen en estos departamentos, elementos que pudieran ser afectados por este tipo de instalación.

Entre los tipos de soporte más convenientes a los sistemas de transportación de reses y cerdos, tenemos los indicados en los esquemas siguientes:



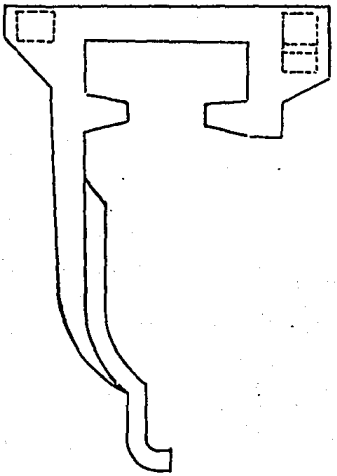
COLGADOR DE RETORNO

fig 11



COLGADOR DE ACERO PARA TRAYECTORIAS DONDE EL TROLLEY ES SUJETADO MANUALMENTE

fig 12



COLGADOR SOSTENEDOR DE TRAYECTORIAS, TROLLEY Y CADENA

fig 13

Estructuras.- A las estructuras, como se indicó, serán fijados los clips que sostendrán la trayectoria siendo por lo tanto éstas, los elementos que soportarán todo el peso pendiente en las trayec

torias. Las estructuras podrán estar sostenidas por las columnas o el techo, pero dadas las condiciones de construcción requeridas en los departamentos de matanza, andenes y cámaras con excepción de - los de aves y cabritos, vemos más conveniente el que sean soportadas por las columnas. Las estructuras estarán formadas por vigas - madres a las que se fijarán transversalmente vigas de menor acción para facilitar el sostenimiento de la trayectoria planeada.

Cálculo de uno de los transportadores electromecánicos.- Teniendo en cuenta que el cálculo de los demás transportadores, está basado en los mismos principios ya descritos, únicamente presentamos el referente a las operaciones de reses.

Como se indicó en el capítulo anterior, el número de reses sacrificadas de acuerdo con la máxima capacidad del rastro el día de mayor matanza, será de 427 animales en un tiempo de 8 horas. De --- acuerdo con esto, tendremos nosotros un promedio de 1.1 res/min. - En el plano que nos muestra la colocación de equipo y secuencia de operaciones, observamos tres sistemas de transportadores electromecánicos , cuyo recorrido es de 42.9, 22 y 12.1 mts. tramos en los- cuales se llevan a cabo las operaciones en él indicadas. Con base en esto y teniendo en cuenta que la separación más conveniente --- entre las patas contiguas de dos reses, es de 60 cms. y la separación entre las patas de una misma res, es de 50 cms. , consideraremos en nuestro cálculo que cada 1.1 mts. tendremos colocada una -- res. Teniendo en cuenta el número de reses sacrificadas, podríamos darle a nuestra cadena una velocidad de 3.5 pies/min., sin embargo le daremos a la cadena una velocidad de 30 pies/min. ya que las operaciones llevadas a cabo en el proceso, tienen una duración que fluctúa entre 5 y 20 seg.; tiempo durante el cual nuestra cadena -

habrá caminado una distancia de 10 pies, misma que no entorpece el desarrollo del trabajo que se está efectuando en la res (operaciones de mayor duración

Con estos datos y siguiendo los lineamientos y fórmulas ya indicadas procedimos a nuestro cálculo (tramo de 42.9 mts. por el - que circulan 39 reses) en la forma siguiente

$T = T_1 + T_2$

$T_1 = (288 + 13100) \ 10/100$ kgs. (según formula de la pag. 27)

$= 2950$ lbs.

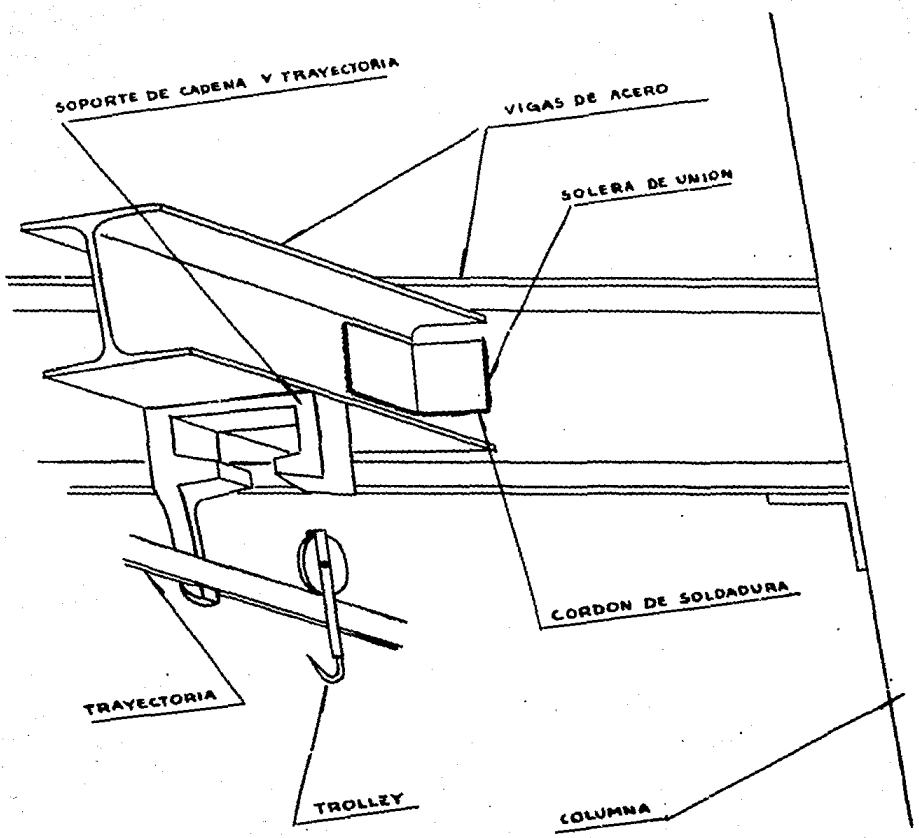
$T_2 = \frac{434 \times 0.149}{64.5}$

$T = 3014.5$

Determinación de la potencia del motor.- La potencia requerida por el motor segun fórmula ya indicada será

$HP = 3014 \times 30 \ / \ 33000 \times 0.8$ (0,8 eficiencia del motor)

$= 3.45$



ESQUEMA DEL TRANSPORTADOR ELECTROMECANICO

Fig. 14

DISEÑO DE CAMARAS FRIGORIFICAS

Como quedó indicado en el primer capítulo, los rastros de -- grandes capacidades como el que nos ocupa, requieren el empleo de cámaras frigoríficas en tal grado, que podemos decir son indispensables por las razones ya descritas.

En este capítulo bosquejaremos el diseño de las cámaras frigoríficas que conservarán las carnes de las distintas especies de animales y las cámaras de preenfriamiento para dos de ellas (reses y cerdos).

De acuerdo con el volumen manejado en el rastro, el número de cabezas correspondiente a cada especie en el día de mayor matanza será aproximadamente el que se indica:

Reses.	427
Cerdos	2500
Pollos	227000
Cabritos	325
Pavos.	325
Conejos.	350

Teniendo en cuenta que los rastros almacenan la carne por períodos hasta de 15 días y que el volúmen máximo de su almacenamiento corresponde a un 50% del manejado en un día de mayor matanza, - enviando el resto al mercado, partiremos de esta base para fijar - la capacidad de nuestras cámaras.

Dimensiones de las cámaras.

Cámara destinada al almacenamiento de reses.- La capacidad de esta cámara será de acuerdo con lo anteriormente dicho; lo suficientemente amplia para encerrar en su interior un máximo de 215 - reses; en realidad este número de reses no se almacena con sus ca-

dáveres enteros sino que se les divide en dos partes; por esto tendremos 430 medias reses. Estas permanecen dentro de las cámaras en la forma siguiente: son suspendidas de una pata por medio de un -- gancho fijado a la estructura de un trolley y con una separación - de 50 Cm. entre éste y el trolley adyacente. Los canales o trayectorias de los mencionados trolleys estarán separados uno de otro - por una distancia de 80 cm.; pues con estas separaciones se evita el contacto entre las medias reses ya que de lo contrario se facilita la descomposición y dificulta el enfriamiento en las zonas de contacto. La altura a la que deberán estar suspendidos los rieles, es de 11' de acuerdo con las especificaciones de los rastros. Teniendo en cuenta esta altura y que sobre las vigas que soportarán los rieles irá la tubería de refrigeración así como la instalación eléctrica, la altura de las cámaras será de 4.5 mts.

Con los anteriores datos fijaremos las dimensiones correspondientes a longitud y anchura de la cámara pues tenemos que cada -- 0.4 mt^2. de superficie será ocupada por una media res; en consecuencia la superficie estrictamente necesaria es de

$$S = 230x2x0.4$$
$$= 1840\ mts^2$$

Las dimensiones que le damos a la cámara son:

Largo	14 mts.
Ancho	16 "
Alto	4.5 "

Estas dimensiones nos dan un volumen de 10080 $mts.^3$ y una superficie de 224 $mts.^2$, siendo ésta mayor a la requerida, pero que será ocupada por el equipo destinado a conservar la temperatura deseada (difusores)

Cámaras destinadas a la conservación de cerdos.- Estas cámaras contarán con trayectorias igualmente dispuestas que en las de reses (ver figura "A") conservándose almacenados los cerdos en - igual forma que éstas en cuanto a posición, pues los cadáveres de estos últimos no son divididos como los anteriores. Las separaciones entre uno y otro cadáver son también muy importantes por afectarse en las mismas condiciones que las reses.

Calculando en la forma antes descrita, la superficie necesaria para dar cabida a un total de 1250 reses tenemos una superficie de:

$$S = 1250 \times 0.72 \qquad (0.9 \times 0.8)$$
$$= 900 \text{ mts.}^2$$

Se proyectarán cuatro cámaras de las siguientes dimensiones:

Largo	16 mts.
Ancho	14 "
Alto	4.5"

La superficie excedente será empleada también por el equipo - enfriador.

Cámaras para la conservación de pollos.- Estos animales serán almacenados en lockers, colocados en el interior y a lo largo de - las cámaras conservadoras; dichos lockers estarán separados entre sí por una distancia de dos metros (este espaciamiento es sufi- - ciente para la circulación y movimiento de los carros transportadores del pollo desde el departamento de matanza hasta el lugar de - su almacenamiento); tendrán una altura de tres metros y un espe-- sor de 60 cms. con excepción de los adyacentes a los muros que tendrán sólo 30 cms.

El espacio suficiente y recomendable para cada pollo es de --

0.018 mts.^{3} teniendo por dimensiones 20 x 30 x 30 cm. largo, ancho y alto respectivamente. El objeto de considerar espacios mayores a los requeridos, es con el fin de facilitar el acomodo y la circulación del aire en el interior de las cámaras.

Partiendo de las anteriores consideraciones, determinaremos el número de pollos almacenado en cada mt. en la forma siguiente:

Considerando el locker de una longitud de un metro, altura de igual dimensión y fijando la separación entre ellos de dos metros tendremos lo siguiente:

profundidad	2.6 mts.
longitud	1.00 "
altura	1.00 "

Tomamos en cuenta una profundidad de 2.6 por ser equivalente a la suma de la separación y su verdadera profundidad. Estas dimensiones dan un volumen de 2.6 mts.^{3} en el que solamente tendremos aprovechables:

$$0.6 \times 1 \times 1 = 0.6 \text{ mt}^3$$

El volumen correspondiente a cada pollo sabemos que es de 0.018 mt^3 en consecuencia tendremos que el número de pollos admitido en cada mt^3 es de:

$$\frac{0.6}{0.018 \times 2.6} = 13 \text{ pollos/ mt}^3$$

El volumen requerido es entonces:

$$V = 135000/13$$
$$= 10400 \text{ mts}$$

Como tendremos una altura aprovechable de 3 mts. la superficie mínima necesaria será:

S = 10400/3

=3451

Se proyectarán 10 cámaras con una superficie de 384 mts y de las siguientes dimensiones: 16 X 24 X 4.5 mts longitud, altura y profundidad respectivamente: almacenando por lo tanto cada una de ellas 14742 pollos aproximadamente.

La razón de haber fijado varias cámaras para la conservación de cerdos y pollos, estriba en que debido al gran volumen de carne que se tendrá que almacenar, cualquier falla en el equipo causaria grandes pérdidas.Las fugas del refrigerante contaminarian el alimento; en estas cámaras que serian de muy grandes dimensiones, se dificultaria en mayor grado el acomodo de los animales. Con mayor número de cámaras se tiene un mejor control; se pueden rentar algunas de las cámaras cuando la demanda en el mercado sea tal que no se pueda almacenar el 50% considerado ó haya carencia de ganado o bien cerrarles el paso de refrigerante cuando se encuentren vacias; se facilitan los cambios de aire con menores pérdidas etc..

Teniendo en cuenta que el poco volumen de carne correspondiente a cabritos, pavos y conejos no justifica la inversión acarreada por una cámara de refrigeración para su almacenamiento y que además la duración de dicho almacenamiento no será mayor de 24 hrs. prescindiremos de cámara de conservacion para los citados animales,construyendo en cambio una sala para su corto almacenamiento; en su interior permanecerán los cabritos suspendidos en transportadores de trolley; éste estará constituido por dos ruedas fijadas a dos abrazaderas, que sostendrán un elemento de forma rectangular y que tendrá tres ganchos a lo largo de c/lado; los

cabritos serán colgados de los citados ganchos. Los transportadores se moverán en 7 trayectorias colocadas a lo largo de la cámara y espaciadas 80 cms. una de otra.

Los pavos y conejos se almacenarán en forma semejante a los pollos y ocuparán el resto de la cámara. Las dimensiones de ésta, serán: 14 x 16 x 4.50 anchura, longitud y altura, respectivamente.

Cámaras de preenfriamiento.- Por lo que respecta a estas cámaras, se proyectará una sola para reses y cerdos, pues como podemos observar, los rangos de temperatura comunmente usados en las cámaras de este tipo, son de 6 a 8 °C y de 4 a 6 °C, para reses y cerdos respectivamente. Al tomar una temperatura de 6 °C las reses permanecerán un tiempo menor dentro de esta cámara en tanto que con los cerdos sucederá lo contrario.

Teniendo en cuenta que el número de cadáveres que entran a la cámara, es muy elástico, la capacidad de ésta la determinaremos de acuerdo con lo que aconseja la práctica; ésta considera aceptable para estos casos, construir las cámaras con una capacidad de la tercera parte del total de la carne almacenada. De acuerdo con esto, sus dimensiones serán suficientes para dar cabida a 417 cerdos y 144 medias reses.

Efectuando cálculos con las consideraciones anteriores, tenemos que el volumen requerido estrictamente, es:

$V = 45(417+144)X0.40$ mts^3 con una superficie mínima de:

$= 250$ mt^2

Las dimensiones que le daremos finalmente, serán: 18 x 16 x 4.5, obteniendo con ello un mayor espacio, por tener en cuenta el que ocupará el equipo.

Habiendo fijado las dimensiones de las cámaras en los párrafos anteriores, procederemos a la selección del material con que serán construídas.

En el interior de las cámaras será sustraída a los cadáveres - que entren a ellas, una cierta cantidad de calor y los conservarán a las temperaturas ya indicadas. Como es sabido, el calor se desplaza de los sitios de mayor temperatura a aquellos donde se encuentra en menor grado. De acuerdo con esto, las cámaras estarán absorbiendo contínuamente cierta cantidad de calor cedida por el ambiente exterior; dependiendo por lo tanto, de esas mismas condiciones, así - como de la resistencia ofrecida por las paredes, techos, suelos y - hermeticidad de puertas y ventanas que forman parte de ellas. La resistencia dependerá de la calidad y tipo de aislamiento empleado en su construcción.

No existe en la actualidad un medio de aislación capaz de impedir completamente la filtración de calor, sin embargo, se cuenta -- con diversas clases de éstos que impiden la transmisión en mayor o menor grado.

Entre los medios aislantes más comunes, podemos citar: el aire que es uno de los materiales empleados durante mucho tiempo en la - construcción de cámaras frigoríficas; el de vacío; planchas de corcho, corcho granulado; el fieltro de pelo que es otro de los materiales de alta calidad, la madera seca; resíduos de madera, lana de escoria. Este aislante tiene la desventaja de absorber la humedad - fácilmente, afectando con ello sus propiedades aislantes; celotex,- fibras de ceibo, aserrín, paja y granza, papeles aislantes, hojas de aluminio, etc.

Podemos decir que el material ideal para el aislamiento de - --

cámaras, es el que reúne los siguientes requisitos:

I) Que sea suficientemente liviano para que no se comprima y deje sin aislación la parte superior de los muros.

II) Que no sea hidrófilo, pues la humedad facilita la descomposición del material y permite que el calor fluya con mayor facilidad.

III) Que sea refractario a la desintegración y combustión espontánea.

IV) Que sea inodoro para que no perjudique los productos.

V) Que no suministre medios adecuados para la vivencia de ratas, vermes, etc.

