



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UNA CÁMARA DE CONGELACIÓN PARA LA
PLANTA PROCESADORA DE PULPAS DE FRUTAS DE
INDUSTRIAS DEL CERRO.**

Trabajo de titulación para optar por el título de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: ANGEL DAVID GRACIA PATRON

TUTOR: MARIO GUSTAVO VILLACRES

Riobamba-Ecuador

2017

©2017, Angel David Gracia Patrón

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que, el Trabajo Técnico de Titulación: **DISEÑO DE UNA CÁMARA DE CONGELACIÓN PARA LA PLANTA PROCESADORA DE PULPAS DE FRUTAS DE INDUSTRIAS DEL CERRO.**” de responsabilidad del señor Ángel David Gracia Patrón con número de C.I: 080207058-1, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FECHA

FIRMA

Ing. Mario Villacres

.....

.....

**DIRECTORO DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Marco Chuiza

.....

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Ángel David Gracia Patrón declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Riobamba, jueves 3 de agosto del 2017

Ángel David Gracia Patrón

C.I: 080207058-1

“Yo, Ángel David Gracia Patrón soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Ángel David Gracia Patrón

DEDICATORIA

Mi Trabajo de Titulación lo dedico primeramente a Dios por haberme dado la vida y permitirme culminar con este sueño, y por haberme privilegiado de tener una grandiosa familia a los que amo con todo mi ser.

A mis papas a mis tíos a mis hermanos y todas las personas que me apoyaron todos estos años que fueron muchos, pero se ha podido lograrlo con mucho esfuerzo y sacrificio.

Ángel Gracia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que me apoyaron en todos estos años a mi hermano a mis tíos a mis hermanas y todos aquellos que pusieron un granito de arena para conseguir este título tan anhelado no solo por mí sino por ellos.

A mis amigos Jaime López, Milton Obiedo, Carlos Villarroel, Diego Mestanza , Hernán Bosquez ,Alex Padilla , Fernando Basantez ,Paul Melo , Darwin castillo , y un sin fin de amigos que siempre estuvieron ahí. Acompañándome y apoyándome siempre gracias todos.

De manera muy especial a mi madre Orfa Macías que siempre me apoyo, me aconsejo y siempre dio lo mejor para mí que a pesar de que ya no esté presente a mi lado sé que siempre quiso lo mejor para mi le agradezco infinitamente.

GRACIAS A TODOS

Angel Gracia

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
TABLA DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
RESUMEN.....	XX
SUMMARY	XXI
CAPITULO I	
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.3. LÍNEA BASE DEL PROYECTO	2
1.3.1. Reconocimiento del lugar de investigación	2
1.3.2. Estado actual de la microempresa Industrias del Cerro	2
1.3.3. Método de recopilación de la información	3
1.3.4. Procedimientos para la recolección de información	3
1.4. METODOLOGÍA.....	3
1.4.1.2. Muestreo de pulpa de fruta de mora para los análisis físico- químico.....	5
1.5. ANÁLISIS	5
1.5.1. Parámetros para productos congelados norma INEN 2337.....	6
1.5.2. Determinación de ph.....	6
1.5.3. Determinación de Densidad.....	7
1.5.4. Determinación de la viscosidad.....	7
1.5.5. Determinación del índice de refracción.....	8
1.5.6. Determinación de grados brix	8
1.5.7. Determinación de Coliformes Fecales y E. coli.....	9
1.5.8. Caracterización de la pulpa de mora.....	9
1.6. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTA.	10
1.7. DETERMINACIÓN DE FLUJO DE MÁSCICO DE PULPA DEL PROCESO.....	11

1.8.	BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS	11
1.8.1.	<i>Directos</i>	11
1.8.2.	<i>Indirectos</i>	12

CAPITULO II

2.1.	OBJETIVO GENERAL	13
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13

CAPITULO III

3.	ESTUDIO TÉCNICO	14
3.2.1.	3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	14
3.3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	15
3.3.1.	<i>Generalidades de la pulpa de Fruta</i>	15
3.4.	<i>Proceso de obtención de pulpa de fruta</i>	16
3.5.	CONGELACIÓN.....	17
3.5.1.1.	<i>Tiempos de congelación</i>	17
3.5.1.2.	<i>Fin de la congelación</i>	18
3.5.1.3.	<i>Cinética del proceso de congelación</i>	18
3.5.1.4.	<i>Secuencia de congelación de un alimento</i>	19
3.6.	CICLO DE REFRIGERACIÓN	20
3.6.1.	<i>Sistema básico de refrigeración por compresión</i>	20
3.7.	BALANCE ENERGÉTICO DEL CICLO.....	22
3.8.	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN ...	24
3.9.	DISEÑO	25
3.9.1.	<i>Diseño de la cámara de congelación</i>	25
3.10.	FACTORES DEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR	26
3.10.1.	<i>Calor sensible de la fruta a congelar</i>	26
3.10.2.	<i>Calor latente de congelación de toda la mercadería</i>	26
3.10.3.	<i>Calor sensible de la fruta a congelar</i>	27
3.10.4.	<i>Carga total producida en función del producto a congelar</i>	27
3.11.	CALOR INDEPENDIENTE DEL PRODUCTO A CONGELAR.....	28
3.11.1.	<i>Calor referido a la transmisión de conducción</i>	28
3.12.	ENFRIAMIENTO DEL AIRE POR RENOVACIÓN E INFILTRACIONES.....	29
3.13.	CARGAS POR SERVICIOS	30
3.14.	CARGA TÉRMICA TOTAL POR FACTORES EXTERNOS O CARGAS INDEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR	31
3.15.	CARGA TÉRMICA TOTAL	31
3.16.	FACTOR DE SEGURIDAD.....	32
3.17.	CALCULO DEL TONELAJE	32
3.19.	DATOS ADICIONALES.....	33
3.19.1.	<i>Condiciones exteriores del proyecto</i>	33
3.19.1.1.	<i>Características del producto a congelar</i>	33
3.19.1.2.	<i>Datos para la carga térmica</i>	34

3.20.	CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CONGELACIÓN.....	34
3.20.1.	<i>Cálculos de la carga térmica</i>	34
3.21.	FACTORES INTERNOS.....	34
3.21.1.	<i>Calor sensible de la fruta a congelar.</i>	35
3.21.2.	<i>Calor latente de congelación de toda la mercadería</i>	35
3.22.	CALOR SENSIBLE DE LA FRUTA CONGELADA	35
3.22.1.	<i>Carga térmica total producida en función del producto a congelar</i>	36
3.23.	FACTORES EXTERNOS.....	36
3.24.	CALOR REFERIDO A LA TRANSMISIÓN POR CONDUCCIÓN	36
3.25.	ENFRIAMIENTO DEL AIRE POR RENOVACIÓN E INFILTRACIONES	37
3.26.	CALOR POR SERVICIOS	39
3.27.	CARGA TÉRMICA TOTAL POR FACTORES EXTERNOS O CARGAS INDEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR	39
3.28.	CARGA TÉRMICA TOTAL	39
3.29.	FACTOR DE SEGURIDAD	39
3.30.	CALCULO DEL TONELAJE	40
3.31.	CAPACIDAD DE LA CÁMARA DE CONGELACIÓN.	40
3.32.	CÁLCULO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	40
3.32.1.	<i>Determinación de la temperatura de condensación</i>	40
3.33.	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN	41
3.34.	DESARROLLO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN	42
3.35.	CÁLCULOS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DEL CICLO	43
3.35.1.	<i>Calor absorbido por el sistema</i>	43
3.36.	FLUJO MÁSSICO DEL REFRIGERANTE	43
3.37.	POTENCIA DEL COMPRESOR	44
3.38.	CALOR CEDIDO POR EL SISTEMA	45
3.39.	CÁLCULO DEL COP DEL CICLO	45
3.40.	CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL CICLO	45
3.41.	RESULTADOS.....	46
3.42.	DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN	47
3.43.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
3.44.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIOS DEL PROYECTO	48
3.44.1.	<i>Costos de implementación del equipo</i>	48
3.45.	CÁLCULOS DEL VAN Y TIR.....	48
3.45.1.	<i>Calculo de VAN</i>	48
3.45.2.	<i>Calculo del TIR</i>	49
3.45.3.	<i>Tabla de producción de pulpa de fruta al mensual</i>	49
3.45.4.	<i>Flujo de ingresos</i>	50
3.45.5.	<i>Flujo de egresos</i>	50
3.45.6.	COSTOS OPERACIONALES	51
3.45.7.	RECURSOS HUMANO.....	51
3.45.8.	COSTO DE PRODUCCION.....	52
3.45.9.	COSTO DE LA MATERIA PRIMA PARA PRODUCCIÓN DE LA FRUTA	52
12-2.	TABLA DE COSTO DE MATERIA PRIMA DE LA FRUTA.	52
3.45.10.	<i>Flujo actual neto</i>	52
3.45.11.	COSTO DE LA DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO.	53

3.45.12. CALCULO DE LA DEPRECIACIÓN.....	53
3.45.13. <i>Tabla de VAN y TIR</i>	53
3.45.14. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	55

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Área externa de paredes y techo (m^2)
ce	calor específico de la fruta a congelar (BTU/lb°F)
ce_{cong}	calor específico de la fruta a congelado (BTU/lb°F)
COP_R	COP _R del Ciclo de Refrigeración (m^2)
dT	diferencia de Temperatura (°C)
E_c	energía cinética (kw)
E_p	energía potencial (kw)
h	entalpía (Kj/ Kg)
HR_A	Humedad relativa de almacenamiento (%)
k	Coefficiente de conductividad térmica de paredes y techos ($W/ m^2 /°F$)
lb	Libras de pulpa a congelar (Kg)
m	flujo másico del refrigerante (Kg/s)
n	numero de renovaciones por día
m_a	masa del aire que entra a la cámara de congelación (Kg)
Cd	Coefficiente de arrastre (adimensional)
P	Presión (atm)
P_{atm}	Presión atmosférica (atm)
Q*_T	Carga térmica corregida (BTU/h)
Q	Calor (BTU)
Q₁	Calor cedido por el sistema (kj/kg)
Q₂	Calor absorbido por el sistema (L/día)
Q_C	Calor referido a la transmisión de conducción (BTU)

q_{lc}	Calor latente de congelación de la fruta (BTU /h)
Q_{lc}	Calor latente de congelación de toda la mercadería (BTU)
Q_r	Enfriamiento del aire por renovación en infiltraciones (BTU/h)
Q_s	calor sensible de la fruta no congelada (BTU)
Q_{sc}	Calor sensible de la fruta (BTU)
Q_T	Carga térmica total (BTU)
Q_{Tfe}	Carga térmica total por factores externos (BTU/h)
Q_{Tfi}	carga térmica total por factores internos (BTU/h)
Q_{ts}	carga térmica por servicios (BTU/h)
T_{cond}	temperatura de condensación (°C)
T_{cong}	Temperatura de congelación (°C)
T_d	Temperatura deseada de la pulpa (°C)
T_{evap}	temperatura de evaporación (m°C)
T_{ext}	Temperatura externa de la cámara (°C)
T_{int}	Temperatura interna de la cámara (°C)
T_m	Temperatura del medio (adimensional)
T_r	Toneladas de refrigeración (Tn)
T_t	temperatura de la cámara (°C)
U	Energía interna (Kw)
V	Volumen interno de la cámara (m ³)
V^*	Volumen específico del aire que entra a la cámara (m ³ /Kg/)
$V^{\circ}D$	Volumen de desplazamiento del compresor (m ³ /s)
V_t	volumen de la cámara (m ³)
W	trabajo (J)

W_c	Trabajo del compresor (J)
W_c	Potencia del compresor (kW)
Δh	Diferencia de entalpia entre aire interno y externo°C