De todos los materiales anteriormente enunciados, las planchas de corcho constituyen uno de los mejores aislantes; además de ser mal conductor de calor, es liviano, absorbe lentamente la humedad, es durable, inodoro y no presenta peligro de combustión espontánea. Reúne de hecho todas las propiedades antes enunciadas, con excepción de la correspondiente a ofrecer un medio conveniente para los vermes.

La conductividad térmica de estos aislantes, es de 0,25 a 0,31 BTU/pie-hr-°F variando estos valores un poco, según la densidad que fluctúa entre 6,9 y 10 lb/pie^3.

Consideraciones sobre el aislamiento:

Costo.- El costo del aislamiento en las cámaras, tubería o cualquier otro elemento, es bastante grande por lo que la selección del mismo, así como el espesor a emplear, es muy importante. Sin embargo lo es más el de operación contínua mas el de mantenimiento, reparación y depreciación.

En la consideración del aislamiento de las superficies calenta

das, es convencional comparar el costo de las pérdidas de calor en las superficies sin aislamiento, con los que lo tienen. Así determinaremos la suma económicamente permitida para establecer el costo del aislamiento. Un acercamiento exacto no es posible obtener en refrigeración ya que muy raras veces se opera sin aislamiento; no obstante, son apropiados análisis similares.

De acuerdo con la gráfica adjunta (fig.) observaremos que cuando la cantidad del espesor aumenta, el costo de la refrigeración decrece; por consiguiente, el costo del espesor más económico, es aquel cuya suma de los costos por año es menor.

Es importante notar que el espesor así fijado no puede ser suficiente para resistir las condiciones de servicio. Otros factores pueden afectar las consideraciones puramente económicas y así tenemos:

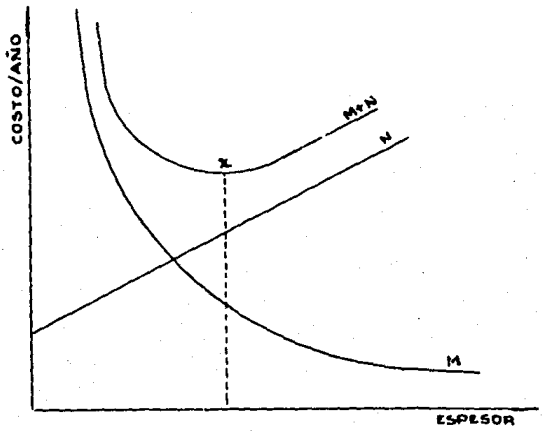


Fig 15

N costo del aislamiento

M costo de la refrigeración

x espesor más económico

Temperatura °F	Espesor de corcho conveniente (plg.)
-20 a -5	8
- 5 +5	6
5 20	5
20 35	4
35 45	3
40 y más	2

Tabla 1

a) Una necesidad de reducir el peso del material aislante empleado y con ello el del muro mediante el uso de menor espesor del indicado económicamente.

b) La necesidad de reducir las pérdidas de calor, a un valor prefijado, aun teniendo en cuenta que el espesor del aislamiento requerido, es mayor que el económicamente indicado.

c) La necesidad de evitar la condensación de la superficie, independientemente de si el espesor es o no el indicado económicamente.

Factores térmicos.- Como ha sido establecido, las conductividades de todos los aislamientos dependen de la densidad y varía directamente con respecto a la temperatura media del contenido, así como de su mezcla.

Llamamos temperatura media del material, a la media geométrica de la temperatura del aire circundante y la temperatura en operación de la cámara que se está considerando. Los investigadores Rowley, Jordan y Lander, han reportado que la conductividad en tipos de aislantes en forma de placas, decrece alrededor del 12.6 -

por cada 100 de decrecimiento en la temperatura media, excepto para operación de ultrabajas temperaturas y procesos químicos la máxima diferencia no excede de 50 °F por lo que la conductividad -- del aislamiento no varía en más de un 6%. Esta es una de las razones por las que generalmente no se toma el tiempo en la mayoría - de los casos, para calcular la variación de conductividad debida a la temperatura media.

Las variaciones de conductividad debidas al contenido de la mezcla no pueden ser disminuídas tan fácilmente; mientras no ha sido convenido plenamente y en forma generalizada que la conductividad es incrementada, hay plena conformidad de que aislamientos afines a la humedad son realmente poco usados salvo en casos muy aventurados. Es también convenido que poca o ninguna protección - contra la humedad que se introduce en forma de vapor en el aislamiento, pronto llega a saturarlo peligrando la estructura ya sea por corroción o por efecto de la expansión que sigue la congelación del agua.

La entrada del vapor de agua dentro del aislamiento podemos considerarla como el resultado de dos causas principales;

1) La diferencia de la presión del vapor de agua que crece - por el hecho de que en algunos puntos dentro del aislamiento hasta el muro frío, la temperatura es más baja de la del punto de rocío del aire ambiente; y la presión del vapor -- de agua más baja que la de éste.

II) A que el volumen de aire dentro de los espacios del aislamiento varía con la temperatura media del espacio de aislamiento. En períodos cuando la temperatura media está decreciendo, aire entra en su interior y es posteriormente arro-

jado cuando otra fase del ciclo ocurre y la temperatura se incrementa.

El objeto de haber esbozado las anteriores consideraciones, -- fué con el fin de hacer ver el por qué del empleo de los materiales necesarios en las cámaras de refrigeración y forma en que serán colocados.

Construcción de pisos, muros y techos.- De acuerdo con los párrafos anteriores, nuestras cámaras por el hecho de que mantendrán en su interior una temperatura más baja que la ambiente, deberán estar aisladas y contar con capas de material hidrófugo (para protección del aislamiento escogido)y materiales propios de la construcción a los que serán fijados los antes indicados.

Pisos.- En vista de que los pisos cuya temperatura es de 25 F o mayor, no requieren condiciones especiales de construcción pues - no presentan problemas diferentes a los comunes y corrientes y viendo en nuestro caso que la temperatura de operación es mayor de la - expresada como límite, los construíremos con el siguiente material:

a) 50 cm. de tierra apisonada
b) 17 cm. " carbonilla
c) 10 cm. " subsuelo de hormigón
   1 volumen de cemento portland
   2.5 " " arena de mar
   5 " " gravilla
d) fieltro alquitranado
e) 15 cm.de corcho (en planchas superpuestas)
f) 5 cm. de chapa de cemento constituído por:
   1 volumen de cemento lento
   2 volúmenes de arena

3 volúmenes de gravilla

g)tela de alambre

h) 3 cm. de pavimento constituído por:

1 volúmen de cemento portland

3 volúmenes de arena

La capa de tierra apisonada es con el objeto de dar una altura total de 1 mt. aproximadamente pues a ésta estará el nivel de los andenes sobre el piso (como se indicó en el capítulo 1) y como de las cámaras pasará la carne a los andenes para facilitar el acomodo y envío, las construiremos a una altura de 1 mt. sobre el nivel del piso y al mismo de los andenes.

Contarán las cámaras en sus pisos con dos coladeras situadas a la mitad de su longitud y simétricamente colocadas sobre esta línea; por esta razón tendrán los pisos ligeros desniveles. Las coladeras son instaladas en vista de que periódicamente serán lavadas las cámaras y descongelados los serpentines de los difusores.

Muros.- Respecto a los muros tendremos tres tipos diferentes variando únicamente en el espesor de su aislamiento. Este será de corcho pues como indicamos es el más apropiado para las cámaras y su espesor lo fijamos de acuerdo con la tabla que basada en la experiencia nos indica el espesor más conveniente económicamente - - (ver tabla en la hoja adjunta)

Estando comprendidos los rangos de temperatura con que operarán las cámaras entre 28 y 32 °F vemos que el espesor indicado es de 4" (en lugares donde la temperatura es muy alta al espesor indicado en la tabla se le suma una pulgada más.)

Como la cámara de preenfriamiento operará a 42 °F el aislamiento de corcho que tendrán sus muros no contiguos a las cámaras de --

conservación lo pondremos de 3"

Entre dos cámaras contíguas el aislamiento será de 6" (3 de - cada lado) pues debemos tomar en cuenta que a veces no trabajarán algunas cámaras, que serán reparadas en caso de desperfectos; por otra parte podremos operar las cámaras a temperaturas más bajas -- (hasta 20°F) en caso necesario.

El material de que estarán construídos los muros es el si- -- guiente:

1) Pared de ladrillo hueco
2) capa de cemento
3) capa de asfalto caliente
4) capa de corcho de 4" de espesor
5) tela de alambre
6) revocado de cemento de 1/2" de espesor

La pared será de ladrillo con el fin de que ésta sea ligera; - proporciona además un cierto aislamiento adicional formado por el aire que se encuentra en su interior.

Se dijo que el aislamiento debería de protegerse contra la humedad, en los muros el asfalto caliente servirá de aislante por lo que solamente colocaremos fieltro alquitranado encima de la segunda capa de corcho. La colocación de este fieltro en la parte interior de la cámara es por tener en cuenta que cuando estén éstas en reparación o sin mantener la temperatura de trabajo, se puede filtrar la humedad y poco a poco destruir el aislamiento.

La primera capa de corcho además de ser pegada con asfalto caliente sobre la capa de cemento, será clavada con clavos de hie- - rro; la segunda capa será también pegada a la primera con asfalto caliente y se le clavarán clavos de madera inclinados 15°o 20° y

con una longitud del doble del ancho de la capa; antes de ser clavados se sumergirán en asfalto caliente para que queden mejor adheridos y su penetración en el aislante sea más fácil.

El corcho se colocará de tal manera que las planchas ajusten perfectamente unas con otras evitando rendijas o vacíos que faciliten la transmisión de calor y procurando que no coincidan las juntas de una plancha con otra en capas contiguas.

La tela metálica se fijará al corcho por medio de horquillas.

Techo.- Por lo que respecta a los techos de las cámaras, la construcción de los mismos estará hecha con iguales materiales que los muros a excepción del ladrillo hueco, teniendo en cambio losas de concreto.

El techo tendrá su aislamiento corrido, es decir, no será éste continuación del aislamiento de los muros; además tendremos una prolongación del aislante de 1 mt.

La construcción del techo se hará en la forma siguiente:

Se colocará el tablero encofrado a una altura de 4.5 mts.: se pondrá sobre éste una capa contínua de papel alquitranado y encima de él la primera capa de corcho (2") previamente impregnada de asfalto caliente; la capa anterior soportará a la segunda cuyo espesor será también de 2". Las planchas de esta segunda capa serán convenientemente trabadas y fijadas a la primera con clavos de madera. Se extenderá sobre el aislamiento una capa de fieltro alquitranado colocándose por último las varillas para la formación de la losa. Es conveniente fijar los clavos de madera después de poner las varillas y sumergirlos en asfalto caliente para que sellen bien y no permitan filtraciones de humedad. Estos clavos deberán sobresalir cuando menos unos tres cm. sobre el papel alquitranado.

Los techos serán soportados por columnas mismas que a la vez descansarán sobre zapatas de concreto. En cuánto a los muros éstos serán sostenidos por traves horizontales y verticales.

Iluminación.- Las cámaras tendrán en su interior la mínima -- cantidad de luz con que puede ver un individuo sin necesidad de -- forzar la vista; la recomendable para trabajos burdos es de 5 pies bujía. Con base en esto, procederemos a calcular el número de lámparas que colocaremos en las distintas cámaras. Tendremos 10 de éstas con una superficie de 384 mts.^{2} ; 1 con 288 mts.^{2} y 4 con 224.--

De acuerdo con esto y según la fórmula que indicamos a continuación:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Pies - bujía x área}}{\text{Lumens/lamp. x } f_u \text{ x } f_m}$$

en la que:

f_u factor de utilización

f_m factor de mantenimiento

tendremos para las de 384 mts.^{2} lo siguiente:

$$\text{No. de lamp.} = \frac{5X384X3.28^2}{1630X0.7X0.6} = 35$$

Serán colocadas en hileras separadas entre sí una distancia de 3.5 mts. y cada lámpara distante de la adyacente la misma longitud.

El número correspondiente a las demás cámaras es

Para las de 224 mts.^{2} de superficie 16 lamp.

Para las de 288 " " " 23 "

La figura 16 nos muestra cortes representativos del muro, piso y techo que formarán las cámaras; los números indicados nos muestran:

1 losa de concreto

2 Fieltro alquitranado

3 Aislamiento de corcho

4 Tela de alambre

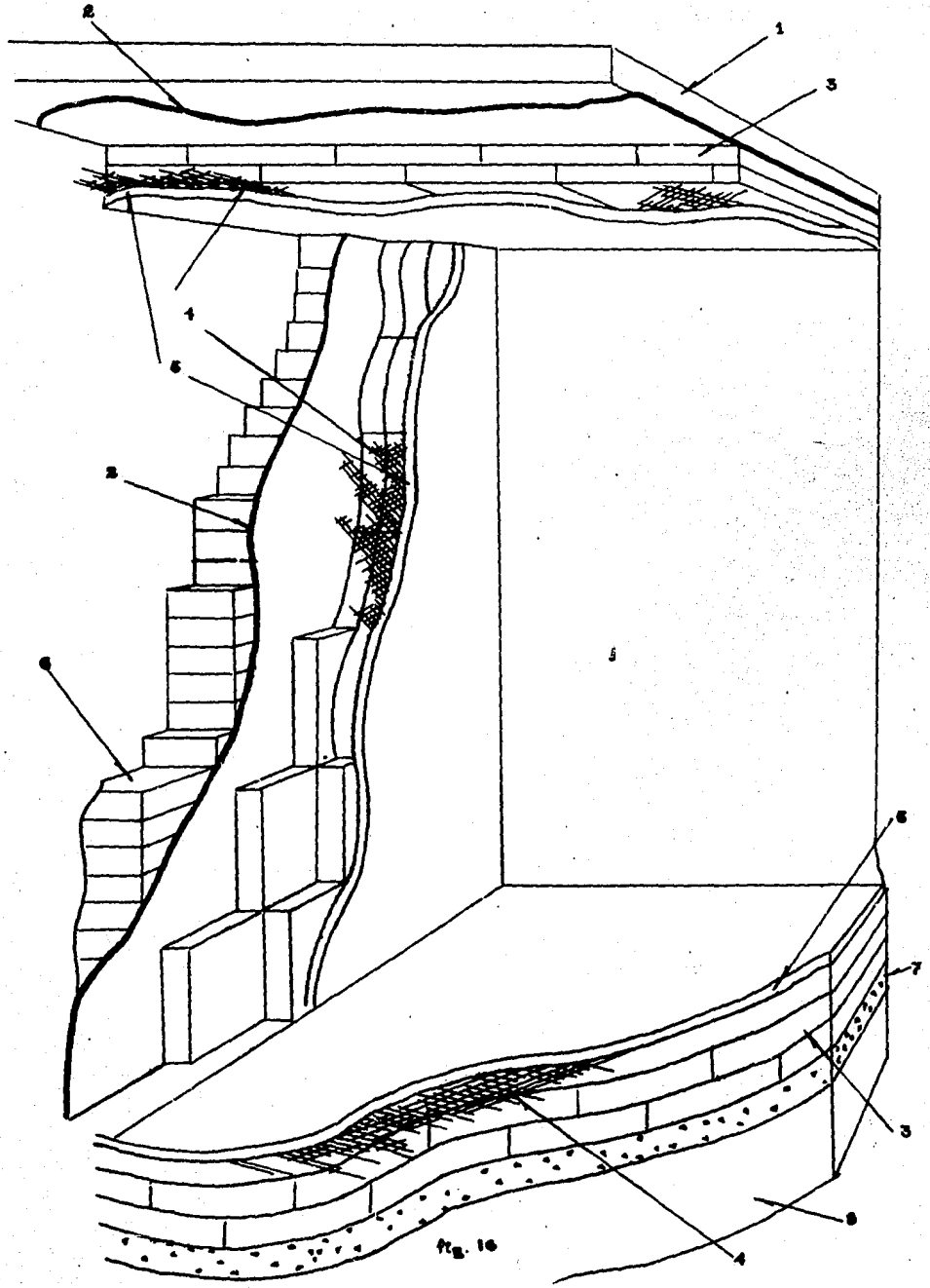
5 Revoque de cemento

6 Muro de ladrillo

7 Capa de carbonilla

8 Capa de concreto

9 Tierra apisonada



Фиг. 16

Cargas de refrigeración que tendremos en cada cámara. La determinación de estas cargas fué hecha mediante la fórmula $Q = WC\Delta T$; fórmula en que como es sabido, W es el peso, C el calor específico del animal que se esté enfriando y ΔT la diferencia de temperaturas correspondientes a la que posee el animal y a la que posee el animal y a la que se desea conservarlo.

Los calores específicos de los diferentes tipos de animales - que serán conservados, los indicamos en la siguiente tabla

Tipo de animal	Calor específico
Reses	0,7 a 0,84
Cerdos	0,48 a 0,54
Pollos	0,76 a 0,8

El volumen de carne que se enfriará y conservará en cada cámara así como la diferencia de temperatura T se indican a continuación.