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3. Ubicación geográfica del cantón san miguel.....	15
Figura 2-3. Diagrama de proceso de obtención de pulpa de frutas.....	16
Figura 3-3. Cinética del proceso de congelación	18
Figura 4-3. Secuencia de congelación.....	19
Figura 5-3. Fases de congelación.....	20
Figura 6-3. Sistema básico de refrigeración por compresión.....	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-3 Grfica de ingresos mensuales	50
Grafico 2-3 Grafico de egresos	51
Grafico 3-3 Grafica del flujo neto actual	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Análisis físico químico de la pulpa de fruta mora	5
Tabla 2-1. Parámetros para pulpas de frutas	6
Tabla 3-1. Resultados de determinación de ph.	6
Tabla 4-1. Determinación de densidad.....	7
Tabla 5-1. Tabla de la determinación de la viscosidad de la pulpa de mora.....	7
Tabla 6-1. Tabla de la determinación del índice de refracción de la pulpa de mora.....	8
Tabla 7-1. Tabla de la determinación de los grados brix de la pulpa de mora.....	8
Tabla 8-1. Tabla de la determinación de coliformes fecales y e. coli de la pulpa de mora	9
Tabla 9-1 Resultados de la caracterización de la pulpa de mora.....	9
Tabla 2-3. Tipos refrigerantes	24
Tabla 3-3. Tipos de refrigerantes	25
Tabla 4-3. Temperaturas	33
Tabla 5-3 Propiedades termodinámicas de la pulpa de guanábana.	33
Tabla 6-3. Datos para el calculo de la carga térmica	34
Tabla 7-3. Resultados.....	46
Tabla 8 Tabla de precios materiales para la construcción del equipo.	48
Tabla 9.3 Tabla de cantidad de pulpa ala mes.....	49
Tabla 10-3 Tabla de ingreso mensuales	50
Tabla 11-3 Tabla de egresos mensuales.....	50
Tabla 14-3 Tabla de flujo actual neto	52
Tabla 15-3 Resultados de el van y tir.....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A. ANÁLISIS DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICOS DE LA PULPA DE MORA
- ANEXO B . ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA PULPA DE MORA
- ANEXO C. DETERMINACIÓN DEL (pH)
- ANEXO D. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD
- ANEXO E. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD
- ANEXO F. DETERMINACIÓN DE GRADOS BRINX
- ANEXO G. DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN
- ANEXO H. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES
- ANEXO I. CONVERSIÓN DE UNIDADES DE REFRIGERACION
- ANEXO J. DATOS TÉCNICOS DE LOS PANELES DE SANDWICH DE POLIURETANO
- ANEXO K. TEMPERATURA DE ALGUNOS REFRIGERANTES A PRESIÓN CONSTANTES
- ANEXO L. TABLA DE PRESIONES DE OPERACIÓN DE ALGUNOS REFRIGERANTES
- ANEXO M. CAMBIO DE AIRES PROMEDIOS EN 24 HORAS EN CÁMARAS DE REFRIGERACION
- ANEXO N CARTA PSICOMETRICA
- ANEXO O. TABLA DE REFERENCIA DE TEMPERATURA VS. HUMEDAD RELATIVA PARA EVAPORADORES ENFRIADOS POR AIRE
- ANEXO P. DIAGRAMA P-H DEL R-717
- ANEXO Q. PROPIEDADES DEL LÍQUIDO Y VAPOR PARA EL R-717
- ANEXO R. TABLA DE VOLUMEN ESPECÍFICO DE REFRIGERANTE R-717
- ANEXO S. DIMENSIONES NORMALIZADAS DE TUBERIAS COMERCIALES DE ACERO
- ANEXO T. NORMA TÉCNICA INEN 2337: 2008 JUGOS PULPAS, CONCENTRADAS NECTARES.

ANEXO U. PLANO DEL DISEÑO LA CÁMARA DE CONGELACION PARA UNA PLANTA
DESPULADORA DE FRUTA DE INDUSTRIAS DEL CERRO.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar una cámara de congelación para la planta despulpadora de frutas para Industrias del Cerro ubicada en la ciudad de San Miguel de la provincia de Bolívar. El diseño se basa en un modelo matemático que consiste en la determinación de la carga térmica que el sistema debe suministrar para congelar el producto terminado. Como aislante se escogió la espuma de poliuretano porque tiene una baja conductividad térmica que es adecuada para la cámara de congelación y no tener pérdidas de calor. Se determinó un ciclo de refrigeración con un coeficiente de operación de 3.30 y la eficiencia del ciclo fue de 76.77 %, la cámara de congelamiento tendrá las siguientes dimensiones por recomendaciones de la empresa de 3 m de ancho, 3 m de alto y 2 m de largo (42 m^3) con una capacidad 595.3 kilogramos de refrigeración de pulpa de fruta , empleando refrigerante R-717 que opera a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Las paredes de la cámara de congelamiento serán de poliuretano de 12 cm de espesor Si la empresa decide construir el equipo, tendrá en sus instalaciones la capacidad de poder preservar sus productos durante un mayor periodo de tiempo. Es recomendable el congelamiento ya que de esta manera se garantiza que se cumpla con la exigencia de la norma NTE INEN: 2237 para pulpas, néctares y jugos congelados.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <CÁMARA DE CONGELACIÓN CARGA TERMICA >. <MUESTREOS DE MATERIA PRIMA>, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS>, <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS>, <CÁLCULOS DE DISEÑO>, <NORMA NTE INEN 2237.>.

SUMMARY

This research is aimed at designing a freezing chamber for fruit pulper factory at “Industrias del Cerro” located at San Miguel city, Bolivar province. This design is based on a mathematical model for determining the thermal load that the system must provide to freeze the finished product. Polyurethane foaming was used as an insulated because of its low thermal conductivity which was adapted for the freezing chamber and with this, avoid heat losses. It determined a cooling cycle with a coefficient of performance of 3.30 and the efficiency of the cycle 76.77%. The freezing chamber will have the following measurements length 3m, width 3m, and height 2m (42m³) with a capacity of 595.3 kilograms of de fruit pulp refrigeration using R-717 refrigerant which a -20°C. The sides of the freezing chamber will be made of polyurethane of 12 centimeters thick. If the factory decides to build the equipment, the factory will have the capacity to preserve their products during a longer period. It is recommended to freeze the fruit pulp because this can guarantee the requirements provided by the NTE INEN 223 7 (Ecuadorian Technical Norm) for pulps, frozen juice and nectar.

Key words: <ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, < THERMAL FREEZING LOAD CHAMBER>, < RAW MATERIAL SAMPLE>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <CHEMICAL PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS >, <DESIGN MEASUREMENT>, <NORM NTE INEN:2237 >

CAPÍTULO 1

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Este proyecto consiste en diseñar una cámara de congelación para la microempresa "INDUSTRIAS DEL CERRO" ubicada en San Miguel de Bolívar con el objetivo de realizar una correcta congelación de la pulpa de fruta que esta planta produce.

Es así que surge el problema que el producto terminado, la pulpa de fruta no sea correctamente congelada después del proceso de elaboración, surge la necesidad de implementar un diseño de una cámara de congelación para su congelamiento y de acuerdo a la norma INEN 2337 para el correcto almacenamiento de productos congelados.

Por las necesidades de tener un alimento en perfectas condiciones y para garantizar las normas INEN 2337 y 2825 que se utilizan para el correcto manejo y almacenamiento de pulpas de frutas, se implementa una cámara de congelación para mantener este producto en condiciones de calidad e inocuidad adecuadas para su consumo.

Hoy en día existen empresas a nivel nacional que elaboran este producto y cuenta con grandes cámaras de congelamiento adecuado, para el almacenamiento de la pulpa de frutas, por eso surge la necesidad de diseñar esta cámara de congelamiento para la microempresa Industrias del Cerro

1.2. Justificación del Proyecto

Industrias Cerro es una microempresa que se encarga de elaborar pulpas de frutas, como la mora como su principal producto, que está ubicada en San miguel de Bolívar la cual cuenta con los maquinas necesarias para la elaboración de este producto.

Al realizar la elaboración de la pulpa de frutas, surge la necesidad de implementar un sistema de congelación para el correcto almacenamiento de este producto para mantenerlo fresco y conservar sus características de calidad.

Al diseñar una cámara de congelación para esta microempresa y hacer los estudios necesarios, se beneficiarán al tener un producto de calidad que cumplan las condiciones necesarias para ser consumidas.

1.3. Línea Base del Proyecto

1.3.1. Reconocimiento del lugar de investigación

En el trabajo de investigación se realizó un recorrido por la microempresa Industrias del Cerro para observar en qué estado se encontraba y realizar un muestreo de la pulpa de la línea de producción.

1.3.2. Estado actual de la microempresa Industrias del Cerro

Para la realización de este trabajo de técnico se realizó un recorrido por Industrias del Cerro que es una microempresa ubicada en la ciudad de San Miguel de Bolívar tiene como objetivo principal la producción de pulpa de frutas como la guanabana , mora , fresa , naranjilla etc.

Tiene 6 meses funcionando en la ciudad de San Miguel produciendo pulpa como su principal producto es la pulpa de mora y de guanaba con una producción de 100-120 kg por semana.

En la inspección realizada se observó que en la actualidad la empresa cuenta con los siguientes materiales y equipos:

- Mesas de selección
- Despulpadora
- Marmita
- Congeladores de pequeña capacidad

- Refractómetro (medición de grados brix).

En el recorrido se observó que las instalaciones cuenta con los equipos adecuados para el proceso de obtención de pulpa de fruta pero el mayor problema que se identificó es que la empresa no cuenta con una capacidad suficiente de congelamiento para la pulpa procesada.

1.3.3. Método de recopilación de la información

Se realizó un muestreo, el cual se tomó una sola muestra representativa al final del proceso de producción en las instalaciones de la microempresa a fin de evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la pulpa de fruta después del proceso de acuerdo a parámetros establecidos por la norma INNE 2337.

1.3.4. Procedimientos para la recolección de información

Este proyecto cuenta con estudio descriptivo del proceso tomando muestras de la pulpa de fruta al término del proceso para realizar análisis microbiológicos y físicos – químicos en base a la norma INNE 2337.

1.4. Metodología

1.4.1. Métodos

La realización de este proyecto de investigación tiene un carácter explicativo /informativo de tal forma que permita responder los distintos fenómenos a analizarse durante el proceso de congelación de una pulpa de fruta. El método a utilizarse es una guía de procedimientos, que provee pautas lógicas generales para desarrollar y coordinar operaciones destinadas a la consecución de objetivos de modo más eficaz posible.

- **INDUCTIVO**

Partiendo del diagnóstico de las características de la cámara de congelamiento al nivel de industrial , a través del análisis de laboratorio de las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de fruta se determinan las variables que involucra a dicha operación tales como humedad, tiempo de congelamiento; y adoptando datos de temperatura que involucre transferencia de energía, se calculan las variables existentes siendo esta la base para realizar el dimensionamiento adecuado para la cámara de congelamiento.

- **DEDUCTIVO**

Involucra aquellos procedimientos que van de lo complejo a lo simple, es decir, se realiza el dimensionamiento de la cámara de congelamiento, a partir de variables de control tales como: temperatura, volumen de la cámara, tiempo de congelación, etc., las cuales fueron establecidas por medio de la recopilación de datos bibliográficos y a través de análisis de laboratorio de las propiedades fisicoquímicas de la pulpa.

- **EXPERIMENTAL**

Los datos que se obtienen a nivel de laboratorio para la caracterización de la pulpa de fruta son: pH, grados Brix , índice de refracción , viscosidad , densidad de la pulpa, los cuales no permitirán analizar la pulpa al salir del proceso.

1.4.1.1. Técnicas

Las técnicas son indispensables ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación. Las técnicas están relacionadas con la práctica de modo específico de actuar, con formulaciones teóricas generales, las cuales, son propias del método; de aquí que es el procedimiento particular, reflexivo y confiable aplicado al empleo de un instrumento, el uso de material, al manejo de una determinada situación de un método.

Las técnicas utilizadas para la determinación de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, de la pulpa a utilizar están basados en las Normas INEN 2337 y 2825 para jugos, néctares pulpas y bebidas vegetales.

1.4.1.2. Muestreo de pulpa de fruta de mora para los análisis físico- químico

Se realizó la toma de muestra de pulpa de mora al final del proceso de la línea de producción para realizar el análisis microbiológico y fisicoquímico para comparar con los parámetros establecidos en la norma INEN 2337 y 2825.

1.5. Análisis

Después de realizar el muestreo se realizaron los análisis los físico-químicos y microbiológicos para verificar y comparar con la norma INEN 2337 que estén dentro de los parámetros para pulpas, néctares jugo y bebidas vegetales.

Tabla 1-1. Análisis físico químico de la pulpa de fruta mora

Parámetros	Resultado	UNIDADES
GRADOS BRIX	11	
Ph DE LA PULPA	2.8	
DENSIDAD	9.612	kg/m ³
VISCOSIDAD	272.1	Centipoint
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1.351	
% ACIDEZ	2.1	

Fuente: Laboratorio de Química Analítica y Química Instrumental, ESPOCH 2017

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.5.1. Parámetros para productos congelados norma INEN 2337

Tabla 2-1. Parámetros Microbiológicos para pulpas de frutas.

	N	M	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas 1)clostridium UFC/cm ³	3	<10	-	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento De mohos y levaduras UP/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

Fuente: NTE –INEN 2337:2008. Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.5.2. Determinación de ph

Tabla 3-1. Determinación de ph.

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
El pH es el parámetro que nos indica la alcalinidad o acidez de la pulpa, Si la sustancia es ácida el pH es menor a 7, si es básica mayor a 7, si es igual a 7 es neutro.	Equipos; pH metro digital. Materiales: Vaso de precipitación de 250 mL. Reactivos: Soluciones buffer pH4 pH7 y pH 10 Muestras de Pulpa	Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.	Verificar que el pH metro este calibrado utilizando las soluciones buffer (en el siguiente orden 4,7 y 10 de pH) estas se encargarán de realizar pequeños cambios del potencial de estado y mantenerlo. Colocar el electrodo directamente en el interior del vaso. Leer el valor en la pantalla del equipo	Lectura directa.

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.5.3. Determinación de Densidad

Tabla 4-1. Determinación de densidad

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULO S
La densidad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia la densidad de líquidos se mide mediante el método del picnómetro	Equipos: Balanza Materiales: Picnómetro 10 mL Probeta de 500 mL	Muestra de Pulpa	Colocar 10 mL de muestra de pulpa en la probeta. Pesar el picnómetro vacío en la balanza y registrar su peso (P1) Colocar la muestra de pulpa en el picnómetro y cerrarlo. Colocar el picnómetro con la muestra en la balanza y registrar su peso (P2) Anotar la diferencia entre los dos pesos y dividir el resultado por la capacidad del picnómetro (10 mL).	$\delta = \frac{(P1-P2)}{VP}$

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

Realizado por: Gracia Ángel, 2017

1.5.4. Determinación de la viscosidad

Tabla 5-1. Tabla de la determinación de la viscosidad de la pulpa de mora

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
La viscosidad de un fluido se refiere a la resistencia que presenta a fluir.	Equipos: Balanza Materiales: Cronómetro Flexómetro	Muestra de Pulpa	Pesar la bola en la balanza y registrar su peso. Medir el diámetro de la bola con un calibrador	$\mu = \frac{2g(\delta_{sol}-\delta_{liq})}{9v1}$

Es una característica de los fluidos en movimiento	Probeta de 250 mL Bola Calibrador		Colocar la pulpa (10mL) en la probeta e introducir la bola, observar el aumento de volumen en la probeta..	
--	---	--	--	--

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.5.5. Determinación del índice de refracción

Tabla 6-1. Tabla de la determinación del índice de refracción de la pulpa de mora

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
Cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio .	Equipos. Refractómetro. Materiales: Vaso de precipitación de 250 ml. Reactivos: Agua destilada	Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.	Verificar que el refractómetro este calibrado con agua destilada y colocar la pulpa de fruta	Lectura directa.

Fuente: laboratorio de Química Analítica y Química Instrumental ESPOCH 2017

Realizado: Gracia Angel 2017

1.5.6. Determinación de grados brix

Tabla 7-1.Tabla de la determinación de los grados brix .

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de	Equipos: Refractómetro. Materiales: Vaso de precipitación de 250 ml.. Reactivos : Agua destilada	Muestras de Pulpa mora.	Verificar que el refractómetro este calibrado con agua destilada y colocar la pulpa de fruta	Lectura directa.

sólido disuelto por 100 g de disolución total.				
---	--	--	--	--

Fuente: LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA Y QUÍMICA INSTRUMENTAL ESPOCH 2017

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.5.7. Determinación de Coliformes Fecales y *E. coli*.

Tabla 8-1. Tabla de la determinación de Coliformes Fecales y E. Coli de la pulpa de mora.

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
Grupo bacteriano que representa una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa	Cámara Incubadora Materiales: Cajas Petri Pinza Pipetas Reactivos: Medio de Cultivo	MUESTRA DE PULPA	Se esteriliza el equipo microbiológico para la filtración, se toma 50 ml de muestra y se procede a filtrar, se vierte el reactivo y se siembra a la temperatura correspondiente	Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)

Fuente: Laboratorio SAQMIC 2017

Realizado por: Gracia Angel 2017.

1.5.8. Caracterización de la pulpa de mora.

Tabla 9-1 Resultados de la caracterización de la pulpa de mora.

PARAMETROS	METODOS	RESULTADO
AEROBIOS MESOFILOS UCF/ ml	NORMA INEN 1529-5	50
COLIFORMES TOTALES UCF/ ml	NORMA INEN 1529-7	AUSENCIA
COLIFORMES FECALES UCF/ ml	NORMA INEN 1529-8	AUSENCIA
MOHOS Y LEVADURAS UCF/ ml	NORMA INEN 1529-10	AUSENCIA

Fuente: Laboratorio de Servicio Analíticos Químicos y Microbiológicos SAQMIC

Realizado por: Gracia Angel 2017

1.6. Determinación de Puntos Críticos en el Proceso de Elaboración de Pulpa de Fruta.

- **PESADO**

No hay punto crítico de control

- Pesado en la balanza.

- **CLASIFICACION: Selección**

- La selección de la fruta se la realiza de forma visual escogiendo la mejor fruta para el proceso de despulpado.
- Ph
- Acidez.

- **LAVADO DE LA FRUTA.**

- Lavado de la fruta con agua potable.

- **ESCALDADO**

Punto crítico a controlar:

- Temperatura óptima es de 75-85°C, el equipo tiene su control automático para mantener la temperatura en el rango.

- **DESPULPADO**

Punto crítico a controlar

- Fuerza de las paletas (1.800 rpm)
- Velocidad del tambor
- Presión
- Capacidad de la despulpadora (batch)
- Tiempo del despulpado
- Cantidad de materia que ingresa al despulpado.

- **PAUSTERIZACION**

Punto crítico a controlar:

- Temperatura de 70°C
- Tiempo de enfriamiento de 4- 5 minutos

- **ENVASADO**

Punto crítico a controlar

- Peso del producto 500 - 1000 gr.

- **SELLADO**

- Sellado manual

1.7. Determinación de flujo de másico de pulpa del proceso.

La producción de pulpa al mes es de 450kg de diferentes frutas, guanábana, mora naranjilla etc.

La pulpa de fruta es comercializada a la ciudad de Guayaquil y el resto de la producción se la distribuye en la ciudad de San miguel de Bolívar.

1.8. Beneficiarios directos e indirectos

1.8.1. Directos

El beneficiario directo del trabajo de titulación planteado, es la microempresa INDUSTRIAS DEL CERRO al diseñar este cuarto de congelación para conservar la pulpa de fruta con sus características de calidad intactas.

1.8.2. Indirectos

Las personas que se van a beneficiar de la compra de este producto de calidad.

CAPÍTULO 2

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. Objetivo General

Diseñar una Cámara de Congelación para la planta procesadora de pulpas de frutas, de Industrias del Cerro.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico actual de la planta procesadora de frutas "Industrias del Cerro"
- Identificar las variables para el proceso de diseño de la cámara de congelación.
- Realizar los cálculos de ingeniería necesarios para implementar el diseño en la planta despulpadora de frutas.
- Determinar la factibilidad técnica y económica del diseño de la cámara de congelación.
- Validar el diseño de la cámara de congelación a través de las características del producto final.

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización del proyecto

Industrias del Cerro se encuentra ubicada en la ciudad de San Miguel de Bolívar:

Tabla 1. 3 Características geográficas del Cantón San Miguel de Bolívar

LÍMITES	<ul style="list-style-type: none">- Al norte con la provincia de Cotopaxi.- Al sur con la provincia de Guayas.- Al este con las provincias de Chimborazo y Tungurahua.- Al oeste con los cantones: la Provincia de los Ríos.
ALTITUD	2.668 (m.s.n.m)
TEMPERATURA PÁRAMOS FRÍOS	4° C a 7° C
TEMPERATURA SUBTROPICAL CÁLIDO	18° C a 24° C
TEMPERATURA PROMEDIO	16° C.
SUPERFICIE	1.897,8 Km ²

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental Guaranda (GAD)

Realizado por: Gracia Ángel



Figura 1-3. Ubicación Geográfica del Cantón San Miguel

Fuente: www.Guaranda.gob.ec

3.2. Ingeniería del proyecto

3.2.1. Generalidades de la pulpa de Fruta

Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar, obtenido por procesos tecnológicos adecuados entre ellos: tamizado, triturado o desmenuzado, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos. Puede concentrarse mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la misma. (INEN, 2008)

Es decir la parte comestible de las frutas obtenida por la separación de las partes comestibles carnosas de éstas, mediante los más aptos y adecuados procesos tecnológicos. Las pulpas en relación a su consistencia son más viscosas que los jugos, la pulpa de fruta congelada presenta ciertas ventajas en relación a las frutas frescas y otros tipos de conservas. (ALDANA, 1995)

Algunas de ellas son: 2

La pulpa congelada permite mantener el aroma, el color y el sabor inicial de la fruta.

Las características nutritivas en el proceso de congelación varían en menor porcentaje con respecto a otros sistemas de conservación. (CAMACHO, 2009, págs. 1-9)

Ésta se considera materia prima base de cualquier producto que necesite fruta, la congelación permite preservar la fruta por mayor tiempo, incluso hasta un año.

No se acumulan desperdicios, conservando únicamente la parte útil de las frutas.