Cámara	cantidad de carne (Lb/día)	T (°F) - -
De preenfriamiento	52800(de reses) 73100(cerdos)	30,6
De reses	158000	27
De cerdos	55000	27
De pollos	48000	34

Con los datos de ambas tablas procedimos al cálculo de las cargas en la forma siguiente:

Cámara preenfriamiento

$Q_{c_1} = 52800 \times 0,84 \times 30,6/16$

$= 85000$ BTU/hr

$Q_{c_2} = 73100 \times 0,54 \times 30,6/16$ (dividimos entre 16 por ser el tiempo en -- que debemos bajar la temperatura)

76000 BTU/hr

Cámara de reses

$Q_c = 158000 X 0.84 X 27/24$

$= 150000$ BTU/hr

Cámara de cerdos

$Q_c = 55000 X 0.54 X 27/24$

$= 33400$ BTU/hr

Cámara de pollos

$Q_c = 48000 X 0.8 X 34/24$

$= 54900$ BTU/hr

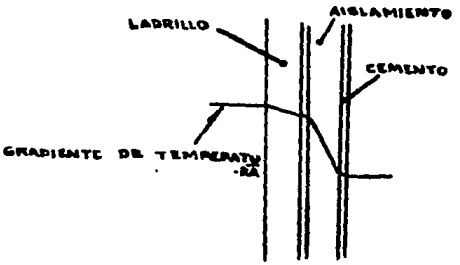


Fig 8

Cálculo de pérdidas por filtración.- La determinación de éstas fué hecha basándonos en la fórmula: $Q = UA\,\Delta T$ en la que:

U coeficiente de transmisión de calor

A superficie de las paredes o techos según lo que se esté considerando.

ΔT diferencia de temperaturas entre la atmósférica y la de operación de la cámara

Para nuestros cálculos emplearemos la temperatura promedio en la República Mexicana siendo ésta de 33 C

Como quedó indicado en la construcción de cámaras, las paredes de éstas así como los pisos y techos, están formados por varios materiales; ésta es la razón por la que la transmisión de calor a través de ellos no sigue una pendiente constante sino que va variando como se indica en la fig. 8 . De acuerdo con esto el valor de U dependiente de ellos será calculado según la fórmula

$$U = \frac{1}{1/a_o + 1/a_i \ldots etc. + x/k_1 + x_2/k_2 etc.}$$

en la que

a_o y a_i son los coeficientes de superficie

x_1, x_2, x_3 espesor del matérial

k_1, k_2 conductividad del material

Las cámaras como se indicó tienen sus muros construídos con el siguiente material:

- 20 cm. de ladrillo hueco
  1.25 cm. de cemento.
  10 cm. de corcho
  1.25 cm. de revoque de cemento.

Los anteriores datos corresponden a muros simples: los contiguos tienen:

15 cm. de corcho
2.5 cm. de cemento
20 cm. de ladrillo hueco
2.5 cm. de revoque de cemento.

Por lo que respecta a los techos éstos serán construídos con el mismo material de los muros simples a excepción de la capa de ladrillo teniendo en cambio 20 cm. de concreto.

La conductividad de estos materiales se presenta a continuación así como los coeficientes de superficie referidos a ladrillos revoque de cemento y concreto.

Material	Conductividad
Ladrillo hueco 4"	0.6
Corcho	0.3
Revoque	5
Concreto	5.3
Material	Coeficientes de superficie
Revoque	1.1
Concreto	1.5
Ladrillo	1.4

Los coeficientes de superficie indicados en la tabla anterior son para aire inmóvil; éstos son multiplicados por 3 para velocidades de 15 millas/hr o aproximadas a ésta.

Con los anteriores datos determinamos los distintos valores de U.

U para muros sencillos

$$U = \frac{1}{1/4.2 + 1.2 + 4/0.3 + 1/2/5 + 1/6.6}$$

$$U = 0.071$$

U para muros dobles

$$U = \frac{1}{1/3.3 + 1/5 + 1.2 + 6/0.3 + 1/3.3}$$

$$U = 0.0455$$

Para techos

$$U = \frac{1}{1/3.3 + 4/0.3 + 8/5.3 + 1/4.5}$$

$$= 0.065$$

El cálculo de las filtraciones se hizo considerando que cada una de las cámaras está aislada por ser el caso más desfavorable y por tener en cuenta que algunas veces estarán fuera de servicio algunas cámaras. De lo contrario tendríamos en algunas de ellas una pequeña cantidad menor de BTU que comparada con la carga total nos es indiferente tomarla en cuenta.

Con base en los datos anteriores tenemos que las pérdidas por una filtración en las diferentes cámaras serán:

Cámaras de reses y cerdos

$Q_{v_1} = 0.071(28-32)4.5X59 = 1130$ BTU/hr

$Q_{v_2} = 0.065X14X16X59 = 860$ BTU/hr

$Q_v = 1990$ BTU/hr

Cámaras de pollos

Q_{F_1}= 0.071(48-32)4.5X59 = 1551 BTU/hr

Q_{F_2}= 0.065X24X16X59 = 1475 BTU/hr

Q_F = 3026

Cámara de preenfriamiento

Q_{F_1}= 0.071(36-32)4.5X48.5=1050 BTU/hr

Q_{F_2}= 0.065X16X18X48.5=900 BTU/hr

Pérdidas por apertura de puertas.- Por lo que respecta a este tipo de pérdidas podemos decir que es muy difícil determinarlas, - sin embargo la experiencia ha determinado una tabla en la que en - forma aproximada nos dá el número de cambios de aire que por apertura de puertas se tienen en cámaras de diferentes dimensiones. --Los cambios escogidos para nuestras cámaras fueron tomados de las tablas (REFRIGERATION AND AIR CONDITIONIN DATA BOOK) correspondientés a los casos más desfavorables o sea cuando las puertas se abren más seguido y nos indican los siguientes cambios de acuerdo con su volumen:

a las de	35500 Ft^3	2.5 cambios de aire
" " "	46000 "	2.15 " " "
" " "	60500 "	1.7 " " "

Para este cálculo consideramos la temperatura existente en - - Guadalajara, Jal., por ser la temperatura promedio existente en la República Mexicana. Basándonos en ésta tenemos los siguientes datos para la estación de verano que es la más desfavorable:

Temperatura máxima extrema	36 °C	Bulbo seco
Temperatura de cálculo	33 "	" "
" " "	20 "	" húmedo

Con estos datos y de la carta psicrométrica encontramos que --

los BTU contenidos en el aire ambiente son 32.4 BTU/Lb de aire.- El que se encuentra en el interior de las cámaras tiene 10.8 BTU/Lb y el de la cámara de preenfriamiento 15 BTU/Lb por lo que el calor ganado con la apertura de puertas será:

Para las cámaras de reses y cerdos

$Q_1 = 35500X0.057X21.6X2.5X1/24$

$= 4550$ BTU hr

Para cámaras de pollos

$Q_1 = 60500X0.057X21.6X17/24$

5300 BTU/hr

Cámara de preenfriamiento

$Q_1 = 46000X0.057X17.4X2.15/24$

4140 BTU/hr

Carga debida a energía eléctrica.- Esta carga la determinamos de acuerdo con el número de watts consumidos en el interior de las cámaras por las lámparas y motores de los difusores. Sabiendo que un HP es equivalente a 2545 BTU/hr tenemos:

746 watts = 2545 BTU

1 Watt = 3.4 BTU

Como usamos lámparas de 100 watts tendremos que por cada lámpara encendida durante una hora, la cámara recibirá una cantidad de calor de 340 BTU.

Según esto, en la cámara de preenfriamiento el calor ganado será:

$Q_1 = 23X340$

$= 7810$ BTU/hr

Como emplearemos difusores en nuestras cámaras habrá también energía cedida por los motores que impulsarán los ventiladores que -

recirculan el aire. Esta energía será equivalente a 8 HP aproximadamente por lo que en BTU tendremos:

$Q_m = 3.4X8X746$

$= 26400$ BTU/hr

Esto nos da un total de:

$Q_t = 28210$ BTU/hr

En la cámara de reses

$Q_L = 5450$

$Q_M = 20400$

$Q_t = 25850$

En las de cerdos

$Q_L = 5450$ (16 lamp.)

$Q_m = 5100$ (2 HP)

$Q_t = 10550$ BTU/hr

En las de pollos

$Q_L = 10200$ (30 lamp.)

$Q_M = 10200$ (2HP)

$Q_t = 20400$ BTU/hr

Habiendo determinado la carga y pérdidas en cada una de las cámaras mostramos a continuación el número de BTU que necesitamos - - eliminar por refrigeración.

Cámara de preenfriamiento

Q_c	161000	
Q_F	1950	
Q_p	4140	
Q_t	28210	
Q_T	195300	195300

Cámara de reses		
Q_c	150000	
Q_r	1990	
Q_p	4550	
Q_t	25850	
Q_T	182390	182390
Cámara de cerdos		
Q_c	33400	
Q_r	1990	
Q_p	4550	
Q_t	10550	
Q_T	50490	50490
Total cuatro cámaras		201960
Cámara pollos		
Q_c	54900	
Q_r	3025	
Q_p	5300	
Q_t	20400	
Q_T	83626	
Total de 1 cámaras		836260
Total de todas las cámaras		1415910

La cantidad de calor total obtenida corresponde al caso más - desfavorable o sea cuando entra a las cámaras un volumen de carne igual al que se conserva; sin embargo la carne se va introduciendo en el transcurso de los 15 días que dura su almacenamiento y equivale a un 35% de los BTU calculados aproximadamente. Esto lo mencionamos, porque nos servirá para fijar el número de compresores - más conveniente.

SELECCION Y DISEÑO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

Los sistemas normales actualmente existentes de refrigeración mecánica son:

I) sistema de compresión

II) sistema de absorción de amoniaco

III) sistema de aire

El primer sistema está constituído esencialmente por un compresor, un condensador, un receptor, válvula de expansión, un evaporador y el fluído refrigerante. La forma en que trabaja este sistema es la siguiente:

El fluído refrigerante es comprimido con el fin de elevar su punto de ebullición y enviado al condensador donde existe una temperatura inferior a la de condensación del refrigerante por lo que su temperatura descenderá hasta alcanzar este punto. A esta temperatura que permanecerá constante se condensará todo el vapor. Una vez condensado, el refrigerante pasa a través de una válvula reguladora comunmente llamada de expansión que en realidad es una válvula de reducción o estrangulamiento. Dicha válvula tiene por objeto reducir la presión del refrigerante a la baja presión del evaporador y en consecuencia la temperatura de ebullición, como el evaporador se halla en un medio cuya temperatura es mayor que la de ebullición del fluído empleado, la temperatura de éste se elevará hasta entrar en ebullición y se evaporará o hervirá a temperatura constante según sea la presión. Del evaporador es enviado por medio de la tubería de succión nuevamente al compresor y se repite el ciclo.

Sistema de refrigeración por aire.- Este sistema emplea al aire como medio refrigerante y consta de 3 partes esenciales. Un compresor de aire, un motor de aire o de expansión que funciona por la

expansión del aire comprimido a alta presión por el compresor y serpentines enfriadores. Por lo general el motor de aire está conectado al eje motriz del compresor de modo que el trabajo efectuado por el motor de aire ayuda a comprimir el aire que se esté empleando en el sistema. Al funcionar éste el compresor absorbe y comprime el aire a alta presión y por consiguiente se genera calor como en todas las operaciones de este tipo. El aire comprimido pasa del compresor a los serpentines del enfriador en el que dicho calor es absorbido por el agua que circula por los serpentines. Una vez enfriado y conservando su alta presión, es empleado para impulsar el motor de aire; el aire se enfría intensamente y es transportado por medio de ductos hasta las cámaras de refrigeración donde después de absorber el calor pasa finalmente a la atmósfera exterior.

Sistema de absorción de amoniaco.- La refrigeración llevada a cabo por medio de este sistema es bastante parecida a la de compresión difiriendo únicamente en que en lugar de un compresor se emplea un serpentín alimentado alternativamente con vapor y agua y colocado dentro de un tanque cerrado de presión y lleno con una mezcla de refrigerante y agua. El evaporador, el condensador y la válvula de expansión son los mismos en ambos sistemas.

El funcionamiento de este sistema en su forma más simple es el siguiente: el amoniaco líquido que sale del condensador llega por medio de un ducto a la válvula de expansión donde su presión es disminuída en la misma forma que en el sistema de compresión. Producida la expansión del refrigerante éste pasa al evaporador; de éste el vapor de amoniaco a baja presión penetra al tanque cerrado de presión introduciéndose por medio de la válvula de succión. Dicho vapor de amoniaco es absorbido por la solución amoniacal débil que

se encuentra en el tanque. La absorción es acelerada enfriando la solución amoniacal por medio de un serpentín de agua fría que se halla en el interior del tanque. Cuando la solución amoniacal ha absorbido el amoniaco hasta su saturación se cierra la válvula de admisión de agua abriéndose la de vapor que circula por el mismo serpentín. Al llegar a la temperatura más elevada la solución amoniacal se reduce como resultado de su rápida evaporación hasta una concentración de aproximadamente 25% de amoniaco en peso. En estas condiciones se cierra el paso del vapor abriéndose la válvula de circulación de agua en tanto que el vapor de amoniaco sale por la válvula de descarga y circulando por unos ductos llega al condensador -- donde se licúa por el enfriamiento que produce el agua circulante en dicho condensador y se repite ininterrumpidamente el ciclo bosquejado.

De los sistemas antes enunciados el más conveniente para una capacidad como la que nos ocupa es el de compresión, pues tiene sobre los demás las siguientes ventajas:

Respecto al sistema de aire vemos que en cuanto al número de unidades el costo del primero es mayor que el de un sistema de compresión ya que éste tiene además del motor impulsor únicamente el compresor impulsado, en cambio el de aire requiere además de estas unidades una máquina de aire. En cuanto al mantenimiento sucede lo mismo debido a la multiplicidad de las piezas en movimiento todas las cuales deben trabajar a alta presión. Pueden originarse además considerables inconvenientes por la congelación de la humedad llevada al compresor por el aire atmosférico; sin embargo esto puede ser eliminado mediante el empleo de aire denso.

En cuanto al sistema de absorción de amoniaco, el costo de una

planta de este tipo es un 65% mayor que el de una de compresión.-- Tiene el primero poca eficiencia ya que la cantidad de calor con-- que contribuye el vapor en el tanque de presión y que es posterior mente eliminado en el condensador, es mucho mayor que la del calor absorbido; a esto podemos agregarle la baja eficiencia termodinámica comparada con la del sistema de absorción. Podemos decir que el sistema de absorción será más aceptado en el campo industrial hasta que se descubra un absorbente que no se caliente tanto como el agua durante el proceso de absorción de amoniaco.

El sistema de refrigeración mecánica por compresión, según - la operación y ordenamiento de los elementos que la componen se divide en varios sistemas que a la vez admiten algunas subdivisiones por lo que presentamos el siguiente cuadro

- Sist. de Refrigeración Mecánica
  - Con evaporadores de temp. uniforme
    - en serie
    - en paralelo (1 válvula)
    - en paralelo(varias vals.)
  - Con evaporadores trabajando a dif. temperatura
    - con un solo compresor
    - con varios compresores

La planta de refrigeración para el rastro que se proyecta, tendrá una capacidad de 134.5 toneladas de refrigeración correspondiendo 30 a la planta de hielo, 14.5 a la cámara de preenfriamiento y el

resto a las cámaras de conservación. La planta de hielo mantendrá la salmuera a una temperatura de 10 °F y los evaporadores de la - cámara de conservación y cámaras de preenfriamiento mantendrán -- una temperatura en su interior de 43 y 32 °F respectivamente. De acuerdo con esto observamos que nuestro sistema corresponde a los dos grupos principales del cuadro indicado ya que tendremos tres temperaturas de operación y varios evaporadores (los de las cámaras) trabajando a temperatura uniforme.

Los cálculos hechos para determinar si el sistema trabajará-- con un compresor o varios pero todos operando en condiciones similares o bien empleando varios de ellos trabajando en condiciones diferentes así como el ordenamiento de las válvulas, se llevaron- a cabo considerando 4 casos diferentes.

Consideraciones sobre las temperaturas de trabajo.- Las diferencias de temperatura entre los distintos elementos de una planta dependen de las condiciones de amoniaco, el costo de la fuerza motriz conjuntamente con el de los serpentines; siendo por lo tanto estos factores los que determinan la magnitud de la diferencia más conveniente.

En términos generales podemos decir que cuanto más grande es la superficie de los serpentines, tanto mejor es el funcionamiento debido a que la presión de succión puede ser llevada a su punto más elevado. Esto obedece a que a mayor superficie de serpentines para condiciones dadas, menor puede ser la diferencia de temperatura.

La presión de succión puede llevarse al valor máximo posible, siendo aun factible mantener las temperaturas deseadas. La princi-

pal ventaja que ofrecen las presiones elevadas de succión, reside en el hecho de que exigen menos fuerza motriz por tonelada de refrigeración.

La experiencia ha establecido tablas de diferencias de temperatura más convenientes para distintos casos de operación. Mostramos a continuación la referente a expansión directa de amoniaco.