Las pulpas pueden procesarse en las épocas de cosecha para utilizarlas cuando haya poca disponibilidad de frutas. (ALDANA, 1995, págs. 216-254)

3.3. *Proceso de obtención de pulpa de fruta*

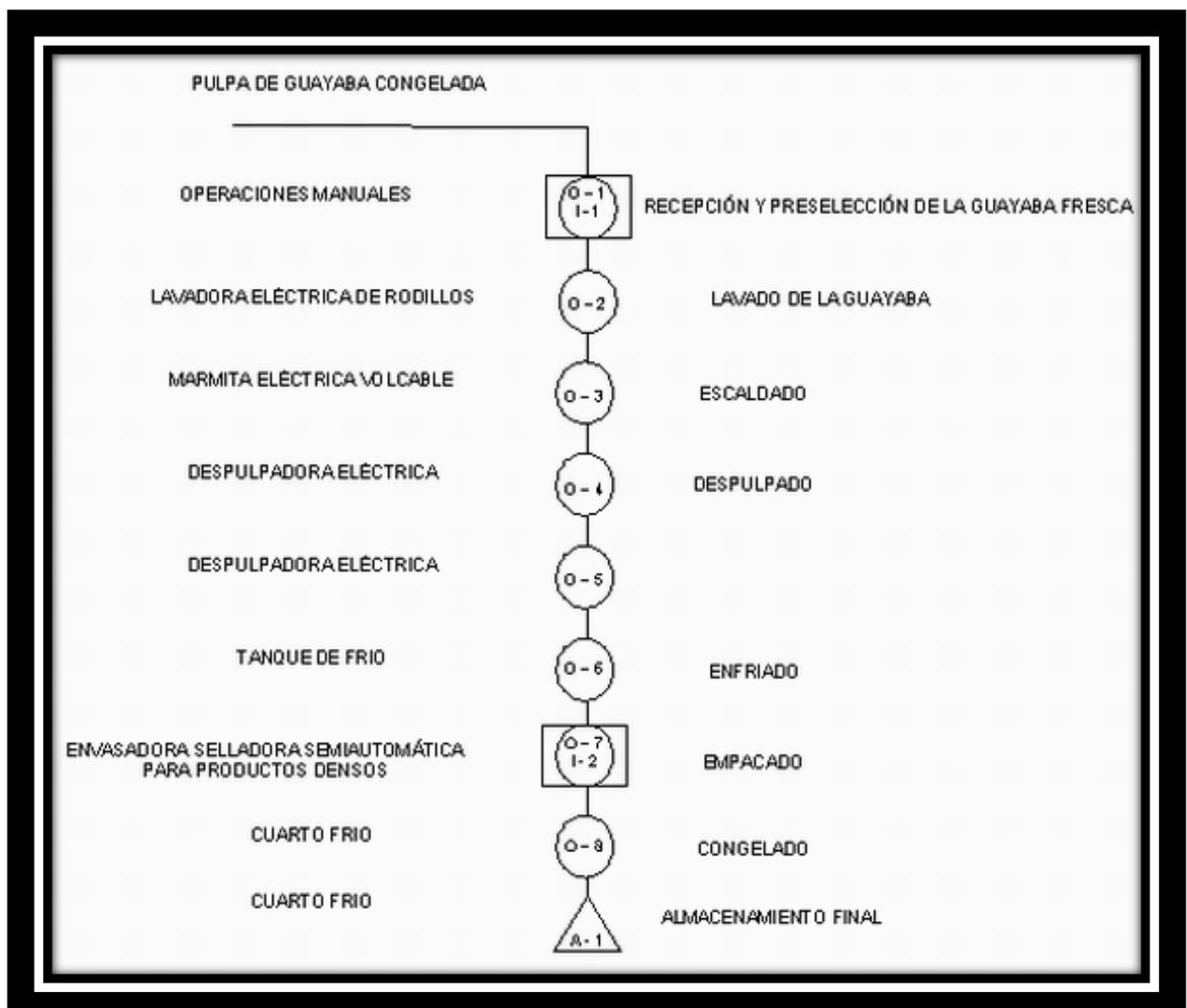


Figura 2-3. Diagrama de proceso de obtención de pulpa de frutas.

3.4. Congelación

Existen muchas técnicas para la conservación de alimentos, una de las más utilizadas es la Congelación, el fundamento de esta se basa en la solidificación del agua durante el proceso, generando una alta concentración de sólidos solubles lo que provoca una baja en la cantidad de agua libre. (Pietro, 2004)

La congelación es un medio excelente para mantener casi inalteradas durante un tiempo prolongado las características originales de alimentos perecederos.

Este tipo de conservación radica en la disminución de la temperatura, generalmente entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ lo cual permite que las reacciones bioquímicas sean más lentas y además inhibe la actividad microbiana, generando el estado de latencia de esta, lo que no significa que los microorganismos estén muertos. (Pietro, 2004)

3.4.1. *Calor desprendido en el curso de la congelación*

En la congelación de alimentos la cantidad de calor eliminado depende mayormente del agua congelable. Esta cantidad depende de tres factores:

- Variación de entalpía correspondiente al enfriamiento de la temperatura inicial al punto de congelación.
- Calor latente de congelación
- Variación de entalpía correspondiente al enfriamiento del punto de congelación a la temperatura final. (GRUDA, 1980)

3.4.1.1. *Tiempos de congelación*

El tiempo real que dura el proceso de congelación va a depender de diferentes factores, ya sean relativos al producto como al equipo utilizado:

- Temperaturas inicial y final
- Temperatura del refrigerante
- Coeficiente de transferencia del producto
- Variación de entalpía (Madrid, 2003)

3.4.1.2. *Fin de la congelación*

El término de la congelación es cuando la mayor parte del agua congelable se transforma en hielo en el centro térmico del producto; en la mayoría de los alimentos la temperatura del centro térmico coincide con la temperatura de almacenamiento. (Ugarte, 1191)

3.4.1.3. *Cinética del proceso de congelación*

La curva de congelación representa gráficamente el curso típico del proceso de congelación de alimentos. El diagrama varía según la influencia de los siguientes factores: método de congelación, tamaño, forma, composición química y propiedades físicas del producto, y tipo de envasado (o ausencia de este). De la curva de congelación del agua pura pueden determinarse tres etapas o fases. (Pietro, 2004)

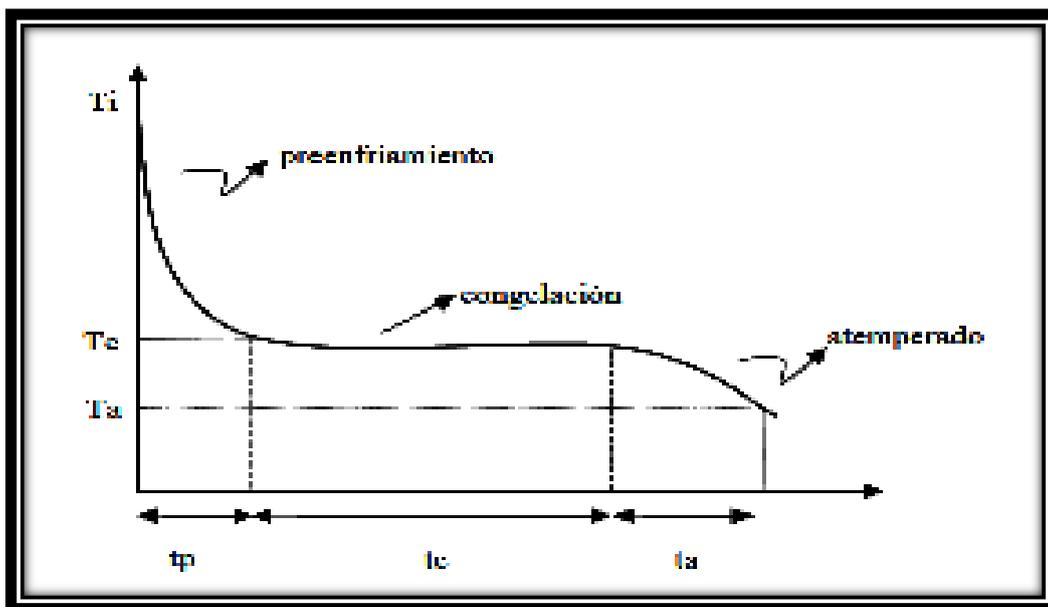


Figura 3-3. Cinética del Proceso de Congelación

Primera fase:

En este se produce la refrigeración del producto a congelar la temperatura descende en forma rápida hasta la temperatura crioscopia o temperatura de congelación, no existe cambio de estado. Se conoce esta fase con el nombre de zona de pre-enfriamiento. (Madrid, 2003)

Pre enfriamiento:

Es la etapa que va desde la T_i (temperatura inicial) hasta la T_c (T_a de congelación), siendo t_p el tiempo que tarda el alimento en pasar desde T_i a T_c . (Madrid, 2003)

Segunda fase:

Es el periodo de cambio de fase. Una vez que se alcanza el punto de congelación no se observa variación de temperatura retirándose gradualmente el calor latente de solidificación, es decir, se produce gradualmente un cambio de estado, la curva adquiere una condición isotérmica. (Madrid, 2003)

Atemperado o enfriamiento:

Desde T_c hasta T_a , siendo T_a el tiempo necesario para que la temperatura del alimento pase desde T_c a T_a ”.

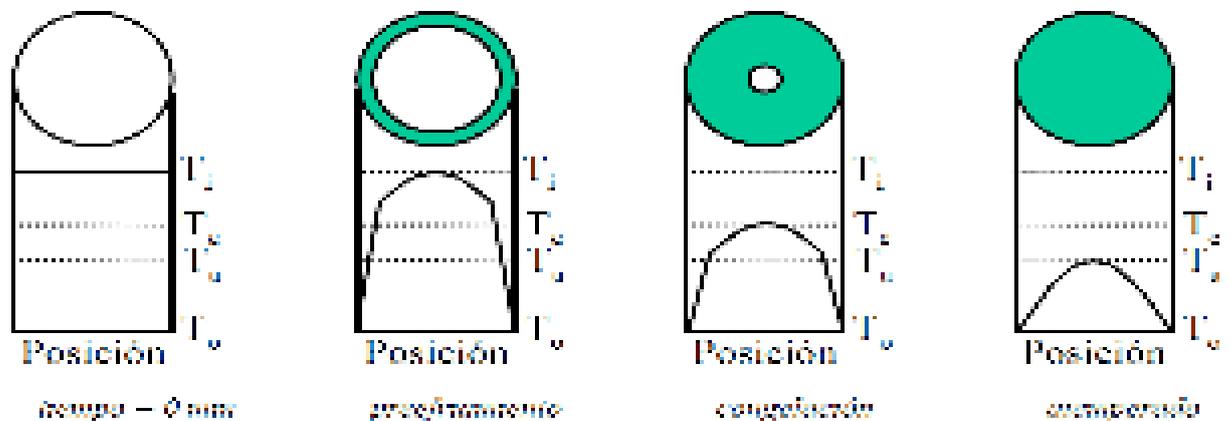


Figura 4-3. Secuencia de Congelación

3.4.1.4. Secuencia de congelación de un alimento

Habitualmente todos estos cambios se refieren a lo que pasa en el centro del alimento.

El fenómeno de congelación es muy complejo, a menudo se usa una descripción simplificada: suponer que lo que ocurre en el centro es lo que está ocurriendo en todo alimento. La situación

real y la simplificación habitualmente aceptada se muestran en el siguiente esquema: . (Madrid, 2003)

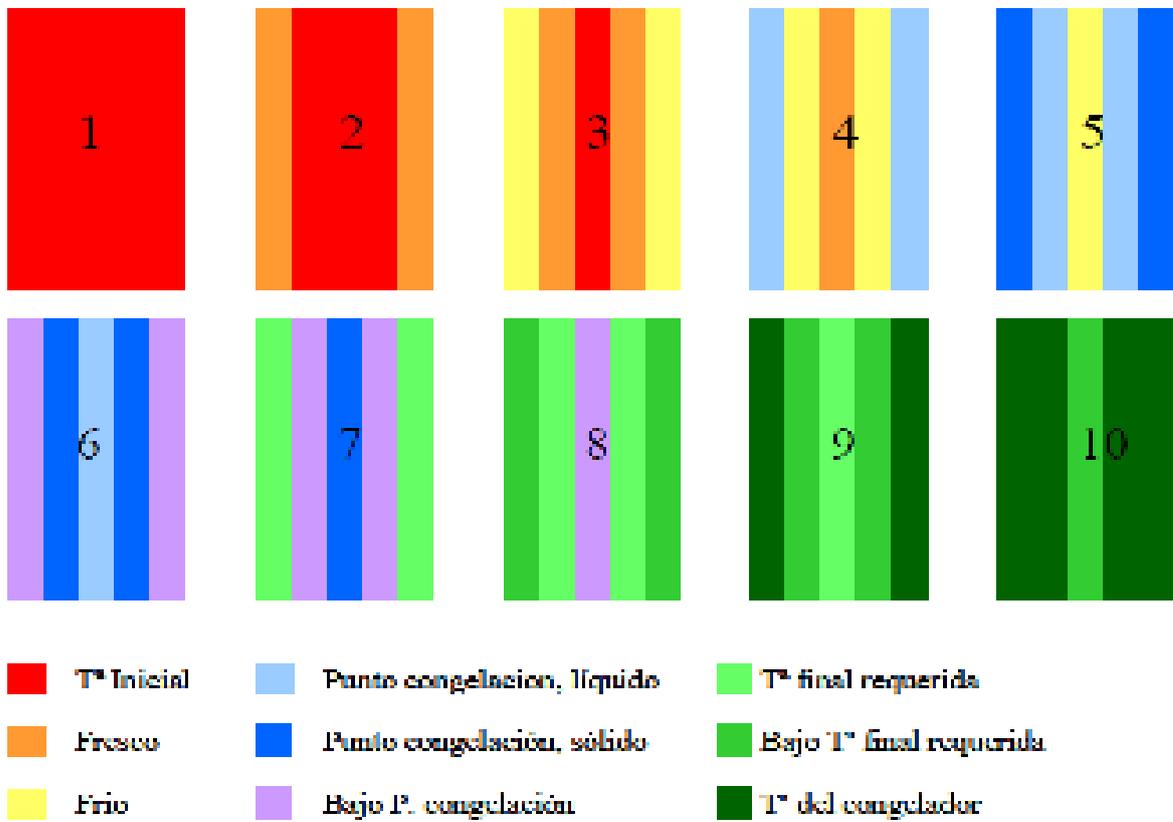


Figura 5-3. Fases de Congelación

3.5. Ciclo de refrigeración

3.5.1. Sistema básico de refrigeración por compresión

Cualquier sistema de refrigeración tiene como objetivo enfriar determinado espacio de un cuerpo u objeto.

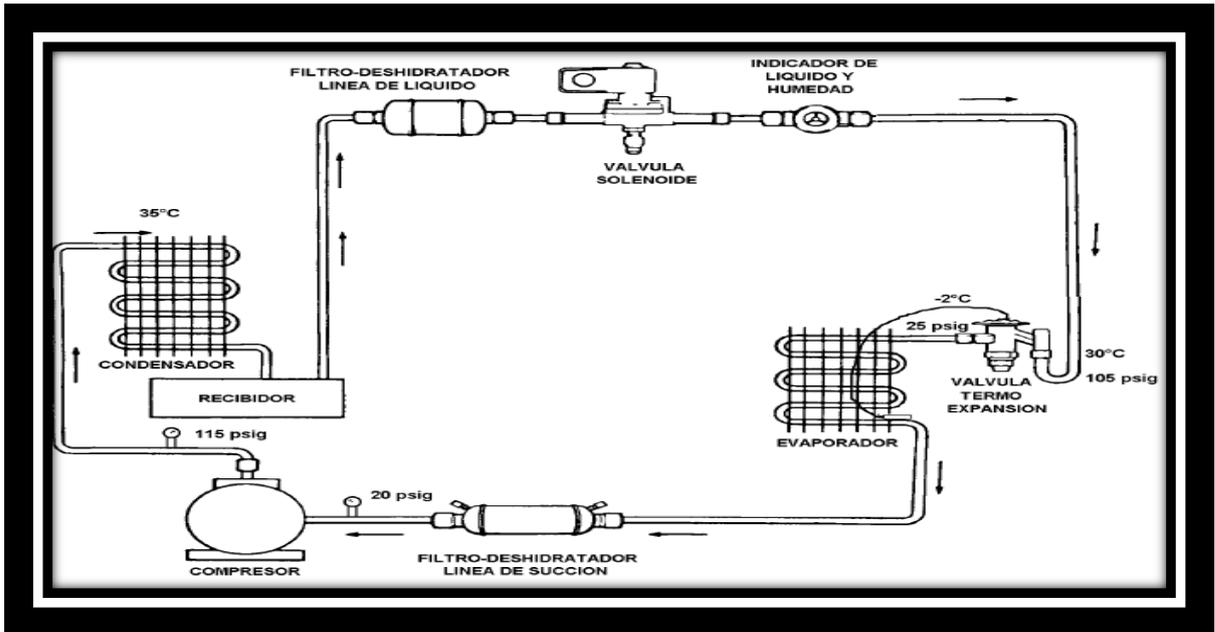
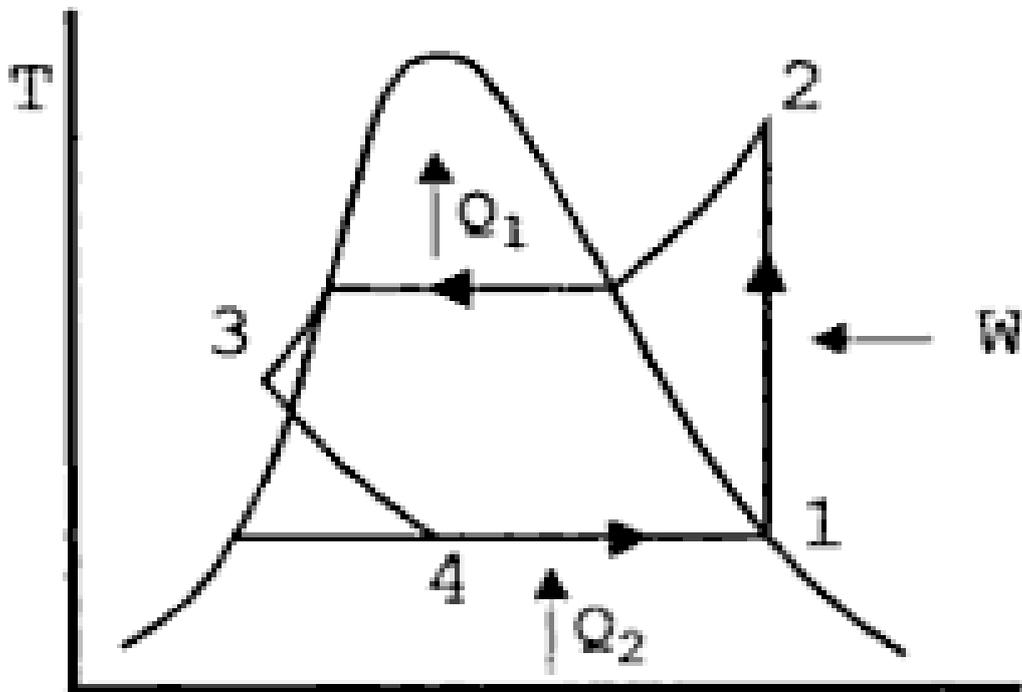


Figura 6-3. Sistema Básico de Refrigeración por Compresión

3.5.1.1. Descripción del ciclo de refrigeración

Se detalla a continuación el ciclo : sistema 1



- **1– 2: compresión isotrópica en un compresor**

El líquido de trabajo (líquido refrigerante), es comprimido de manera que aumenta su temperatura.

- **2– 3: rechazo del calor a presión constante, en el condensador**

El ciclo entrega calor, enfriándose el líquido refrigerante. La parte del sistema mediante la cual se cede calor al exterior se denomina condensador

- **3– 4: estrangulamiento en un dispositivo de expansión**

En este proceso el líquido refrigerante se expande con el afán de bajar su temperatura hasta la que se requiere enfriar.

- **4– 1: absorción de calor a presión constante en un evaporador**

El ciclo absorbe calor del medio a enfriar, logrando así su objetivo. La parte del sistema mediante la cual se absorbe calor se denomina evaporador.

“En el diagrama el área bajo la curva 2 – 3 representa el calor rechazado en el condensador y el área bajo la curva 4 – 1 representa el calor absorbido por el refrigerante en el evaporador”

3.6. Balance energético del ciclo

Realizando un balance energético en cada uno de los dispositivos suponiendo un flujo permanente, llegamos a obtener el COP con respecto al cambio de entalpia.

$$Q - W = \Delta U + \Delta PV + \Delta E_c + \Delta E_p$$

Ecuación 1-3

Pero tanto la energía cinética como la energía potencial son despreciables quedándonos:

$$Q - W = \Delta H$$

Compresor:

$$Q - W = h_2 - h_1$$

$$Q = 0$$

$$-W_c = h_2 - h_1$$

Pero como se realiza trabajo sobre el sistema

$$-(-W_c) = h_2 - h_1$$

$$W_c = h_2 - h_1$$

Ecuación 2-3

Condensador:

$$Q_1 - W = h_3 - h_2$$

$$W = 0$$

$$Q_1 = h_3 - h_2$$

Hay pérdida o rechazo de calor

$$-Q_1 = h_3 - h_2$$

$$Q_1 = h_2 - h_3$$

Ecuación 3-3

Válvula de expansión:

Aquí no se realiza trabajo, ni tampoco hay transferencia de calor:

Evaporador:

$$Q_2 - W = h_1 - h_4$$

$$W = 0$$

$$Q_2 = h_1 - h_4$$

Ecuación 4-3

$$\text{COP}_R = \frac{Q_2}{W_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Ecuación 5-3

3.7. Descripción de los principales componentes del ciclo de refrigeración

El gas refrigerante es el fluido utilizado para transmitir calor en los sistemas frigoríficos; se debe absorber calor de un ambiente a baja temperatura y presión, y cederlo a un ambiente con temperatura y presión más elevada. La refrigeración se logra en el proceso de condensación y evaporación del refrigerante, esto es, el cambio de estado del fluido refrigerante; en la evaporación se absorbe el calor del medio a refrigerar, en la condensación se cede ese calor al medio externo. (Pietro, 2004)

Un refrigerante debe cumplir con dos requisitos fundamentales:

Absorber el calor rápidamente a la temperatura requerida por la carga del producto.

El sistema debe usar el mismo refrigerante constantemente por razones de economía y para lograr un enfriamiento continuo. No existe el refrigerante perfecto, y hay una gran variedad de opiniones acerca de cuál es más apropiado para aplicaciones específicas. Por otra parte, la mayoría de los refrigerantes poseen el inconveniente de dañar la capa de ozono y de contribuir al efecto de invernadero. El cloro presente en algunos refrigerantes, es responsable de contribuir al agotamiento de la capa de ozono. Los CFC (Clorofluorocarbonos) poseen el potencial de agotamiento más alto, y actualmente están siendo eliminados progresivamente (R11, R12, R13, R502). (Pietro, 2004)

Los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) tiene menos cloro, siendo su potencial de agotamiento del ozono mucho menor (R22, R123, R124). Estos tenderán a ser reemplazados por los Hidrofluorocarbonos (HFC), o también llamados ecológicos, como el R134a y el R404A, que al no poseer cloro no dañan la capa de ozono, además de tener un menor potencial de calentamiento global. (Ugarte, 1191)

Tabla 2-3 Tipos Refrigerantes que afecta al ambiente.