Temp. Ambiente(°F)	-10	0	10	20	30	40	50	60
Temp. amoniaco "	-25	-15	-5	13	10	16	22	26
Dif. temperatura	15	15	15	17	20	24	28	34

De acuerdo con la tabla y las condiciones requeridas ya indicadas, tendremos los evaporadores trabajando con el refrigerante - en las siguientes condiciones

	temperatura	presión
Planta de hielo	- 5	26.92
Cámaras de conservación	10	38.51
Cámara de preenfriamiento	16	44.12

Caso 1.- En este primer caso combinamos una expansión múltiple con estrangulamientos posteriores para reducir la presión de los -- evaporadores a la más baja con el fin de permitir la entrada a un - solo compresor. fig. 17

Determinación de la cantidad de refrigerante para este caso.

Indicamos en el diagrama presión entalpia, mostrando las entalpias de los puntos correspondientes a las presiones de trabajo en -- los evaporadores mismas que fueron determinadas en las tablas de - - amoniaco. El punto "a" fué determinado considerando que el refrige-- rante al condensarse a presión constante se enfría a una temperatura de 82 °F; temperatura que es un poco más alta que la del agua de --

PRIMER CASO

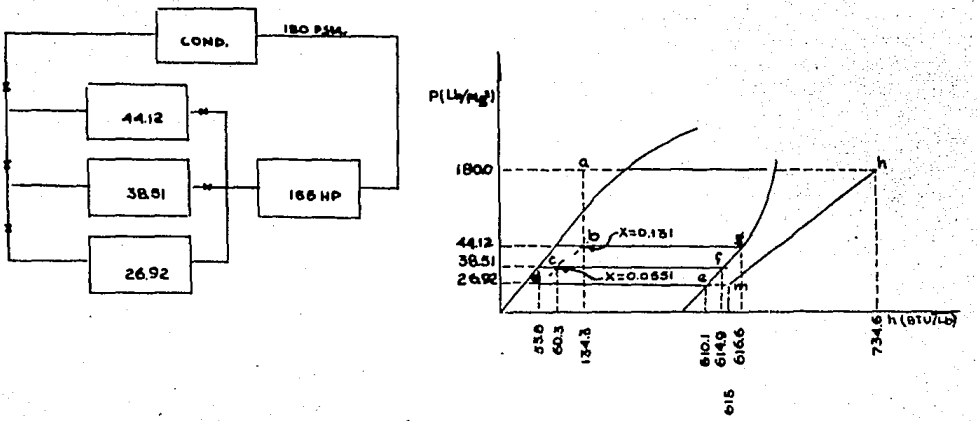


fig 17

SEGUNDO CASO

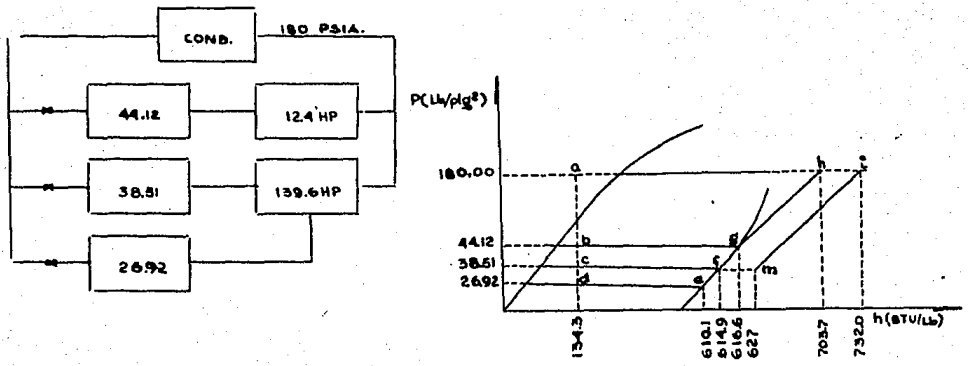


fig 18

TERCER CASO

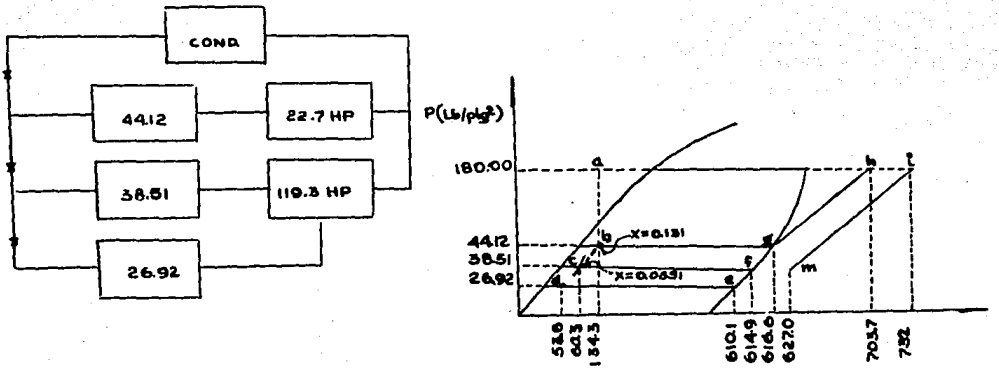


Fig 19

CUARTO CASO

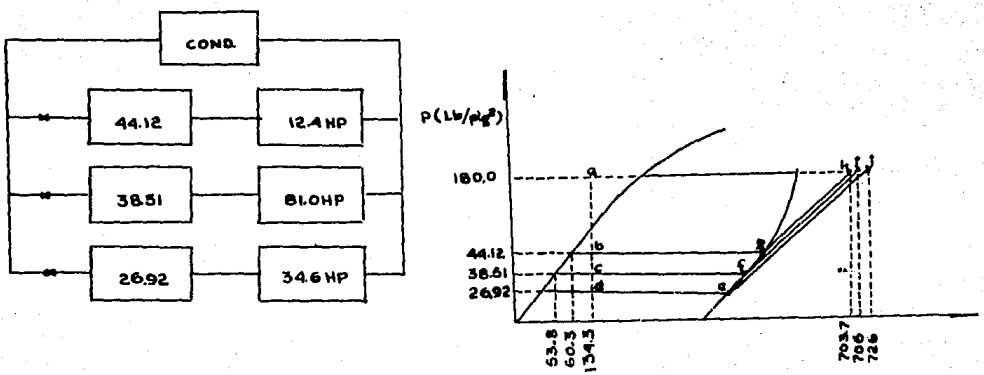


Fig 20

condensación.

De acuerdo con los datos que se tienen, el gasto de refrige-- rante se determinó como sigue:

Primeramente fué determinada la calidad correspondiente a los puntos "b" y "c" con la ayuda de las tablas de amoniaco y teniendo en cuenta que la expansión se lleva a entalpia constante: habiéndo se determinado la entalpia en el punto "a" y de acuerdo con lo antes dicho tenemos:

$134.3=60.3+556X$

$X=0.133$ (para el punto "b")

$60.3=53.8+561.14X$

$X=0.0116$ (para el punto "c")

Obtenidos estos valores se procedió al cálculo del refrigerante necesario

$$W=\frac{30X200}{610.1-53.8}$$

$$=10.8 \text{ lib./min.}$$

$$W=\frac{90X200}{614.9-60.3}+\frac{0.0116}{0.9884}\times 10.8$$

$$W=32.5+0.127$$

$$=32.627$$

$$W=\frac{14.5X200}{616.6-134}+\frac{0.133}{0.867}3263$$

$$=11 \text{ lb/min.}$$

Como podemos observar en el diagrama correspondiente al primer caso, las entalpias en los puntos "e", "f" y "g" son respectivamente 610.1, 614.9, 616.6; por lo que para determinar los HP que se requieren empleando el sistema bosquejado, obtuvimos el valor de --

la entalpia promedio

$$h_m = \frac{610.1X10.8-32.63X614.9-11X616.6}{54.43}$$

$$= 614 \text{ BTU/Lib.}$$

La entropia correspondiente a este punto es:

$\Phi_m = 1.3505$

Considerando que el refrigerante es comprimido a entropia - constante, tenemos que la entalpia al final de la compresión es:

$H_1 = 734.6$ BTU/Lib.

El trabajo teórico requerido por el sistema es:

$W = 54.43(734.6-614)/42.42$

155 HP

Caso II

En este caso mandamos el refrigerante de dos de los evaporadores a un solo compresor que opera con efecto dual (consideramos -- los evaporadores de las cámaras representados por uno solo) trabajando el tercero de ellos separadamente. El ordenamiento lo mostramos esquemáticamente en la fig. #18.

La entalpia correspondiente a los puntos "a" (igual a la de - "b" "c" y "d"), "e", "f" y "g" fueron determinados de las tablas - del refrigerante que estamos considerando. Una vez conocidas las - entalpias procedimos a determinar primeramente el gasto de amoniaco requerido para posteriormente precisar los HP que necesita el - sistema.

$$w_1 = 30X200/\ 610.1-134.3$$

$$= 12.6 \text{ Lib./min.}$$

$$w_2 = \frac{90X200}{614.9-134.3}$$

$$= 37.5 \text{ Lib./min.}$$

$w_3 = 14.5X200/616.6-134.3$

$= 6$ Lib/min.

El punto en que parte la compresión, no puede ser determinado directamente de las tablas, sino que fué calculada según la fórmula:

$(h_m - h_f)\ V_e / V_m = AP_m\ V_a - (h_f - u_a)$

en la que: h_m entalpia de la mezcla; V_m volumen específico de la misma; u energía interna

$$(h_m - 614.9)\ \frac{10.23}{V_m} = \frac{38.51X144X10.23}{778} - \left[614.9-(610.1-10.23X0.1852X26.92)\right]$$

$= 17.3$

$h_m - 614.9 = 1.68\ V_m$

Haciendo tabulaciones basadas en las tablas, determinamos los valores correspondientes a h_m y V_m así como el de la entropia de este mismo punto; dichos valores son:

$h_m = 627$

$\Phi_m = 1.347$

Con éstos determinamos la entalpia en el punto "i" siendo el valor de ésta

$h_i = 732$ BTU/Lib.

Para el segundo compresor tenemos en el punto "g" una entalpia de 616.6 BTU/Lib. y una entropia de:

$\Phi_g = 1.3025$

Basándonos en ésta y la presión a que será descargado el refrigerante, tenemos que la entalpia en el punto de descarga, es:

$h_h = 703$ BTU/Lib.

Los HP requeridos por este sistema, son:

$$w = \frac{732X50.1\ \ 6(703-616.6)-37.5X614.9-12.6X610.1}{42.42}$$

152 HP

Caso III

Consideramos en este caso una expansión múltiple y el empleo de dos compresores que operan en la misma forma del segundo caso. Podemos observar en el diagrama representativo (fig. 19) que los gastos de amoniaco en este sistema y los del primer caso, son iguales. También aprovecharemos las entalpias de los puntos e, f, g, i, j ya calculadas en el diagrama anterior y las de los puntos b, c y d, del primer caso. Con estos datos tenemos que los HP requeridos en este caso, son:

$$w = \frac{732X43.43-87.1X11-32.63X614.9-10.8X610.1}{42.42}$$

=142 HP

Caso IV

Para este caso calculamos la potencia requerida para el sistema empleando tres compresores trabajando cada uno de ellos a la presión de su evaporador correspondiente. Los valores de w_1, w_2, w_3 son iguales a los del segundo caso así como las entalpias de los puntos e, f, g. Las entropias de estos puntos, son:

$\phi_e = 1.3454$

$\phi_f = 1.3157$

$\phi_g = 1.3043$

Las entalpias de los puntos de descarga se determinaron basándonos en los anteriores datos y se indican en el diagrama de la fig. #20. Determinados los datos necesarios, procedimos a determinar los HP

$$w = \frac{12.6(726-610)-37.5(706-614.9)-6(703-616.6)}{42.42}$$

= 128 HP

Como se puede apreciar, los dos últimos resultados podemos de

cir que son los más favorables tanto en operación como en ahorro de potencias; siendo el último el que tiene menor consumo de HP y por-poseer además mayores ventajas en cuanto a su operación, fué el seleccionado para nuestro sistema. Las ventajas de este sistema son:

a) mejor control

b) la operación de las máquinas se puede combinar más fácil-mente.

c) se puede parar la planta de hielo sin perturbaciones en la planta.

d) es más fácil el mantenimiento.

Los cálculos efectuados fueron hechos empleando el amoniaco como refrigerante por ser el fluído que resulta más económico en grandes plantas como la que nos ocupa; esto es debido a dos cualidades - muy importantes: 1) gran efecto de refrigeración. 2) peso específico elevado. La importancia de estas cualidades estriba en que con una - pequeña fuente de energía se mantiene el refrigerante en circulación a través de todo el sistema y es posible el uso de un pequeño cilindro en el compresor, ya que el tamaño de éste y la energía para la - impulsión del mismo, depende del volumen del refrigerante en circu-lación.

Sabemos que todo sistema de refrigeración mecánica está constituído principalmente por los siguientes elementos:

a) compresor (s)

b) condensador

c) válvula (s) de expansión

d) evaporador (s)

e) tubería

El sistema empleado por nosotros para satisfacer las necesidades del proyecto estará formado por compresores, condensadores, difusores (Estos dispositivos cuentan con serpentines evaporadores y válvulas de expansión), evaporador, separadores de aceite, acumuladores y los controles respectivos.

Compresores.- En el sistema elegido tendremos tres presiones de operación, siendo éstas: 42.72 lb/plg^2, 35.83 lb/plg^2 y - - - - 26.8 lb/plg^2 (teniendo en cuenta la caída de presión en la tubería cuyo cálculo se bosqueja más adelante). El gasto de amoniaco que - por las válvulas de succión penetrará al interior de los compresores será de 12.6, 37.5 y 6.0 lb/min. respectivamente con las presiones ya indicadas. El refrigerante será comprimido por todas las unidades a 180 lb/plg^2 Para estas presiones y gastos de trabajo emplearemos un compresor para la presión de succión más baja; tres - compresores que nos proporcionen la capacidad equivalente a la -- del que trabajaría con un gasto de 37.5 lb/min. y presión de succión de 35.83 lb/plg^2 y una unidad trabajando a la más alta presión de succión.

La razón por la que fueron elegidos tres compresores para comprimir el fluído que proviene de las cámaras de conservación en lugar de uno, estriba en que generalmente el volumen de carne almacenado en las cámaras va siendo introducido en su interior durante - los 15 días que dura su almacenamiento o en un tiempo un poco menor aunque claro está habrá días que la carne almacenada sea totalmente cambiada; pero basándonos en lo antes dicho, vemos que la -- carga será aproximadamente un 50% de la total.

Para la planta emplearemos los siguientes tipos de compresores: 4-unidades Carrier modelo 5H81 con las siguientes caracterís-

ticas:

Capacidad 30 toneladas

Núm. de cilindros 8

Carrera 2 3/4"

Diam. 3 1/4"

Desplazamiento 121.3

RPM max. 400

RPM min. 400

HP nominales 36

Una de estas unidades corresponde a la planta de hielo y trabajará a una temperatura de succión de -7 °F y el resto a las cámaras de conservación y cuya temperatura de succión es de 8 °F

Para la cámara de preenfriamiento seleccionamos una unidad de la misma marca modelo 5f61 con las siguientes características:

Capacidad 15.4 toneladas de refrigeración.

Núm. de cilindros 6

Diam. 2 1/2"

Carrera 2"

Desplazamiento 39.2 CFM

RPM 1150

Temperatura de succión 14 °F

La temperatura de condensación para los tres compresores es de 90 °F

Estas unidades cuentan con su separador de aceite.

Condensadores.- La planta contará con condensadores del tipo evaporativo ya que éstos cuentan con la mayoría de poseídas por - la torre de enfriamiento y en cuanto a desventajas las tiene en - menor grado que ésta. Por la tubería más corta y menor resisten-- cia en los rociadores de agua la potencia requerida por la bomba de agua es bastante menor con respecto a la necesitada por la torre de enfriamiento. Las pérdidas de agua son también menores en un condensador evaporativo.

En las plantas de cargas variables como la que nos ocupa, es te tipo de condensador se adapta bastante a las necesidades pues su capacidad puede variarse mediante las siguientes operaciones:

1) trabajando intermitentemente la bomba de agua
2) operando en forma intermitente los sopladores
3) operando ambos en la misma forma
4) colocando un modulador de corriente de aire

De las cuatro maneras enunciadas la menos recomendable es la primera pues se van formando pequeñas películas de partículas que se depositan en el serpentín al evaporarse el agua.

El número de BTU que le serán extraídos al refrigerante duran te su condensación es el siguiente:

De acuerdo con el sistema elegido sabemos que el gasto de re-- frigerante correspondiente a la planta de hielo así como el de la - cámara de preenfriamiento y cámaras de conservación tendrán diferen te entalpia en el punto de descarga; por este motivo primeramente - determinamos la entalpia promedio

$$\bar{h} = \frac{12.6X726 - 37.5X708 - 6X703}{56.1}$$

$$\bar{h} = 709$$

La entalpia a la salida del condensador, calculamos que sería aproximadamente h=134 BTU; por lo que el calor extraído será

Q = 56.1(709-134)

= 32350 BTU/min.