REFRIGERANTE	O.D.P	G.W.P
R11	1000	1.00
R12	1000	3.00

R502	0.310	5.00
R22	0.055	0.36
R134a	0	0.25
R717	0	0

Fuente: www.antartic.cl

O.D.P: POTENCIAL DE DESTRUCCION DEL OZONO

G.W.P: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

3.7.1. *Tipos de refrigerantes y su aplicación*

Tabla 3-3. Tipos de refrigerantes

REFRIGERANTE (Nombre Científico)	PESO NETO Kg-s	APLICACIÓN
R11(triclorofluormetano)	13.6	Limpieza de sistemas HVAC
R12(diclorofluormetano)	13.6	Refrigeración domestica automotriz
R22(clorodifluormetano)	13.6	Refrigeración comercial e industrial
R502(mezcla R22 – R115)	13.6	Baja temperatura refrig.comercial
R404A (mezcla de pentafluoretano, trifluoretano ,tetrafluorestano)	10.9	Reemplazó ecológico de R502.
R407 C (mezcla: R125-R134a- R32)	13.15	Reemplazo de R22
R134 a(tetrafluoretano)	1.36	AC y refrigeracion comercial

Fuente: www.antartic.cl

3.8. Diseño

3.8.1. *Diseño de la cámara de congelación*

El cálculo de la carga térmica de la cámara de congelación es fundamental para posteriormente elegir correctamente la capacidad de la maquinaria necesaria. Por tanto, este cálculo debe ser especialmente preciso, con motivo de ajustar la instalación a las necesidades, sin caer en el error de realizar un sobre dimensionamiento excesivo.

Para encontrar la carga térmica se emplea un sistema de cálculo por partidas. Este sistema consta de calcular todas las cargas que genera o aportan calor al lugar a refrigerar.

Para efectuar este cálculo se utilizan las siguientes partidas:

- En función del producto a congelar
- Cargas independientes al producto a congelar

3.9. FACTORES DEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR

3.9.1. *Calor sensible de la fruta a congelar*

Establece el calor sensible que debe extraerse de la pulpa para bajar su temperatura, desde la inicial (T_i) a la de congelación (T_{cong}).

$$Q_c = lb * C_e * (T_i - T_{cong})$$

Ecuación 6-3

Donde:

Q_c : calor sensible de la fruta no congelada (BTU)

lb : libras de producto a congelar

c_e : calor específico del producto a congelar (BTU/lb.°F)

T_i : temperatura de la cámara (°F)

T_{cong} : temperatura de congelación de la pulpa (°F)

3.9.2. *Calor latente de congelación de toda la mercadería*

Se obtiene el calor latente empleado en la congelación de la mercancía (cambio de estado).

$$Q_{lc} = (lb * q_{lc})$$

Ecuación 7-3

Donde:

Q_{lc} : calor latente de congelación de toda la mercadería (BTU)

lb : libras del producto a congelar

q_{lc} : calor latente de congelación de la pulpa (BTU/lb)

3.9.3. *Calor sensible de la fruta a congelar*

Establece el calor sensible que debe extraerse a la pulpa para bajar su temperatura, desde la congelación ($T_{cog.}$) hasta la temperatura deseada (T_d).

$$Q_{sc} = lb * C_e c_{cong} * (T_i - T_d)$$

Ecuación 8-3

Donde:

Q_{sc} : calor sensible de la pulpa congelada (BTU)

lb : libras de producto a congelar

$c_{cong.}$: calor específico del producto a congelar (BTU/lb.^{°F})

$T_{cong.}$: temperatura de congelación de la fruta (°F)

T_d : temperatura deseada de la pulpa (°F)

3.9.4. *Carga total producida en función del producto a congelar*

$$Q_T = Q_s + Q_{lc} + Q_{sc}$$

Ecuación 9-3

Donde:

Q_T : carga térmica en función del producto a congelar (BTU)

Qs: calor sensible de la fruta no congelada (BTU)

Qlc: calor latente de congelación (BTU)

Qsc: calor sensible de la fruta a congelar. (BTU)

3.10. CALOR INDEPENDIENTE DEL PRODUCTO A CONGELAR

3.10.1. Calor referido a la transmisión de conducción

Los métodos para determinar la cantidad de flujo de calor a través de los muros, piso y techo, están bien establecidos. Esta ganancia de calor es directamente proporcional al diferencial de temperatura entre los dos lados del muro.

El tipo y espesor del aislamiento usado en construcción de la pared, el área exterior de la pared y el diferencial de temperatura entre los dos lados del muro son los tres factores que establecen la carga a través de muros.

“El piso no se toma en cuenta pues sirve como regulador de temperatura. La superficie exterior de la cámara ofrece la oportunidad de la conducción de calor”.

$$Q_c = A_c \times k \times \Delta T$$

Ecuación 10-3

Donde:

Qc: calor de transmisión por conducción (WATT)

Ac: área externa de paredes y techo (m²)

k: coeficiente de conductividad térmica (W/m².°K)

ΔT: diferencia de temperatura (°K)

$$\Delta T = T_{ext} - T_t$$

Ecuación 11-3

Donde:

ΔT : diferencia de temperatura

Text: temperatura externa de la cámara

T_i : temperatura de la cámara

3.11. ENFRIAMIENTO DEL AIRE POR RENOVACIÓN E INFILTRACIONES.

Siempre que la puerta de una cámara de congelación es abierta, cierta cantidad del aire caliente del exterior entrara a la cámara. Este aire deberá ser enfriado a la temperatura de la cámara refrigerada, resultando una considerable fuente de ganancia de calor. Esta carga es algunas veces llamada carga de infiltración.

La carga térmica puede ser sustancial y cualquier medio debe considerarse para reducir la cantidad de infiltración entrando a la cámara. Algunos medios efectivos para reducir esta carga son:

- Cierre automático de las puertas del refrigerador
- Vestíbulos o antecámaras refrigeradas
- Cortinas de aire
- Cortinas de plástico en tiras (Hawaianas)

Para estimar la cantidad de calor que ingresa se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_r = n * m_a * \Delta h:$$

Ecuación 12-3

Donde:

Q_r : calor por renovación de aire (KJ)

N: número de renovaciones de aire al día

ma: masa de aire que entra a la cámara (Kg)

Δh : diferencia de entalpia entre aire externo e interno (KJ)

$$ma = V / V^*$$

Ecuación 13-3

Donde:

V: volumen interno de la cámara (m³)

V*: volumen específico aire que entra a la cámara (m³/Kg)

3.12. CARGAS POR SERVICIOS

Necesidades por servicio nos referimos a las pérdidas frigoríficas debidas a la iluminación de la cámara, la circulación de personas, la apertura de puertas, condensaciones, descarche, enfriamiento de los recipientes donde se almacena el producto, etc.

“Suele estimarse que el total de pérdidas se sitúa entre el 10 y el 25% de las pérdidas por transmisión. Se suele estimar que todas estas pérdidas constituyen alrededor del 15% de las pérdidas por transmisión, y congelación”

$$Q_s = 0.15 (Q_{Tfi} + Q_c)$$

Ecuación 14-3

Donde:

Q_s: cargas por servicios (BTU/h)

Q_{Tfi}: carga total producida en función del producto a congelar (BTU/h)

QC: calor de transmisión por conducción (BTU/h)

3.13. CARGA TÉRMICA TOTAL POR FACTORES EXTERNOS O CARGAS INDEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR

$$Q_{Tfe} = (Q_c + Q_r + Q_s)$$

Ecuación 15-3

Donde:

Q_{Tfe} : carga total por factores externos o cargas independientes al producto a Congelar (BTU/h)

QC: calor de transmisión por conducción (BTU/h)

QR: calor por renovación de aire (BTU/h)

QS: calor por servicios (BTU/h)

3.14. CARGA TÉRMICA TOTAL

$$QT = (Q_{Tfi} + Q_{Tfe})$$

Ecuación 16-3

Donde:

Q_T : carga térmica total (BTU/h)

Q_{Tfi} : carga total por factores internos o dependientes del producto a congelar (BTU/h)

Q_{Tfe} : carga total por factores externos o cargas independientes al producto a Congelar (BTU/h)

3.15. FACTOR DE SEGURIDAD

Cuando todas las fuentes de calor principales son calculadas, un factor de seguridad del 10% es agregado a la carga total de refrigeración, para considerar la mínima omisión o inexactitud (seguridad adicional o reserva que puede estar desde el funcionamiento del compresor y la carga promedio)

$$Q^*T = (Q_T * 1.10)$$

Ecuación 17-3

Donde:

Q*T: carga térmica total corregida (BTU/h)

QT: carga térmica total (BTU/h)

3.16. CALCULO DEL TONELAJE

$$Tr = \frac{Q^*T}{12000}$$

Ecuación 18-3

Donde:

Tr: toneladas de refrigeración

Q*T: carga térmica total corregida (BTU/h)

3.17. CAPACIDAD TOTAL DE LA CÁMARA DE CONGELACIÓN.

$$C_{apa} C_{cong} = \text{Flujo másico} \times Tr$$

Donde:

C_{apa} C_{cong} : Capacidad total de la cámara de congelación

Flujo másico: Flujo de producción

Tr: Tonelada de refrigeración

3.18. DATOS ADICIONALES

Para el dimensionamiento del equipo se ha considerado que va a funcionar con una capacidad de congelación para 450 Kg de pulpa. Estas condiciones han sido establecidas por la microempresa.

3.18.1. Condiciones exteriores del proyecto

Para la realización de este proyecto se han escogido los datos de las condiciones meteorológicas de la ciudad de la ciudad de San miguel de Bolívar.

Tabla 4-3. Temperaturas

Temperatura Media (Tm)	16 °C
Temperatura Relativa Media (HRM)	80 %

Fuente: Meteorología de San Miguel de Bolívar, www.tutiempo.net

Realizado: Gracia Angel 2017

3.18.1.1. Características del producto a congelar

Tabla 5-3 propiedades termodinámicas de la pulpa de guanábana.

Temperatura de Congelación	-18 °C
Calor específico sobre el punto de Congelamiento	0.8624 BTU/lb/°F
Punto de congelamiento alto	-20 °C
Calor específico bajo el punto de congelamiento (C_{e cong})	0.4312 BTU/lb/°C
Temperatura de almacenamiento	25 °C – 27 °C

Calor latente de congelación (q_{lc})	104 BTU/lb/ °F
Humedad relativa de almacenamiento (HRA)	90 %
Vida aproximada de la fruta	6- 8 días
Contenido de agua de la fruta	85 %

Fuente: BOHN Frigus, Engineering Manual, Commercial Refrigeration, Cooling and Freezing, Load Calculations and Reference Guide, USA: Heatcraft Refrigeration Products LLC
Realizado por: Gracia Angel 2017

3.18.1.2. Datos para la carga térmica

Tabla 6-3. Datos para el cálculo de la carga térmica

Temperatura deseada del producto (T_d)	-18 °C	-4 °F
Temperatura inicial de la fruta (T_i)	0 °C	32 °F
Temperatura de la cámara (T_t)	-20 °C	- 4 °F

Fuente : BOHN Frigus, Engineering Manual, Commercial Refrigeration, Cooling and Freezing, Load Calculations and Reference Guide, USA: Heatcraft Refrigeration Products LLC
Realizado por : Gracia Angel 2017

3.19. CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CONGELACIÓN.

3.19.1. Cálculos de la carga térmica

La carga frigorífica será igual a la suma del calor producido por:

- Factores internos o carga producida en función del producto a congelar
- Factores externos o cargas independientes al producto a congelar

3.20. FACTORES INTERNOS

3.20.1. *Calor sensible de la fruta a congelar.*

Utilizando la ecuación 6-3 y tomando datos del calor específico, temperatura inicial y de congelación de la fruta, de la TABLA 14-3 Y 15-3 tenemos:

$$Q_c = \text{lb} * C_e * (T_i - T_{\text{cong}})$$

$$Q_c = 990 \text{ lb} * (0.8624 \frac{\text{BTU}}{\text{lb F}}) * (32 - 26.6)^\circ\text{F}$$

$$Q_c = 4610.39 \text{ Btu}$$

3.20.2. *Calor latente de congelación de toda la mercadería*

Para determinar esta variable empleamos la ecuación 7-3 y el dato de calor latente de congelación de la fruta, el cual se encuentra establecido en la TABLA 14-3.

$$Q_{lc} = (\text{lb} * q_{lc})$$

$$Q_{lc} = (990 * 117)$$

$$Q_{lc} = 115830 \text{ BTU}$$

3.21. **Calor sensible de la fruta congelada**

Con los datos de temperatura deseada, temperatura de congelación y calor específico de congelación de la fruta; expresados en las TABLAS 15-3 Y 14-3 y con la ecuación 8-3 tenemos:

$$Q_{sc} = \text{lb} * C_{e \text{ cong}} (T_i - T_d)$$

$$Q_{sc} = 990 \text{ lb} * 0.4312 (\frac{\text{BTU}}{\text{lb F}}) * (26.6 - (-0.4))^\circ\text{F}$$

$$Q_{sc} = 11525.976 \text{ BTU}$$

3.21.1. *Carga térmica total producida en función del producto a congelar*

Con la ecuación 9-3 y los valores ya calculados en los literales 3.7.1.1 y 3.7.1.2 obtenemos:

$$Q_{Tfi} = Q_s + Q_{lc} + Q_{sc}$$

$$Q_{Tfi} = 4610.39 + 115830 + 11525.976$$

$$Q_{Tfi} = 131966.366 \text{ BTU}$$

Para 24h de funcionamiento

$$Q_{Tfi} = \frac{131966.366}{24 \text{ h}}$$

$$Q_{Tfi} = 5498.59 \text{ BTU/h}$$

3.22. FACTORES EXTERNOS

Para una cámara de congelamiento con una capacidad de 450 Kg de pulpa de fruta, y por recomendaciones de la microempresa por el espacio que poseen de instalación se recomienda una cámara con las siguientes dimensiones:

Ancho: 2 m (8.2ft)

Largo: 3 m (9.8 ft)

Alto: 3 m (9,84 ft)

3.23. CALOR REFERIDO A LA TRANSMISIÓN POR CONDUCCIÓN

3.23.1.

Este se determina según la ecuación 10-3.

$$Q_c = A \times k \times \Delta T$$

Y la ecuación 10-3 para:

$$\Delta T = T_{ext} - T_t$$

Q_c para paredes y techo

$$A_c \text{ paredes laterales: } 2 \times 3 \times 3 = 18 \text{ m}^2$$

$$A_c \text{ paredes frontales: } 3 \times 3 \times 2 = 18 \text{ m}^2$$

$$A_c \text{ Techo: } 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total de paredes y techo} = 42 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = T_{ext} - T_t$$

$$\Delta T = 16 - (-20)$$

$$\Delta T = 36^\circ\text{C} = 309^\circ\text{K}$$

Revisando el ANEXO I encontramos que para paredes de 120 mm. $K = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_c = A_c \times k \times \Delta T$$

$$Q_c = 42 \times 0,14 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times (309^\circ\text{K})$$

$$Q_c = 1816,92 \text{ W}$$

Convirtiendo a BTU/h

$$Q_c = 1816,92 \times 3,4121$$

$$Q_c = 6199,51 \text{ BTU/h}$$

3.24. ENFRIAMIENTO DEL AIRE POR RENOVACIÓN E INFILTRACIONES

Para estimar la cantidad de calor que ingresa se emplea la ecuación 12-3.

$$Q_r = n * m_a * \Delta h$$

VT: $42 \text{ m}^3 = 1483.22 \text{ ft}^3$

Para hallar “n” revisamos el ANEXO L

$$n = 11.07$$

Para calcular m_a empleamos la ecuación 12-3.

$$m_a = V / V^*$$

En el ANEXO M, en la carta psicométrica ingresando con el dato de temperatura exterior de 16°C y humedad del medio 80%; el volumen específico del aire será igual a $0,80 \text{ m}^3/\text{Kg}$

Entonces Q_r será igual:

$$Q_r = 11.07 * \frac{42 \text{ m}^3}{0.80 \text{ m}^3/\text{kg}} * 43 \text{ Kj/Kg}$$

Q

$$Q_r = 24990.525 \text{ Kj}$$

Dividiendo para 24h de funcionamiento de la cámara:

$$Q_r = 24990.525 / 24 \text{ h}$$

$$Q_r = 1041.2718 \text{ Kj /h}$$

Transformando a BTU/h

$$Q_r = 1041.27 \text{ Kj /h} * \frac{1 \text{ BTU/h}}{1.055 \frac{\text{Kj}}{\text{h}}}$$

$$Q_r = 986.98 \text{ BTU/h}$$

3.25. CALOR POR SERVICIOS

Reemplazando en la ecuación 14-3 tenemos:

$$Q_s = 0.15*(Q_{Tfi} + Q_c)$$

$$Q_s = 0.15*(5498.60 + 6199.51)$$

$$Q_s = 1754.71 \text{ BTU/h}$$

3.26. CARGA TÉRMICA TOTAL POR FACTORES EXTERNOS O CARGAS INDEPENDIENTES AL PRODUCTO A CONGELAR

Ya calculadas las cargas unitarias independientes del producto a congelar, mediante la ecuación 15-3 determinamos su valor total.

$$Q_{Tfe} = (Q_c + Q_r + Q_s)$$

$$Q_{Tfe} = (6199.55 + 986.98 + 1754.71)$$

$$Q_{Tfe} = 8941.24 \text{ Btu/h}$$

3.27. CARGA TÉRMICA TOTAL

Obtenidos los datos de las cargas dependientes e independientes del producto a congelar, reemplazamos en la ecuación 16-3.

$$Q_T = (Q_{Tfi} + Q_{Tfe})$$

$$Q_T = (5498.60 + 8941.24)$$

$$Q_T = 14439.84 \text{ BTU/h}$$

3.28. FACTOR DE SEGURIDAD

Según la ecuación 17-3 la carga térmica total corregida será igual a:

$$Q^*_{T} = (Q_{T} * 1.10)$$

$$Q^*_{T} = (14439.84 * 1.10)$$

$$Q^*_{T} = 15883.82 \text{ Btu/h}$$

3.29. CALCULO DEL TONELAJE

Esta conversión esta expresada mediante la ecuación 18-3 , y nos da:

$$Tr = \frac{Q^*_{T}}{12000}$$

$$Tr = \frac{15883.824}{12000}$$

$$Tr = 1.323$$

3.30. CAPACIDAD DE LA CÁMARA DE CONGELACIÓN.

$$C_{apa} C_{cong} = \text{Flujo másico} \times Tr$$

$$C_{apa} C_{cong} = 450 \text{ kg} \times 1.323$$

$$C_{apa} C_{cong} = 595.35 \text{ kg}$$

3.31. CÁLCULO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

3.31.1. *Determinación de la temperatura de condensación.*

“En la práctica se adopta una diferencia de temperatura de 11 a 15 °C entre la temperatura promedio del aire y la temperatura de condensación del refrigerante cuando se trata de condensadores enfriados por aire y de 5 a 6 °C cuando son condensadores enfriados por agua”

Tomando:

$$\Delta T = (11+15) / 2$$

$$\Delta T = 13$$

Entonces tenemos:

$$T_{\text{cond}} = T_m + \Delta T$$

Ecuación 19-3

$$T_{\text{cond}} = (16 + 13)$$

$$T_{\text{cond}} = 29$$

3.32. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN

El evaporador a utilizar será del grupo enfriadores de aire a circulación forzada de tubos aleteados. Para determinar la temperatura de evaporación del refrigerante se tiene que tener en cuenta que el medio a enfriar es aire.

En la práctica, la determinación de la diferencia de temperatura real ante el medio a enfriar se puede decir que es del orden de 5°C cuando el medio a enfriar es un líquido.

Cuando el medio a enfriar es el aire, esta diferencia depende no solo de las condiciones de temperatura, sino de la humedad relativa del medio a enfriar y además del producto a conservar.

Por otra parte también depende del tipo de tubo del evaporador. Estos valores pueden variar de tal forma que adoptamos una diferencia de temperatura, 6 °C por tener un establecimiento de 90 % de humedad relativa.

$$T_{\text{evap}} = T_t - \Delta T$$

Ecuación 20-3

$$T_{\text{evap}} = -20 - 6$$

$$T_{\text{evap}} = -26 \text{ °C}$$

3.33. DESARROLLO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

Para dibujar el punto de partida del ciclo (punto1), entrada del compresor, es necesario conocer la temperatura a la cual entra el refrigerante al compresor, la misma que corresponde a la temperatura de evaporación

Por lo tanto el punto 1 tendrá las siguientes condiciones:

- Temperatura = -26°C
- Entalpía = 1572.4 Kj/ Kg
- Entropía = $6.4705 \text{ Kj/ Kg}^{\circ}\text{K}$
- Volumen Especifico = $0.8062 \text{ m}^3 / \text{kg}$
-

En el punto anterior inicia la compresión del refrigerante, asumiendo que el proceso es a entropía constante y siguiendo la línea de entropía correspondiente a este punto, se intercepta la línea de presión de condensación (presión de descarga), teniendo el punto 2 las siguientes condiciones:

- Entropía(s_2)= $5.99 \text{ Kj/Kg}^{\circ}\text{K}$
- Presión de descarga = 910 KPa
- Temperatura = 80°C
- Entalpía = 1760 Kj / Kg
- Volumen específico = $0.23 \text{ m}^3 / \text{kg}$
-

El refrigerante luego de ser comprimido, pasa a través del condensador, asumiendo presión constante, se encuentra las condiciones del punto 3

- Presión de condensación = $P_2 = P_3 = 910 \text{ KPa}$
- Temperatura= 29°C
- Entalpía: = 336.95 Kj/ Kg
- Entropía: = $5.276 \text{ Kj/Kg}^{\circ}\text{K}$
- Volumen específico= $0.1374 \text{ m}^3 / \text{kg}$

Una vez que el refrigerante ha sido condensado y estando en una condición de líquido saturado este es estrangulado al pasar a través del dispositivo de expansión este punto la presión es forzada a descender a entalpía constante, hasta alcanzar la condición de mezcla **líquido – vapor** a la entrada del evaporador, entonces encontramos el punto 4.

- Entalpía = $H_3 = H_4 = 336.95 \text{ KJ/ Kg}$
- Entropía = $S_1 = S_4 = 5.999 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K}$
- Volumen específico = $0.8062 \text{ m}^3/\text{kg}$

Para completar el ciclo el refrigerante al pasar a través del evaporador absorbe el calor medio y produce el efecto refrigerante, saliendo de este punto en forma de vapor saturado (idealmente sin caídas de presión y temperatura constante), alcanzando nuevamente las condiciones del punto 1 y cerrando el ciclo.