= 162 toneladas de refrigeración.

La selección de los condensadores se efectuó en unidades marca Elben cuyas capacidades están dadas para una presión de condensación de 185 lb/plg^2 y 80°F de bulbo húmedo. Para otras temperaturas de bulbo húmedo como en nuestro caso, nos valemos de una tabla proporcionada por el fabricante. Para una temperatura de bulbo húmedo de 68°F como la considerada en nuestros cálculos, el factor varía según la gráfica que basada en la tabla mostramos a continuación: -

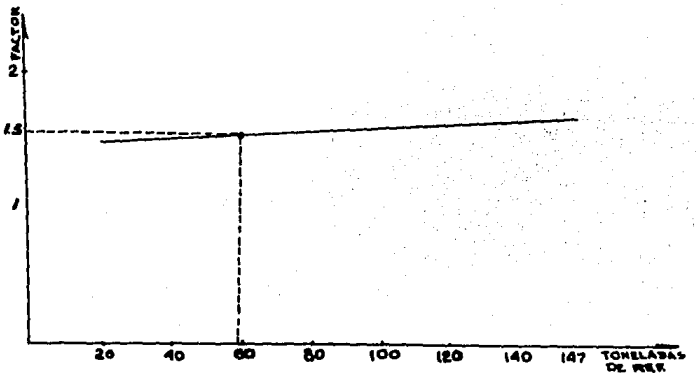


fig 21

Basándonos en la gráfica seleccionamos 2 unidades modelo 602 con capacidad nominal de 58.5 toneladas c/u. pero aplicando el factor por temperatura que obtuvimos de la gráfica y que es igual a -- 1.56 la capacidad de estas unidades realmente será de 93 toneladas.

Difusores.- El empleo de difusores en cámaras de conservación tiene grandes ventajas, pues con ellos tenemos una mayor circulación del aire en el interior de las mismas; esto hace que el enfriamiento sea más uniforme así como la conservación de la temperatura requerida. El movimiento del aire recirculante evita la fijación en la carne de partículas nocivas a ésta y que se encuentran en el interior de las cámaras; éstas se depositan en los evaporadores de los difusores. Las ventajas mencionadas son superiores a la desventaja ocasionada por los motores que impulsan los ventiladores para recircular el aire, pues se tienen mayores pérdidas debidas a la energía eléctrica.

La selección de estos elementos fué efectuada sobre difusores marca Elben y los modelos designados para las diferentes cámaras se determinó como sigue:

Para cámara de preenfriamiento

En el interior de esta cámara como hemos indicado, deberemos conservar una temperatura de 42.8 °F y un porciento de humedad relativa de 65%; el calor sensible es de 174900 BTU/hr; el calor total Q_t = calor sensible + calor latente del cuarto.

$= 174900 + Q_L$

$Q_L = V K \varphi X h$

V volumen del cuarto = 46000 pies

φ peso específico = 0.057

h entalpia de la mezcla=15 BTU/lb

$Q_L = 3900$ BTU

Sabemos que el volúmen de aire requerido por "X" cantidad de calor sensible está dado por la fórmula:

$$V = \frac{\text{calor sensible del cuarto}}{\text{const. del aire X rango de enfriamiento}}$$

La constante del aire fué tomada de la gráfica que se indica.

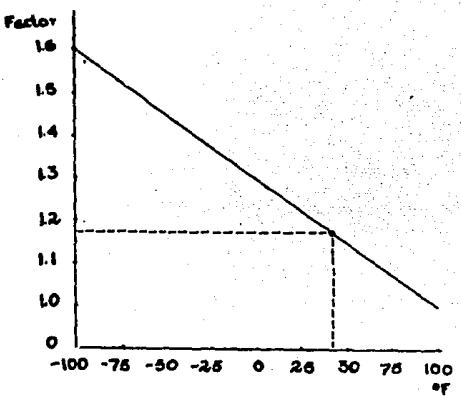


fig 22

El rango de enfriamiento es obtenido mediante la fórmula que se indica

$R = (T_c - ADP)(1-BF)$

Fórmula en la que:

T_c Temperatura del cuarto

ADP punto de rocío del aparato

BF factor de By-pass

ADP fué obtenido de las tablas publicadas por la Carrier Corporation para este fin entrando con las condiciones requeridas por la cámara ya indicadas y el factor de calor sensible ($SHF = Q_s / Q_T$) y que en nuestro caso tiene un valor de

SHF=174900/178800.

El valor de ADP obtenido con estos datos es de 30.38.

El factor de By-pass correspondiente a evaporadores de 8 hileras con 4 aletas por plg. como los que ocuparemos tiene un valor de BF = 0.25 ; por lo que el valor del rango de enfriamiento es

R = (42.8-30.38)(1-0.25)

= 9.35

por lo que el volumen de aire requerido será:

$$V = \frac{174900}{1.12 \times 9.35}$$

V = 16100 pies /min.

A este volumen de aire que recircularemos en el interior de la cámara, le serán extraídos 3.16 BTU por cada lira de aire recirculante. Los difusores que emplearemos y en cuyos evaporadores la tem

peratura del amoniaco será de 16 °F absorberán 3.85 BTU/lb aire - (aplicando el factor que nos da el fabricante ya que en nuestro - caso tendremos una diferencia de temperatura de 26.8°F entre la - del interior de la cámara y la del evaporador; este factor para - estas condiciones tiene un valor de 1.8). De acuerdo con esto, el gasto que recircularemos será de:

$$Q = \frac{16100X3.16}{3.85}$$

= 13200 pies / min.

Para esta cámara emplearemos dos unidades de pié modelo - - 1301 con ventiladores de 2-12" capaces de recircular 7000 pies/- min. de aire e impulsados por motor de 2 HP.

Los serpentines de estas unidades están construídos con tubo totalmente de acero de 3/4" con aleta contínua, totalmente soldados y galvanizados por inmersión después de fabricados. Probados a 300 lb/plg.^{2} dentro del agua.

Los ventiladores son centrífugos multiaspa, galvanizados, movidos con motor eléctrico por medio de poleas ranuradas y bandas "V". El motor está arriba de la unidad sobre soporte tensor.

El deshielo se llevará a cabo por medio de agua, con espreas de bronce montadas sobre cabezal galvanizado.

La estructura de soporte está construída con perfiles de - - acero comercial galvanizada y reforzada después de fabricada.

La determinación de los demás difusores fué hecha siguiendo el mismo procedimiento siendo los modelos seleccionados para las distintas cámaras los siguientes:

Para cámara de rosas

Dos unidades semejantes a las anteriores.

Para cada una de las cámaras de cerdos

Dos unidades de cielo modelo 3003 con ventiladores de 2-16" - capaces de recircular 3450 pies /min. e impulsados por un motor de 2 1/3 HP.

El serpentín es de tubo de fierro de 3/4 con 4 aletas/ plg. - galvanizado por inmersión después de fabricado.

La cubierta y charola de deshielo de lámina galvanizada des-- pués de fabricadas. La charola de distribución de agua removible - por el frente.

El deshielo de estas unidades es por agua.

Para cámaras de pollos.

Dos unidades de cielo modelo 6003 con ventiladores de 2-16" - capaces de recircular 5500 pies /min. c/u e impulsados por un mo-- tor de 2-1/3 HP. Teniendo las demás características de los ante- - riormente enunciados.

Tanto las unidades de pié como las de cielo, trabajarán con - evaporador inundado y cuentan con válvula de expansión termostática, válvula de expan-- sión manual, válvula de flotador y los controles de humedad.

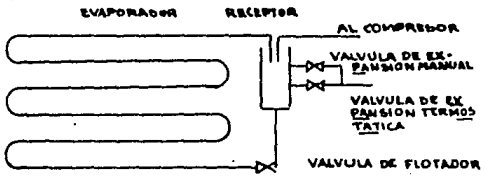


Fig 23

Se indica en la fig. la forma en que van dispuestas las válvu- las.

El ventilador de estas unidades es de 2-24" impulsado por un - motor de 10 HP. Los galones de agua que por minuto necesita para su operación son 160.

Sus especificaciones son las siguientes:

Serpentín de tubo de acero de 3/4" galvanizado por inmersión y

probado a 300 lb/plg.^{2} dentro del agua.

Ventiladores galvanizados, chumaceras autoalineables y flecha reforzada con acoplamientos intermedios, malla de alambre en la -- succión de los ventiladores y cubre banda.

Estructura pesada galvanizada después de fabricada, así como tina soporte igualmente galvanizada.

Espreas de bronce fácilmente limpiables

Eliminadores de rocío galvanizados y fácilmente desmontables

Puertas de acceso herméticas, sin empaques.

Bomba centrífuga, cedazo y válvula de flotador y vena contínua.

Receptor de líquido.- Como utilizaremos en nuestra planta -- condensadores evaporativos, necesitamos emplear un receptor de líquido para que colecte el fluído empleado por el sistema. Este no es más que un tanque de acero con sus respectivas válvulas de cierre y apertura situado en un nivel inferior al del condensador. - El receptor puede servir también de separador de aceite, ya que - como éste es más denso que el amoniaco, se deposita en el fondo - de donde puede ser eliminado.

El tamaño del receptor en los sistemas de amoniaco generalmente es tal que por cada tonelada de refrigeración del sistema,- almacene dos litros de refrigerante líquido.

El número de toneladas de refrigeración en nuestro sistema, es 134.5 toneladas; por lo tanto la capacidad de nuestro receptor será de:

$$V = 2 \times 134.5$$

$$= 279 \text{ dm}^3$$

Las dimensiones dadas a éste fueron de:
Diámetro 45 cm

Longitud 1.80 mts.

Tubería.- No existen reglas para fijar las dimensiones más convenientes para la tubería que cubra todos los casos; por lo que los cálculos de la misma fueron basados en la tabla experimentalmente formada que indicamos a continuación:

* (REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING DATA BOOK)

Fluído	Medida económica	Velocidad razonable	Vel. límite
Líquido	$d = 0.3Q^{1/2}$	V = d/2-4	V = 15
Gas	$d = 3v^{1/3}w^{1/2}$	V = 16.7d	V = 250

donde

d diámetro interior en plgs

v volúmen específico pie³/lb.

V velocidad media pie/seg.

w flujo lb/seg.

Sabiendo que el gasto manejado por los compresores es de - - - 56.10 libras de amoniaco por minuto de las cuales 6.00 corresponden al gasto requerido por los difusores de la cámara de preenfriamiento. 37.5 a los de las cámaras de conservación y el resto a la planta hielo. Conocido el gasto total determinamos el diámetro mínimo - que deberá tener el cabezal de descarga en la forma siguiente:

$d = 3x2.54^{1/3}(56.10/60)^{1/2}$ (2.54 de las tablas)

3.93"

A este cabezal llegará la tubería de descarga de los cinco compresores por lo que el diámetro de sus tuberías será:

Para el compresor de la cámara de preenfriamiento

$d = 3x2.54^{1/3} \times (6.00/60)^{1/2}$

$= 0.130"$

Calculando con la misma fórmula los diámetros de la tubería de descarga de los demás compresores tenemos: para los que succionen -

el amoniaco que proviene de las cámaras de conservación:

d = 1.87 diámetro comercial 2"

para la planta de hielo

d = 1.88

Como puede apreciarse en el diagrama de tubería correspondiente a las cámaras, tenemos que la línea líquido del sistema estará formada por dos líneas principales: una que alimenta los evaporadores de los difusores de la cámara de preenfriamiento y otra que -- alimenta los difusores de todas las cámaras; esta línea tiene derivaciones y subderivaciones. Según el gasto de refrigerante será el diámetro de la tubería que constituye estas derivaciones por lo -- que basándonos en la fórmula para líquidos indicada en la tabla -- mostrada, se calcularon los diámetros. Estos los indicamos en la - siguiente tabla:

Gasto lb/min	Diámetro calculado Plgs.	Diam. Comercial Plgs.
32.4	0.77	3/4
16.02	0.545	1/2
15.41	0.53	1/2
11.31	0.455	1/2
10.2	0.434	1/2
7.18	0.364	3/8
5.6	0.321	3/8
5.1	0.306	3/8
4.13	0.276	1/4
2.55	0.217	1/4
1.7	0.171	1/4

Línea de succión.- La tubería de succión o sea la que va del

evaporador a los compresores. estará formada al igual que la línea líquido por conductos de diferente sección dependiendo ésta del -- gasto de refrigerante que circula por su interior De acuerdo con la fórmula ya indicada $d = 3V^{1/3}W^{1/2}$ tenemos que la línea de succión correspondiente a la planta de hielo tendrá un diámetro de:

$d = 3X10.23^{1/3} \times (12.6/60)^{1/2}$

$= 2.98$ (emplearemos diámetro comercial de 3")

El diámetro de la tubería de succión proveniente de la cámara de preenfriamiento lo calculamos de:

1.83 (utilizaremos diam. de 2")

El proveniente de las cámaras de conservación.

d = 4.42 (diam. comercial de 4")

El cabezal de succión de los compresores que recirculan el -- amoniaco de estas cámaras. tendrá un diámetro mínimo de igual dimensión que el anterior. La tubería que de este cabezal va a cada uno de los compresores. tendrá un diámetro mínimo de 2.55(3" diam. comercial)

Indicamos a continuación los diámetros de la tubería que se halla en el interior de las cámaras y que fué calculada con las mismas bases:

Gasto lb/min.	Diámetro calculado plgs.	Diam. comercial plgs.
32.4	4.10	4
16.02	2.9	3
15.41	2.8	3
11.31	2.41	2 1/2
10.02	2.3	2 1/2
7.18	1.94	2

Gasto lb/min.	Diámetro calculado plgs.	Diam. comercial plgs.
5.6	1.71	2
5.1	1.63	1 1/2
4.13	1.47	1 1/2
2.55	1.15	1 1/4
1.58	0.91	1

Con el fin de determinar el tipo de tubería (estandard, pesada o extrapesada) calculamos el espesor mínimo que debe tener para posteriormente hacer comparaciones de los distintos tipos - -- existentes en el mercado. Dicho espesor mínimo fué calculado ba-- sándonos en la siguiente fórmula empírica (REFRIGERATION MOYER Y FITZ)

$$t = \frac{PD}{2S - 0.8P} + C$$

en la que

P máxima presión en lb/plg²

D diámetro del tubo (interior)

S esfuerzo permisible del material debido a la presión interna.

C=0.05 para tubos de acero con diámetro menor de 1"

C = 0.065 para tubos del mismo material y cuyos diámetros sean mayores de 1"

S = 12000

substituyendo los valores de presión de descarga y medida - del diámetro menor tenemos

$$t = \frac{180 \times 0.25}{24000 - 0.8 \times 180} \quad 0.05$$

$$= 0.05186$$

efectuando los cálculos con el diámetro mayor de la tubería

$$t = \frac{180X\ 4}{24000-0.8X180} \qquad 0.065$$

$$0.0949$$

Observando en las tablas de tubería de acero podemos ver que los espesores correspondientes a los dos diámetros escogidos para el cálculo son: 0.088" y 0.237 espesores de los diámetros menor y mayor respectivamente para tubería de acero tipo estandard. De - - acuerdo con esto emplearemos tubería estandard por tener espesor - suficiente.

La caída de presión en la línea de succión reviste gran importancia en el funcionamiento del compresor por reducirle la eficiencia volumétrica y aumentar el trabajo de compresión. Por este motivo haremos el cálculo de la caída de presión para determinar en -- forma más correcta los HP necesarios para impulsar al compresor.-- La caída de presión en las tuberías se calculó de acuerdo con la - siguiente fórmula (REFRIGERACION MOYER Y FITZ):

$$P_1 - P_2 = \frac{V^2(1 - 3.6/d) LD}{144 X 454 X d}$$

fórmula en que

V velocidad en pies/seg.

D densidad del amoniaco

d diámetro del tubo

Las caídas de presión obtenidas en las diferentes líneas fueron:

1.40 lb/plg. en la línea de la cámara de preenfriamiento.

2.84 " " " " " " las cámaras de conservación.

0.12 " " " " " " la planta de hielo.

Estas caídas fueron determinadas en la siguiente forma:

1) Se determinó la longitud equivalente en tubería por efecto de válvulas, codos, reducciones, etc.
2) Se calculó la velocidad del refrigerante en las distintas ramas de tubería.
3) De las tablas se obtuvo la densidad del amoniaco.
4) Se anlicó la fórmula ya indicada para cada tramo obteniendo una determinada caída de presión; determinada ésta, obteníamos el valor de la presión correspondiente para después combinarla con la de otra ramificación y así sucesivamente obteniendo una presión promedio. Esta la determinábamos en la forma siguiente:

$$P_m = \frac{P_1 W_1 + P_2 W_2 + \ldots\ldots P_n W_n}{W_1 - W_2 - \ldots W_n}$$

en donde:

P presión promedio

P presión de descarga en una derivación "n"

W gasto de amoniaco en lb/min.

Aislamiento de la tubería.- El aislamiento de la tubería de refrigeración tiene como fin principal evitar la condensación en su superficie. Este será colocado únicamente en la tubería de succión ya que la línea líquido debe ser aislada únicamente cuando la temperatura ambiente es menor que la del líquido, no siendo este caso el nuestro. En cuanto a la línea de descarga nunca debe ser aislada -- porque las pérdidas de calor favorecen al trabajo del condensador - disminuyéndolo.

El tipo de aislamiento que emplearemos será de corcho moldeado mismo que será sellado con asfalto en caliente para evitar el paso de la humedad.

El espesor que le daremos a este aislamiento lo tomamos de - -

acuerdo con lo que nos dicta la experiencia y que mostramos según la siguiente tabla (REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING DATA BOOK) hecha para distintos rangos de temperaturas.

de 40 °F	a	15 °F	2" de aislamiento
" 15 °F	"	- 5 °F	3" " "
" -5 °F	"	-20 °F	4" " "
"-20 °F	"	-40 °F	5" " "
"-40 °F	"	-60 °F	6" " "

En nuestro caso tenemos tres temperaturas, siendo éstas 16 °F, 10 °F y -5 °F; por lo que el aislamiento para la tubería por la que circula el fluído a 16 °F tendrá su aislamiento con un espesor de - 2" y para la tubería de las otras dos temperaturas colocaremos aislamiento con un espesor de 3".

Soportes.- Existen varios tipos de soportes para la tubería de refrigeración, sin embargo nosotros emplearemos soleras que serán - fijadas a las vigas soportadoras de las trayectorias.

Controles.- Los controles en nuestro sistema como en cualquier otro son muy importantes. En nuestro caso y conociendo la forma de operación del sistema emplearemos controles para el arranque de los motores que impulsan los compresores, controles en los difusores y condensadores evaporativos.

Los compresores que recirculen el refrigerante de las cámaras de conservación estarán trabajando todos juntos, solamente cuando - la carga sea mayor de los dos tercios de la máxima y mientras sea - menor únicamente trabajarán dos de ellos. En estas condiciones ve-- mos que será necesario el empleo de un control automático que arran que el motor del tercer compresor cuando sea necesario.

El control automático que emplearemos, será de presión y se co

nectará por medio de un circuito selector, al arrancador magnético del compresor que no esté trabajando y lo pondrá en actividad cuando la presión aumente en la línea de succión. En seguida indicamos el diagrama de operación de este control.

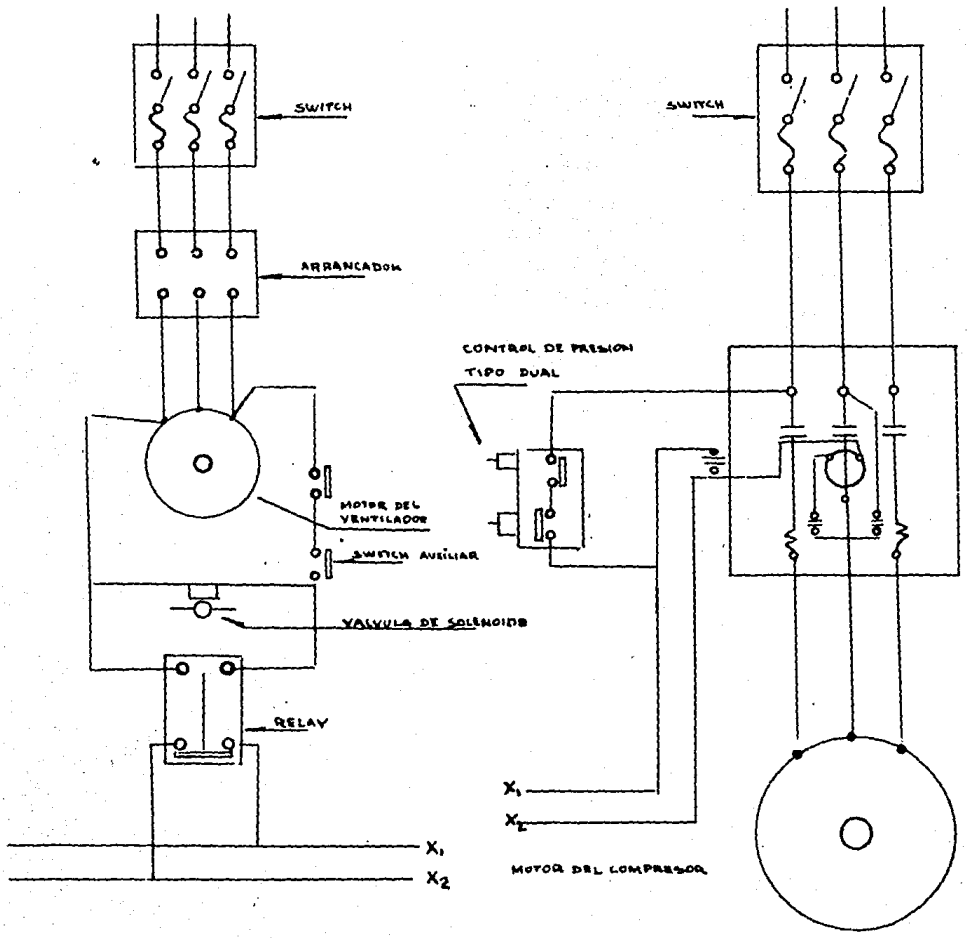


Fig 24

Los motores de los tres compresores, tendrán controles manuales de arranque y paro que se desconectarán cuando el de presión - sea conectado (aparte del ya indicado).

Los condensadores evaporativos, únicamente tendrán controles manuales de arranque y paro.

Por lo que respecta a los difusores, sus controles estarán -- formados por uno termostático y otro de humedad. El termostático - abrirá la válvula de solenoide para dar paso al líquido que posteriormente se expanderá al pasar por la válvula de expansión. El -- control de humedad abrirá o cerrará la válvula por la que circula el agua con que se descongelarán los serpentines del evaporador,- ya que la humedad del aire va disminuyendo al irse depositando en dichos serpentines.

A N A L I S I S E C O N O M I C O .

El objeto primordial de este capítulo, está encaminado principalmente a definirnos el costo de la inversión implicada por -- las necesidades del rastro, los costos acarreados por el funcio-- namiento del mismo, el por qué utilizar determinado equipo a sa-- biendas de que algunos procesos pueden efectuarse con la ausencia de éstos y por último, para poder determinar el costo correspon-- diente a cada kg. de carne.

La forma en que desarrollamos este análisis, es la siguiente:

1) Bosquejamos un estudio comparativo entre uno de - los sistemas que repercute considerablemente tanto en la economía, como en el funcionamiento del proyecto (sistemas transportadores).
2) Siendo el costo por kg. de carne, el punto que -- nos fijará el margen para obtener cierta ganancia, se procede a calcular el costo total implicado -- por el proyecto, para posteriormente dividirse -- entre el número total de carne que fija la capa-- cidad del rastro.

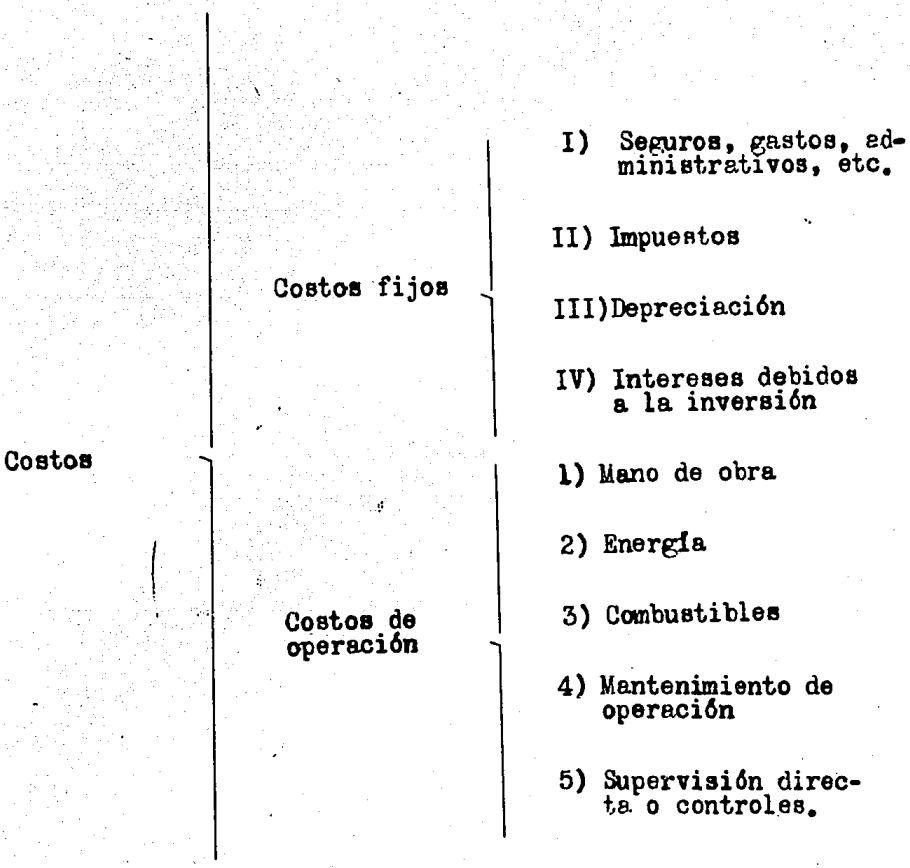
Como los costos son la base de todo estudio económico, pre-- sentamos a continuación las divisiones de éstos, la forma en que serán tomados para su estudio y los conceptos que para cada uno - de ellos, han sido designados.

Para su estudio, dividimos los costos en dos grandes ramas:

a) Costos fijos
b) Costos de operación

En el cuadro siguiente indicamos lo referente a estos inci-

sos.



Cargos fijos.-Respecto a este tipo de cargos cuya clasificación se indicó en el cuadro anterior, diremos que son muy elásticos por depender de varios factores (lugar, compañía, etc.)no obstante esto podemos considerar lo siguiente:

I).-Por lo que toca a los conceptos señalados con este inciso y que no son más que costos indirectos, los tomaremos como el 80% de la mano de obra.

II).- Los impuestos invariablemente dependen del lugar.

III).-En cuanto a la depreciación, la basaremos en la vida útil del equipo y la consideraremos como un 10% del costo instalado anualmente.

IV).- Por lo que toca al interés anual debido a la inversión lo consideraremos como un 5% del costo total menos la cantidad considerada en la depreciación.

Costos de operación.-La forma en que se tomarán algunos de estos costos y en la que calcularemos los demás, lo indicamos a continuación:

1).-Los costos de mano de obra se tomarán entre el 20 y 100% del tiempo hora-hombre.

2).-Los costos correspondientes a este inciso se determinarán calculando lo que consumirá el equipo.

3).-El costo de combustible, como en el caso anterior lo determinará el equipo.

4).-El mantenimiento de operación es realmente teórico, se presenta como mantenimiento anual en función del costo instalado, tomándose de un 2 1/2 a un 10% según las condiciones de operación del equipo y sus características.

Por lo que toca a implementos de operación, tales como guantes, grasas, etc.,los tomaremos como un 10% de la mano de obra.

Habiendo determinado la forma en que consideraremos nuestros costos, procederemos al estudio comparativo que consistirá en ver si económicamente es mas ventajoso el empleo de transportadores en la matanza de reses o efectuarla prescindiendo de éstos.

Costos acarreados en el proceso sin transportadores:

a) Renta del terreno.- El area ocupada por la matanza de 427 - reses en un periodo de 8 hrs., comprende una superficie mínima de - 1708 mts^2 y fué calculada en la forma siguiente:

En rastros donde la matanza se lleva a cabo en forma semejante (sin transportadores) cada matancero procesa aproximadamente 5 reses en 8 hrs.; la superficie mínima para trabajar el cadaver de estos animales, es un espacio de 20 mts. (4 X 5) misma que le corresponde a cada matancero y en consecuencia en cada 20 mts.^{2} mataremos 5 reses; siendo el número de reses sacrificadas 427 la superficie mínima requerida será:

S = 427/5 X20

Tomando por concepto de renta mensual, un costo de $ 5/mt., nuestra renta anual será de 427/5 X 20 X 5 X 12

$102480

b) Costo de mano de obra.- El salario recibido por cada matancero, es de $35.00; teniendo en cuenta que el número necesario es - de 86 matanceros por este concepto se tendrá un gasto anual de - $ 1098650.00

c) Supervisión directa (10% de la mano de obra) $109865.00

Los costos totales por año operando en estas condiciones ascienden a $ 1310715.00

Los costos anuales mediante el empleo de transportadores son - los siguientes:

Costos debidos a la inversión de equipo.- Teniendo en cuenta - que para que el empleo de transportadores sea costeable y eficiente se requiere el empleo de otros instrumentos (sierras mecánicas, grúas, extractores, etc.) incluimos en la inversión los costos de estos aditamentos; alcanzando un valor de $ 365844.00

Depreciación.- La depreciación de equipo calculada por 10 -- años, nos acarrea un gasto anual de $36,584.40

Estimamos los costos indirectos como un 5% del costo de inversión y tienen un valor de $18,242.20.

El mantenimiento de operación para nuestros transportadores,- se estima según tablas de costos standard, como un 20% de la inversión inicial y suman $ 73,168.80.

El gasto anual correspondiente a la mano de obra, comprende - un 10% de la inversión o sea $36,584.40.

Los costos indirectos de operación, debidos a lo ya antes indicado, tienen un valor de $75,726.40

Los gastos ocasionados por la energía que consumen los motores, es la correspondiente a 33 HP-hr y es la siguiente:

1 HP = 746 watts.

33. = 24500

El costo por kilowatt-hr es de $0.30 por este motivo, nuestro costo anual debido a energía eléctrica, es de $ 21,565.00.

El gasto ocasionado por el salario de los operarios empleados en este sistema, es de $186,150.00.

El correspondiente a supervisión directa (10% del anterior) - $ 18,615.00.

Renta.- Como podemos apreciar en el plano donde indicamos la - colocación de equipo y secuencia de operaciones, la superficie requerida por este sistema es de 240 $mts.^2$ por lo que considerando un - - costo de renta mensual de $5.00/$mt.^2$, tenemos un costo anual de - -- $14,400.00.

Los costos totales requeridos anualmente por este sistema, - suman $771,202.00.

La determinación de nuestro costo hoy dia, tomando en cuenta un interés anual de 5% será:

$$S\ E\left(\frac{1}{1+i}+\frac{1}{(1+i)^2}+\frac{1}{(1\ i)^3}+\cdots\cdots+\frac{1}{(1+i)^n}\right)\ldots\ldots\ldots 1$$

haciendo $u = 1/1+i$

$$S = E\ (\ u+u^2+u^3\ldots\ldots\ldots u^n\ )\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

multiplicando por u tenemos

$$Su = E\ (\ u^2+u^3+u^4+u^5+\ldots\ldots\ldots u^{n+1})\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

restando 2 de 3

$$Su - S = E(u^{n+1} - u)$$

despejando el valor de S

$$S = \frac{u^{n+1}-u}{u-1}\ E$$

sustituyendo en esta ecuación el valor de u

$$S = \frac{\left(\frac{1}{1+i}\right)^{n+1}\quad \frac{1}{1+i}}{\frac{1}{1+i}\quad -1}\ E$$

donde

$n = 10$

$E = 1310715$ (primer caso)

$(1+i)^n = 1,7$

El costo hoy dia para este caso es $ 9450000,00

Para el segundo caso tendremos 5560000,00

Cantidades que nos muestran la ventaja económica obtenida mediante el uso de transportadores.

Habiendo seleccionado ya el equipo, tipo de construcción, modo de distribución de los departamentos, etc., con la tendencia a que resultaran lo más económicos, más eficientes, más funcionales, más higiénicos y haciendo notar que estos incisos podrán ser atacados de diferentes maneras y posiblemente llegar a mejores resultados, pero debido a la falta de experiencia con que contamos, las conclusiones a que llegamos se basan en los conocimientos teóricos y algo de la experiencia de los demás. Procederemos ahora a la determinación del costo correspondiente a cada kilogramo de carne manejado por el rastro. Por este motivo se calculó el presupuesto, aunque en forma global, del equipo, edificio, accesorios, etc., que cubren las necesidades del rastro y que presentamos a continuación.

Equipo de matanza para reses y cerdos.

1) Puerta giratoria para el corral de atarantamiento	$	7100.00
2) Extremo de la entrada tipo vertical sin contrapesos	"	1420.00
3) Grúa eléctrica de 7 1/2 HP alto par, alto deslizamiento impulsado por bandas "V" con controles para elevar y bajar	"	22100.00
4) Dren de agua y desangre	"	795.00
5) Grúa con todos los aditivos para transferencia del animal del riel de desangre al de proceso	"	15500.00
6) Riel y colgadores de desangre	"	3525.00
7) Sistema de transportadores electromecánicos para 50 reses/hr constituido por:		
Impulsor intermitente con motor de 10 HP y tímer automático para 6 ó 66 operaciones		

riél de la sección de bajada con controles de pié
riel de la sección de bajada con controles manuales
26 trolleys
26 dispositivos ampliadores
extractor de cola neumático
plataformas hidráulicas, 2 de 40"X40" y dos de - --
30"X40"; dos de ellas equipadas con sierras
transportador con cadena de dedos impulsores
7 catarinas de 8 dientes
4 " " 6 "
colgadores de vigas (I) con clips fijadores
Total $ 306000.00

8) Transportador con dedo impulsor formado por:
cadena de trabajo
2 catarinas de 6 dientes # 120
2 catarinas de 6 dientes # 116
impulsor de velocidad variable
colgadores con clips para vigas (I)
motor trifásico de 2 HP
Total $ 30,000.00

9) Gabinete para lavado de cabezas $ 3,190.00

10) Anillo inspección de cabezas $ 1,600.00

11) Escaldador de tripas $ 22,200.00

12) Grúa para levantamiento de 1/2 tonelada, con velocidad de operación de 17 pies/minuto $ 3,800.00

13) Sierra modelo 153 (cortadora) $ 3,410.00

14) Tanque escaldador $ 7,000.00

15) Depiladora con capacidad de 125 cerdos/hr. $ 51,900.00

16) Mesa gambreladora estacionaria $ 8,640.00

17) Transportador para el proceso con cadenas de números 678 y 910, constituído por los siguientes elementos:

4 catarinas de 6 dientes # 120
1 " " " " # 116
Impulsor de velocidad variable con motor de 5 HP y accesorios
colgadores con clips para vigas (I)
T o t a l $ 52,500.00

18) Mesa para inspección de vísceras y cabezas $ 67,500.00

19) Mesa separadora de vísceras $ 5,490.00

20) Mesa para vísceras y corazón $ 4,550.00

21) Mesa para trabajar cabezas $ 4,420.00

22) Riel neumático de lavado $ 6,250.00

23) Plataforma para reses, operación # 4

24) Plataforma para reses, operaciones # 5, 6 y 7

25) Plataforma para reses, operación # 8

26) " " " " # 9

27) " " " inspección

28) " " " rasurar lomo

29) " " " rasurar costados

30) " " " remover cabezas

31) " " " evisceración

32) " " " desangrar

33) " " " inspección

34) " " " quitar manteca

Total $ 44,750.00

Costo total de equipo de matanza, reses y cerdos

Equipo para pollos.

1) dos tanques escaldadores de 4'10"X4'X80' que incluyen c/u. 4 bombas impulsadas por 4 motores de 10 HP.

controles # B22 formados por compresor de aire,- regulador de presión y filtro, válvulas de vapor, válvula de control de presión, indicador de pre-- sión de aire y vapor, tubería de aluminio, termómetro de carátula # 13 y termómetro de carátula - # 32.

Total $ 287,000.00

2) Dos tanques de inmersión de 48'X4'6"X4'7", con - capacidad cada uno de 1250 galones y contando -- con los siguientes elementos:

3 motores de 10 HP, 3 bombas centrífugas de 8" y con los mismos controles que operan los tanques escaldadores

Total $ 198,000.00

3) Dos unidades escardadoras del tipo múltiple, - - formadas por una carcasa galvanizada por inmer-- sión en caliente, artesonada con aluminio puli-- mentado y con las siguientes dimensiones: 9'10"X 8'1"X48", con una altura desde el piso, de 100"; constará además de dos motores de 5 HP cada unidad $ 130,000.00

4) 2 quemadores contínuos de gas, que incluyen una

bomba y un motor de 10 HP cada unidad $ 36,000.00

5) 2 unidades quitadoras de plumas, formadas por rodillos perforados de 30" de largo, ajuste - hidráulico en la altura, pudiéndose variar de 41" a 48", un motor de 1/2 HP que mueve una - cadena de ruedas y una base de 30"X40"X1/4" - galvanizada por inmersión en caliente $ 96,500.00

6) 2 lavadoras de 10' de longitud y 4'6" de an-- cho con altura ajustable sobre el piso de - - 5'6" a 6'2" y contando cada lavadora con un - motor de 3/4 de HP. $ 13,000.00

7) 2 sistemas de plumas compuestos por:
Un separador de 8' de longitud, que incluye - un motor de 10 HP trifásico 220/440 volts 60 ciclos, una bomba con capacidad de 400 galo-- nes/min.
Un elevador de 24' de longitud y 12" de ancho, de aluminio galvanizado con motor de 1/2 HP, - caja de reducción y cadena maleable del número 77.
Total $ 235,800.00

8) 2 casetas de inspección con las siguientes medidas: 120", 36 y 12" largo, ancho y altura sobre el piso respectivamente. $ 27,000.00

9) 8 mesas para inspecciones posteriores $ 37,000.00

10) Accesorios (cuchillería, tijeras, guantes, navajas, ganchos y demás utensilios de matanza) $ 32,000.00

11) 320 metros de trayectoria acanalada, de acero

galvanizado por inmersión en caliente, de las siguientes dimensiones: 35"X12" ancho y alto respectivamente. $ 29,780.00

12) 2 sistemas transportadores constituídos cada uno por: 160 metros de cadena tipo 10R, 530 colgadores fijos, abrazaderas - con ruedas nylon, 160 mts. de tubo con - diámetro de 1 3/4" de acero estirado y - galvanizado en caliente
Un motor trifásico de 1 HP
Total $ 137,000.00

13) 2 sistemas transportadores constituídos - cada uno por:
50 mts. de cadena tipo 103
156 colgadores,
50 mts. del tubo ya indicado
1 motor de 1 HP, también con cambios ma-- nuales de velocidad
Total $ 118,475.00

14) 70 carros de acero galvanizado por inmersión en caliente $ 280,000.00

Costo total del equipo correspondiente a pollos

Equipo de refrigeración

1) 2 condensadores evaporativos, con capacidad nominal de 58500 BTU que recirculan 2100 -- pies/min. con ventilador de 2'24" y motor - de 10 HP $ 145,800.00

2) 2 unidades de pié modelo 1301, de amoniaco

inundados, tubo de 3/4" con 4 aletas/plg. con capacidad nominal de 50000 BTU/hr que recirculan 7000 pies de aire con ventiladores de 2'10" impulsados con motores de - - 2 HP $ 44,600.00

3) 8 unidades de cielo modelo 3003 de amoniaco inundados con tubos de 3/4" 4 aletas/plg. deshielo por agua con capacidad nominal por unidad de 12200 BTU/hr recirculando 2300 -- pies por minuto con ventiladores de 16" impulsados por motores de 1/3 HP $ 49,640.00

4) 20 unidades modelo 6003 de amoniaco inundados con tubos de 3/4 4 aletas/plg. con capacidad de 26500 BTU/hr para recircular 5500 - pies/min. con ventilador de 2'10" impulsados por motor de 2 1/3 HP $ 95,800.00

5) 4 unidades (compresores) carrier modelo - -- 5H81 $ 174,400.00

6) 1 unidad de la misma marca, modelo 5F61 $ 38,700.00

7) 1 receptor de líquido de 0.45 mts. de diámetro y 1.8 mts. de largo $ 3,850.00

8) 1 planta de hielo constituída por:
Un compresor Carrier modelo 5H81
Un evaporador de 90000 kilocalorías (tipo - inundado)
Tanque de 9X4,15X125
304 moldes de 50 kilos
Un tanque de deshielo

1 grúa viajera de 1/2 tonelada de capacidad	
1 molquete	
1 llevador	
Accesorios	
Costo total instalada	$ 320000.00
Obra civil	
Cimientos	195910.00
Piso de losetas (400 mts^2)	24000.00
Piso de cemento (6754 mts^2)	95500.00
Pavimento (26200 mts^2)	796000.00
Muros	1180000.00
Techos (4000 mts^2)	292160.00
Instalaciones hidráulicas	675800.00
Instalaciones sanitarias	51000.00
Camaras de conservación	2643500.00
Puertas y canceles	48550.00
Trayectorias para andenes y cámaras	360000.00
Estantes (cámaras de pollos)	277000.00
Total obra civil	6707370.00
Planta Diesel eléctrica	993600.00
Subestación	
1 transformador trifásico con capaci dad de 585 KVA	
1 interruptor con capacidad interruptiva de 150 MVA tipo A-10-150-3	
1 juego de apartarrayos tipo valvular	
Estructura con aisladores , cuchillas y buses	

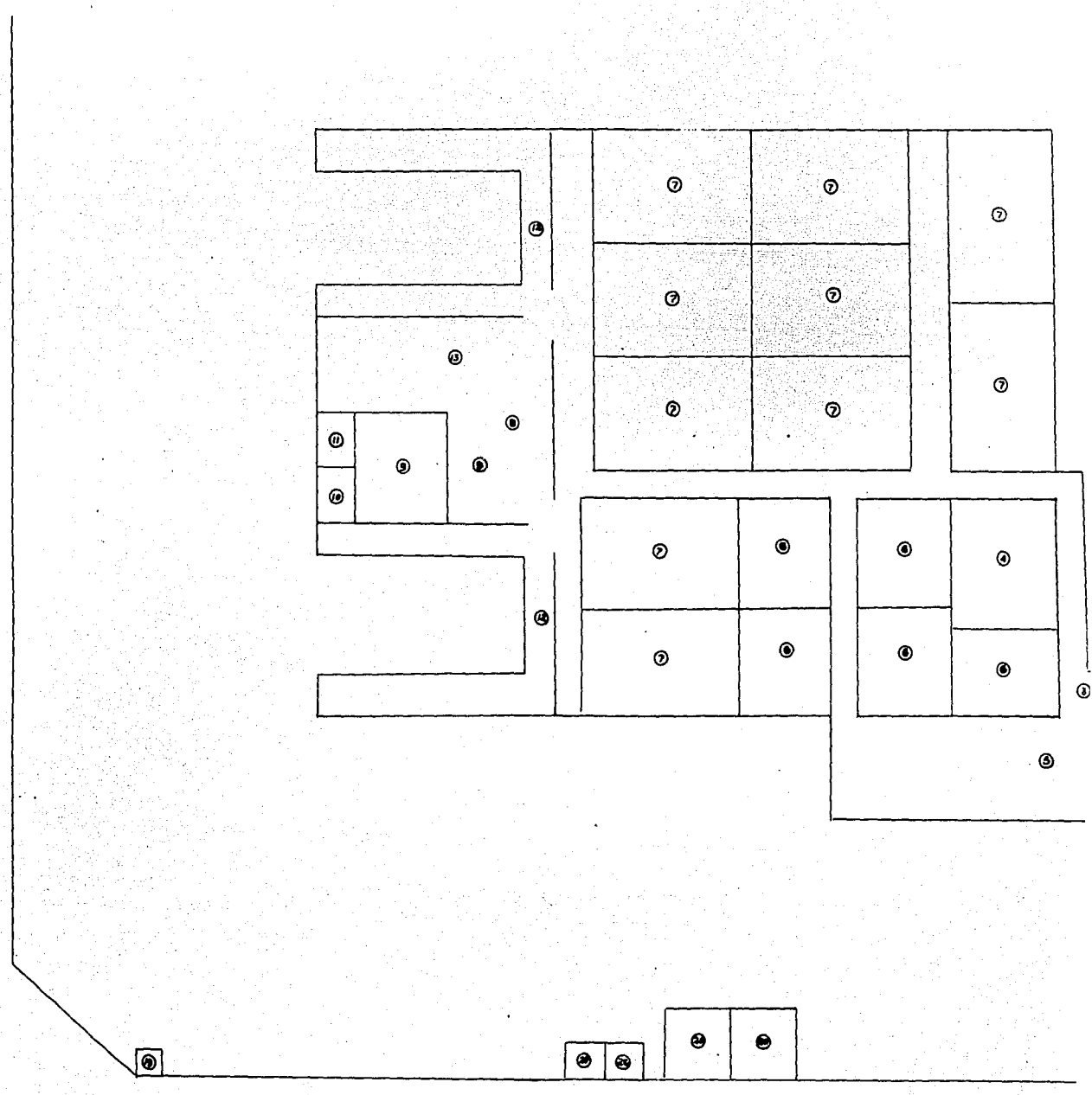
Total ya instalada	$ 125615.00
Accesorios	364550.00
Costo total del proyecto	17905620.00

El costo correspondiente a cada kilogramo de carne fué calculado siguiendo los lineamientos ya indicados ;siendo los gastos acarreados aproximadamente en un año los siguientes:

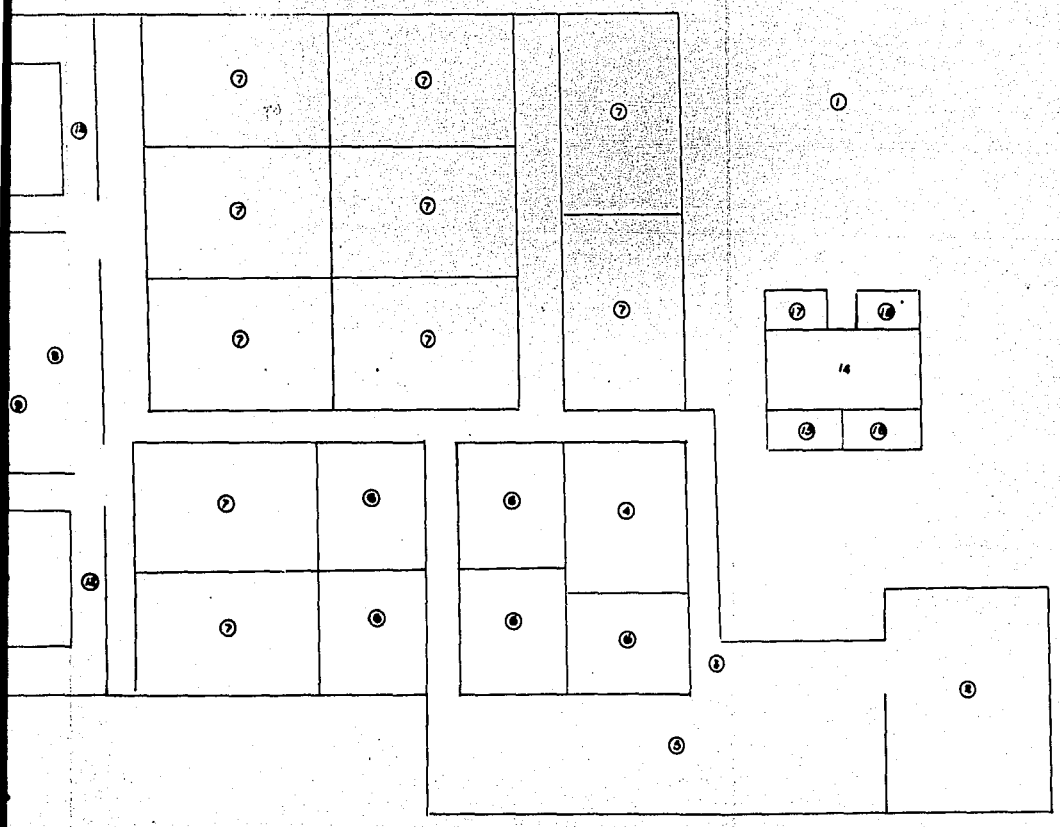
Depreciación de equipo	$ 1007842.50
Renta del edificio	731640.00
Interés por concepto de la inversión	897281.00
Gastos anuales por concepto de energia	438000.00
Gastos por concepto de combustibles etc.	360000.00
Salarios de personal administrativo	860000.00
Salarios de personal técnico	570000.00
Salarios de operarios	1840000.00
Total de costos anuales	6704763.00
Mas 10% de imprevistos	670476.30

Volumen de carne manejado aproximadamente en un año 160000 tons.

De acuerdo con las cantidades anteriores tenemos que el cargo que haremos a cada kilo será de $0.046



(1) CORRALES
(2) DPTO MATANZA (RESES Y CERDOS)
(3) SALA DE RESUDACION
(4) CAMARA DE PRESENFRIAMIENTO
(5) ANDENES DE VENTA (RESES Y CERDOS)
(6) CAMARAS DE CONSERVACION (RESES Y CERDOS)
(7) CAMARAS DE CONSERVACION (POLLOS)
(8) DPTO MATANZA (POLLOS)
(9) CONSERVACION (GANADO MENOR)
(10) OFICINA ADMINISTRATIVA
(11) CUARTO CALDERAS
(12) ANDENES DE VENTA (POLLOS)
(13) SALA DE ALMACENAMIENTO (POLLOS)
(14) SALA DE MAQUINAS
(15) DPTO INGE
(16) OFICINAS
(17) PLANTA DE
(18) TALLER DE
(19) CASETAS
(20) OFICINAS



Esc.: 1/500

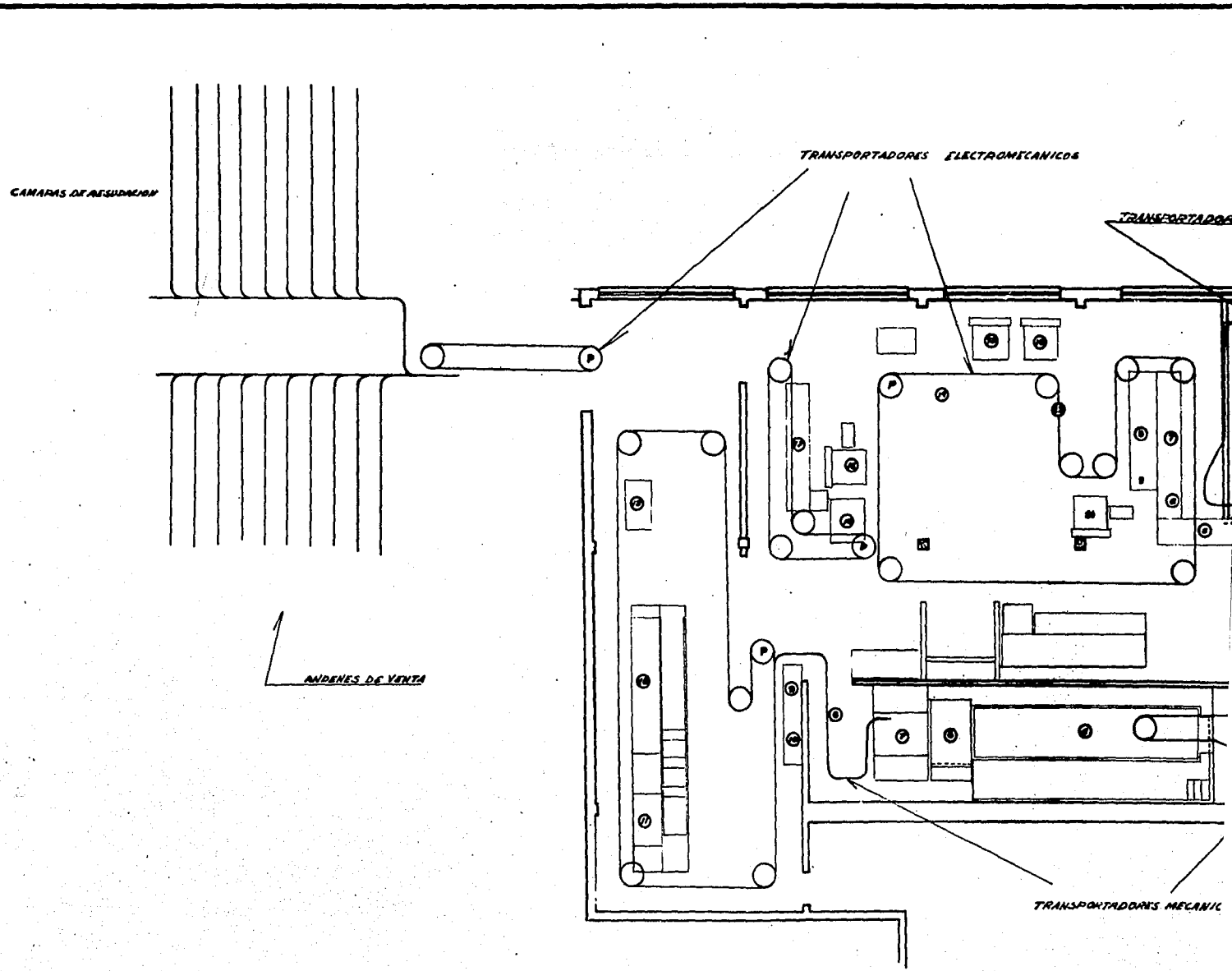
⑧ DPTO MATANZA (POLLOS)
⑨ CONSERVACION (GANADO MENOR)
⑩ OFICINA ADMINISTRATIVA
⑪ CUARTO CALDERAS
⑫ ANDENES DE VENTA (POLLOS)
⑬ SALA DE ALMACENAMIENTO (POLLOS)
⑭ SALA DE MAQUINAS

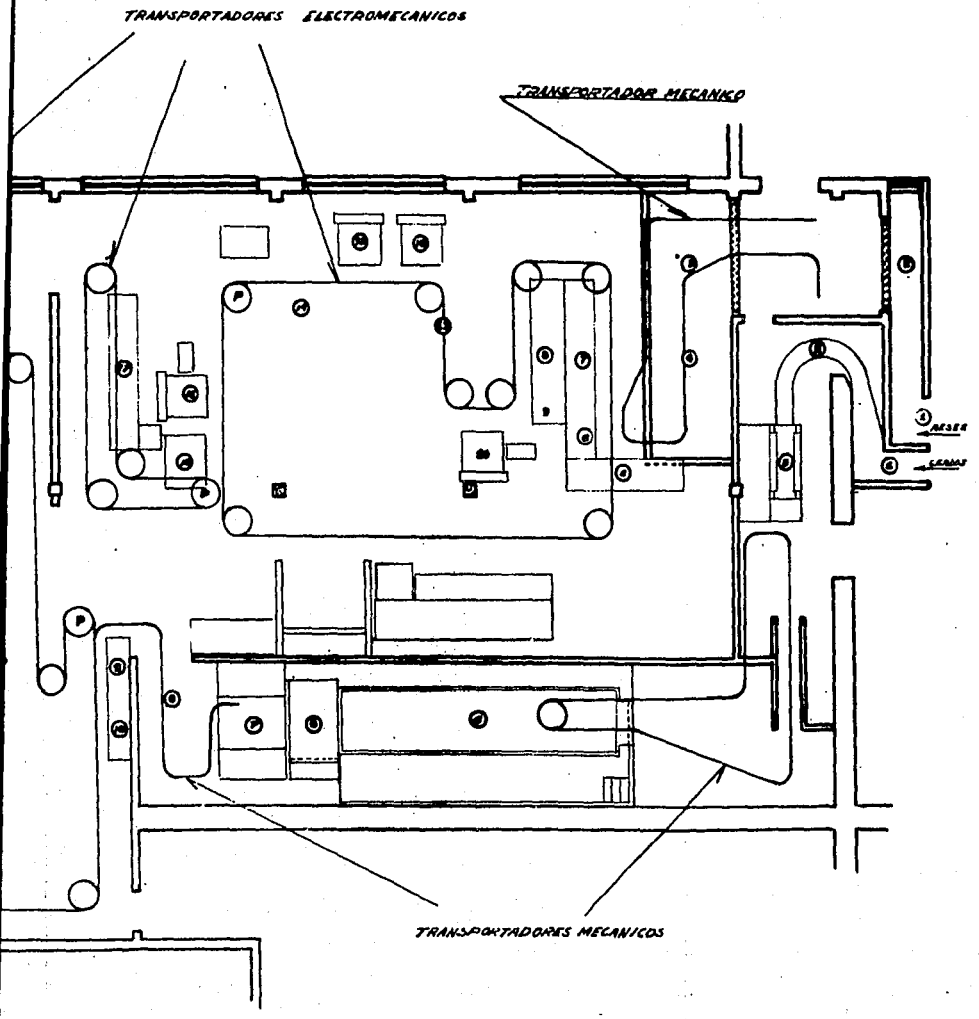
⑮ DPTO INGENIERIA
⑯ OFICINAS SANITARIAS
⑰ PLANTA DE HIELO
⑱ TALLER DE MANTENIMIENTO
⑲ CASETAS DE VIGILANCIA
⑳ OFICINAS ADMINISTRATIVAS

TESIS PROFESIONAL

PLANO GENERAL DEL RASTRO FRIGORIFICO

FRANCISCO JUAREZ L.
F.I. UNAM | PLANO 1 | 1963


CAMARAS DE ASOLEAMIENTO
TRANSPORTADORES ELECTROMECANICOS
ANDENES DE VENTA
TRANSPORTADORES MECANIC



RESES

1. DE LOS CORRALES
2. ATURDIMIENTO Y PRIMERA DE DEGÜELLO
3. MÁQUINA PARA DESOLLADO
4. DESOLLADO
5. DESOLLADO MANUAL
6. TRANSFERENCIA DE TRANSPORTADORES
7. DESCORNAMIENTO DE VACAS O NOVILLOS
8. SE EXTRAEN INTESTINALES DE RES EN EL PISO INF. Y SE LE CORTA LA COLA
9. DEGÜELLO DE GARGANTA, SE EXTRAEN PATAS Y SE ENVIA AL CUELLO SIN ABRIR AORTA
10. SE ABRE EL PECHO
11. SE EXTRAEN VISCERAS
12. DEGÜELLO DE LOS CUARTOS ANTES MANOSEO
13. DEGÜELLO DE LOS CUARTOS ANTES SUPERIOR
14. EVISCERACION
15. CORTES CUARTOS EN DOS PARTES
16. INSPECCION
17. LAVADO
18. AL TRANSPORTADOR QUE LAS CUELGA PARA SU APROVECHAMIENTO

CERDOS

1. DE LOS CORRALES
2. CANAL INCLINADO
3. PRIMERA DE GÜELLO
4. AGUATE POR CUCHILLADA Y DESANGRE
5. TANQUE ESCALDADOR
6. DEPILADOR
7. MESA RASPADORA
8. CHAMUSCADOR
9. LAVADO DE PELOS
10. LAVADO DE LOS CUARTOS
11. EVISCERACION
12. INSPECCION
13. ELIMINACION DE CARAS DE PROVECHO
14. LAVADO DE CAUDAS
15. AL TRANSPORTADOR QUE LAS CONDUCE PARA SU APROVECHAMIENTO PARA POSTE, PREVIAMENTE SER ENVIADAS A LOS AUTOCLAVES O CAMARAS DE RESUDACION
16. CATARINAS INDIVIDUALES

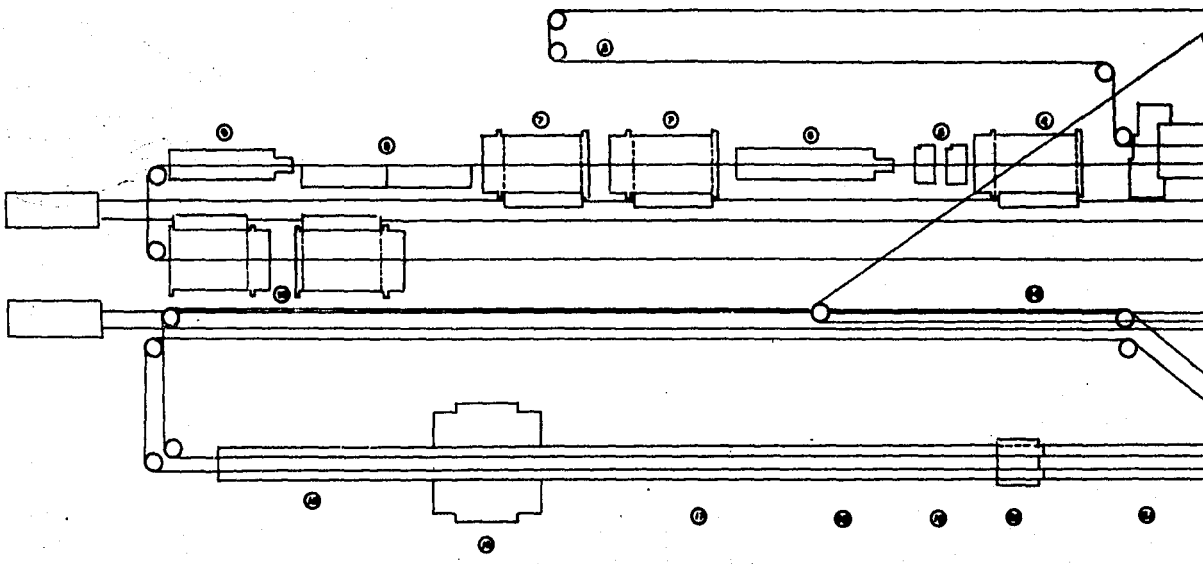
Esc.: 1/100

TESIS PROFESIONAL

COLOCACION DE EQUIPO Y SECUENCIA DE OPERACIONES EN LA MATANZA DE RESES Y CERDOS

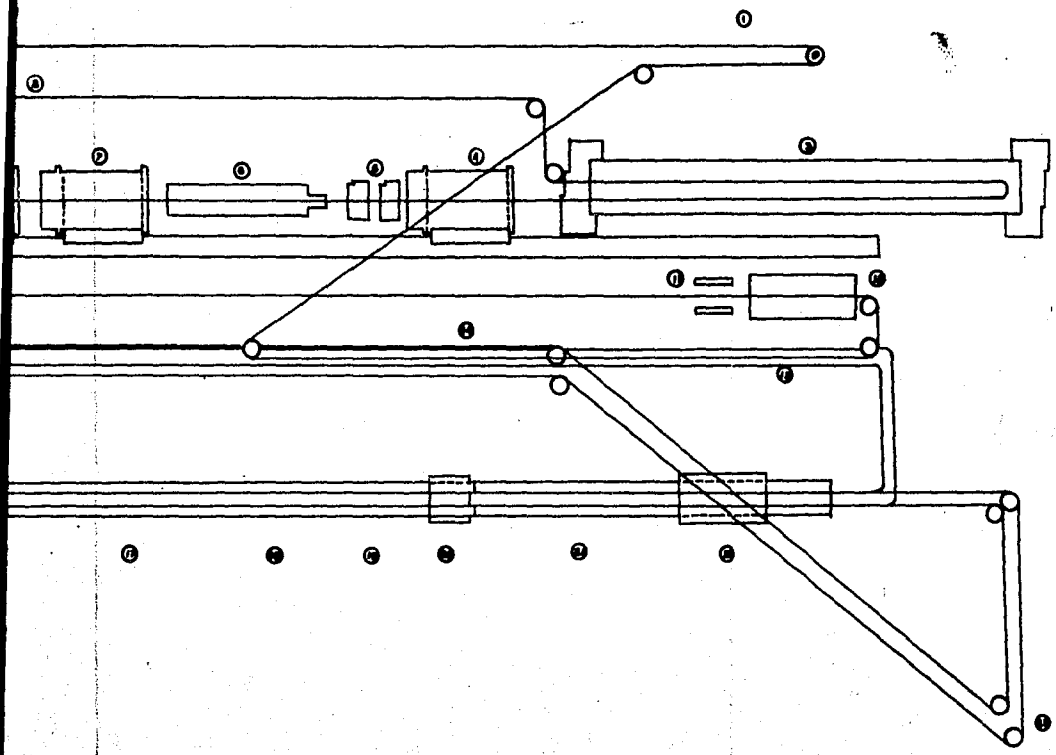
FRANCISCO JUAREZ LOZADA

F.I. UNAM | PLANO 2 | 1963



- COLGAR
- MUERTE
- TANQUE ESCALDADOR
- MULTIESCARBADOR
- QUITADORA DE PLUMAS
- ESCALDADOR DE CUELLO
- ESCARBADORES
- CAMBIO DE POSICION
- ESCALDADOR DEL CORVEJON
- ESCARBADORES
- QUEMADOR
- LAVADORA

- QUITAN PATAS Y EN SEGUIDA EL CUE
- CAMBIO DE TRANSPORTADOR
- SE ABRE EL ABDOMEN Y SE EXTRAEN
- INSPECCION
- SE EXTRAEN CORAZON Y VISCERAS
- EXTRACCION Y LAVADO DE MOLLEJAS
- EXTRACCION DE BOFES
- CORTADOR DE CABEZA
- INSPECCION DE BOFES
- INSPECCION
- A CARROS TRANSPORTADORES
- CHILLINGS IMPULSORES



- CORTAN PATAS Y SE DESANGRA EL CUELLO
- CAMBIO DE TRANSPORTADOR
- SE ABRE EL ABDOMEN Y SE EXTRAEN VISCERAS
- INSPECCION
- SE EXTRAEN CORAZON Y VISCERAS
- EXTRACCION Y LAVADO DE MOLLEJAS
- EXTRACCION DE BOFES
- CORTADOR DE CABEZA
- INSPECCION DE BOFES
- INSPECCION
- A CARROS TRANSPORTADORES
- CHICHARRA IMPULSORA

CALDADOR
ARDADOR
A DE PLUMAS
OR DE CUELLO
OBRES
E POSICION
OR DEL CORVEJON
ODELL
OR

TESIS PROFESIONAL

COLOCACION DE EQUIPO Y SECUENCIA DE OPERACIONES EN LA MATANZA DE POLLOS

FRANCISCO JUAREZ L.

FI. UNAM | PLANO 3 | 1 9 6 3

BIBLIOGRAFIA

MEAT SLAUGHTERING AND PROCESING

C. E. Dillon

FOOD PLANT SANITATION

Milton E. Parker

AIR CONDITIONING AND REFRIGERATIG DATA BOOK

A.S.R.E.

AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION

Burgess H. Jenings & S. R. Lewis

REFRIGERACION

James A. Moyer

COMERCIAL AND INDUSTRIAL REFRIGERATION

Nelson C. Wesley

MANUAL DE REFRIGERACION

Trane

THERMODYNAMICS

Faires

HANDLING MATERIALS HANDBOOK

. Haynes

MECHANICAL ENGINEERS HANDBOOK

Kent

STANDARD HANDBOOK FOR ELECTRICAL ENGINEERS

Knowlton

NORMAS Y COSTOS DE LA CONSTRUCION

Ing. Arq. A. Plazola Cisneros