3.34. CÁLCULOS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DEL CICLO

3.34.1. *Calor absorbido por el sistema*

Reemplazando en la ecuación 4-3 tenemos:

$$Q_2 = h_1 - h_4$$

$$Q_2 = 1572.4 - 336.45$$

$$Q_2 = 1235.95 \text{ kJ/ kg}$$

3.35. FLUJO MÁSSICO DEL REFRIGERANTE

Para determinar el flujo mássico utilizamos la siguiente ecuación 2-3:

$$m = \frac{Q^{\circ}B}{Q_B}$$

El calor absorbido por el sistema Q_2 corresponde a la carga térmica expresada en el enunciado

Expresando en KW nos da:

$$15883.82 \text{ Btu/h} * \frac{1\text{kw}}{3412 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}}$$

$$Q_2 = 4.65 \text{ kw}$$

Reemplazando en la ecuación 3-3 el flujo másico será igual a:

$$m = \frac{4.65 \text{ kj/s}}{1235.95 \text{Kj/kg}}$$

$$m = 0.00376 \text{ kg/ s}$$

3.36. POTENCIA DEL COMPRESOR

Usando la ecuación 2-3 calculamos el trabajo realizado por el compresor

$$W_c = h_2 - h_1$$

$$W_c = 1760 - 1572.4$$

$$W_c = 187.6 \text{KJ / Kg}$$

Multiplicando por el flujo másico hallamos la potencia del compresor, que será igual:

$$W_c \times m$$

$$187.6 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \times 0.00376 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$W_c = 0.705 \frac{\text{Kj}}{\text{s}} = \text{kw}$$

$$W_c = 0.705 \text{ kw}$$

3.37. CALOR CEDIDO POR EL SISTEMA

Reemplazando en la ecuación 3-3.

$$Q_1 = h_2 - h_3$$

$$Q_1 = 1760 - 336.95$$

$$Q_1 = 1423.05 \text{ kJ/Kg}$$

Multiplicando por el flujo másico:

$$Q_1 \times m =$$

$$1423.05 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \times 0.00425 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q_1 = 6.04 \frac{\text{Kj}}{\text{s}} = \text{kw}$$

$$Q_1 = 6.04 \text{ kw}$$

3.38. CÁLCULO DEL COP DEL CICLO

Lo realizamos mediante la ecuación 5-3, la cual nos queda de la siguiente manera:

$$\text{COP}_R = \frac{Q_2}{W_C}$$

$$\text{COP}_R = \frac{1235.95}{187.6}$$

$$\text{COP}_R = 6.60$$

3.39. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL CICLO

Empleando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{Q_2}{Q_1} * 100$$

$$E = \frac{1235.95}{1423.05}$$

$$E = 0.87 * 100$$

$$E = 87\%$$

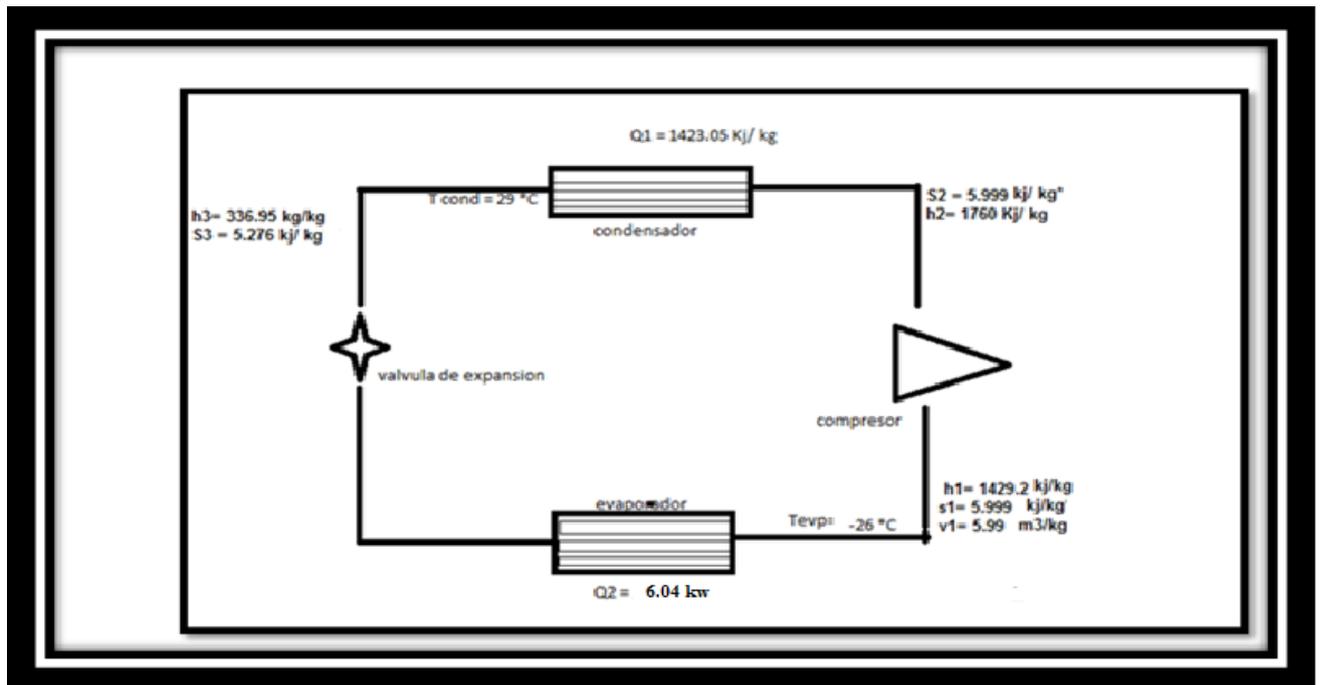
3.40. RESULTADOS

Tabla 7-3. Resultados

PARAMETRO	RESULTADO
Tiempo de congelación	24 horas
Masa de la Pulpa de Guanábana	450 kg
Temperatura de la cámara de congelación	-20 °C
Temperatura deseada	-18 °C
Dimensiones de la cámara	
• Largo	3 m
• Alto	3 m
• Ancho	2 m
Carga térmica	15883.82 Btu/h

Realizado por : Gracia Angel 2017

3.41. DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN



Realizado por: Gracia Angel 2017

3.42. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El refrigerante R-717 tiene un potencial de destrucción de ozono y potencial de calentamiento global de 0 respectivamente. Estos valores expresan que dicho refrigerante es noble con el ambiente, por tal motivo se considera idóneo para ser utilizado para el equipo de refrigeración.
- La carga térmica total que se trasmite en la cámara de congelación es de 15883.82 Btu/h.
- Después de realizar los cálculos en ciclo de refrigeración se obtuvo 87 % de eficiencia y un coeficiente de operación de 6.60.
- La potencia del compresor para el sistema de refrigeración es de 0.705 kw.
- El flujo másico del refrigerante que se distribuirá en el sistema de refrigeración va a ser de 0.00376 kg/s.

3.43. ANÁLISIS COSTO BENEFICIOS DEL PROYECTO

3.43.1. Costos de implementación del equipo

Tabla 8-3. Tabla de precios materiales para la construcción del equipo.

DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL(\$)
AISLANTE	POLIURETANO	1	300	300
UNIDAD DE REFRIGERACION	SEGÚN SISEÑO	1		2000
CHAPA SUPERIOR	AISI 340	2	100	200
LATERAL DERECHO	AISI 340	1	350	350
POSTERIOR IZQUIERDO	AISI 340	1	350	350
REFUERZO	AISI 340	1	350	350
PUERTA	VARIOS	1	350	300
BASE 1	AISI 340	1	350	350
POSTERIOR DERECHO	AISI 304	1	350	300
LATERAL IZQUIERDO	AISI 304	1	240	300
BASE 2	AISI 304	1	240	300
SISTEMA ELECTRICO Y ILUMINACION		1		500
MANO DE OBRA		1		400
TOTAL				6000

Fuente: Gracia Ángel 2017

3.44. Cálculos del VAN y TIR

3.44.1. Calculo de VAN

Para el cálculo del van se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 3.45.1

$$VAN = BNA - INVERSION INICIAL$$

Donde:

BNA: Beneficio neto actualizado.

$$VNA = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_1}{(1+k)^2} + \frac{Q_1}{(1+k)^3} + \dots \dots \dots \frac{Q_1}{(1+k)^n}$$

Donde:

Q_1 = flujos de caja

K= interés

A= inversión

3.44.2. *Calculo del TIR*

Ecuación 3.45.2

Para el cálculo del Tir se utiliza la siguiente formula:

$$TIR = (\Sigma \text{ flujos } n - \text{ inversión inicial})$$

3.44.3. *Tabla de producción de pulpa de fruta al mensual*

Tabla 9.3 TABLA DE PRODUCCION DE LA PULPA MENSUAL.

FRUTA	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL DOLARES
GUANABANA	125	Kg	6.00	750
MORA	50	Kg	5.00	250
NARANJILLA	50	Kg	3.50	175
GUANABANA	125	Kg	3.00	375
MORA	50	Kg	2.50	125
NARANJILLA	50	Kg	1.75	87.5

TOTAL	450			1762.5
--------------	-----	--	--	--------

Fuente: Gracia Angel 2017

3.44.4. Flujo de ingresos

Tabla 10-3 TABLA DE INGRESO ANUALES

AÑO	VALOR (\$)
1	21150
2	21000
3	20500
TOTAL	62650

Fuente : Gracia Angel ,2017



GRAFICO 1-3 GRFICA DE INGRESOS ANUALES

3.44.5. Flujo de egresos

Tabla 11-3 TABLA DE EGRESOS ANUALES

AÑO	VALOR (\$)
1	15000
2	14000
3	15000
TOTAL	44000

Fuente : Gracia Angel ,2017

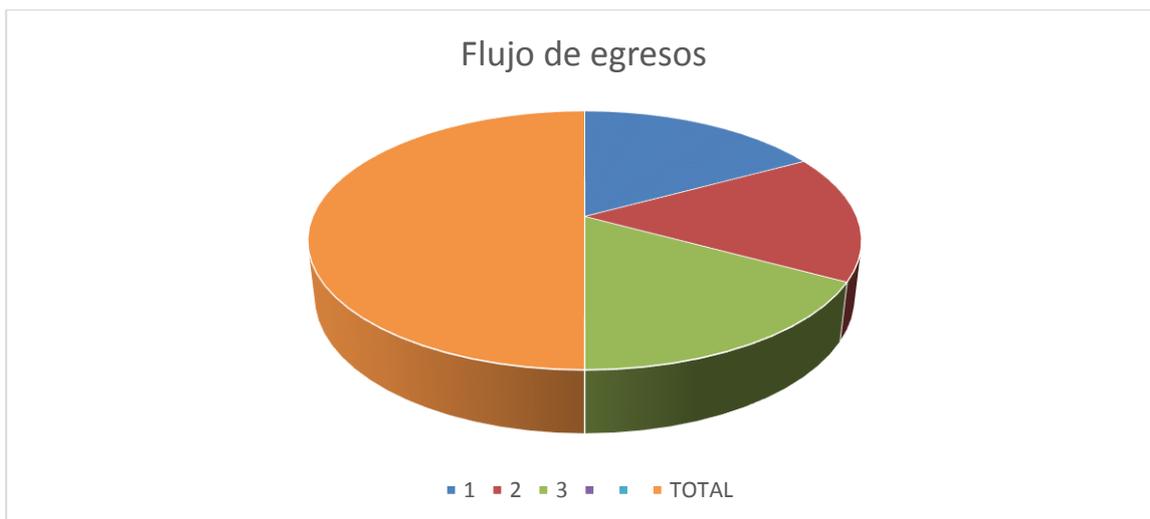


GRAFICO 2-3 GRAFICO DE EGRESOS ANUALES

3.44.6. COSTOS OPERACIONALES

3.44.7. Recursos humanos

TABLA 13-3 TABLA DE RECURSOS HUMANOS OCASIONALES

SUELDOS	SEMANAL / DOLARES	MENSUAL/ DOLARES	TOTAL/ DOLARES
OPERARIO 1	30	120	120
OPERARIO 2	40	160	160
OPERARIO 3	30	120	120
TRANSPORTACION DEL PRODUCTO	20	80	80
MANO DE OBRA DIRECTA(limpieza de las instalaciones)	15	60	60
MANO DE OBRA INDERECTA (selección de frutas y trabajos varios (15	60	60
TOTAL	130	520	600

FUENTE: INDUSTRIAS DEL CERRO 2017

3.44.8. COSTO DE PRODUCCION

3.44.9. Costo de la materia prima para producción de la fruta

12-2. TABLA DE COSTO DE MATERIA RPIMA DE LA FRUTA.

FRUTA	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL DOLARES
GUANABANA	250	Kg	1.80	450
MORA	100	Kg	1.20	120
NARANJILLA	100	Kg	0.70	70
TOTAL	450			640

Fuente: Industrias del Cerro 2017

3.44.10. Flujo actual neto

Tabla 12-3 TABLA DE FLUJO ACTUAL NETO

AÑO	VALOR (\$)
1	6150
2	7000
3	5500
TOTAL	18650

Fuente: Gracia Ángel ,2017

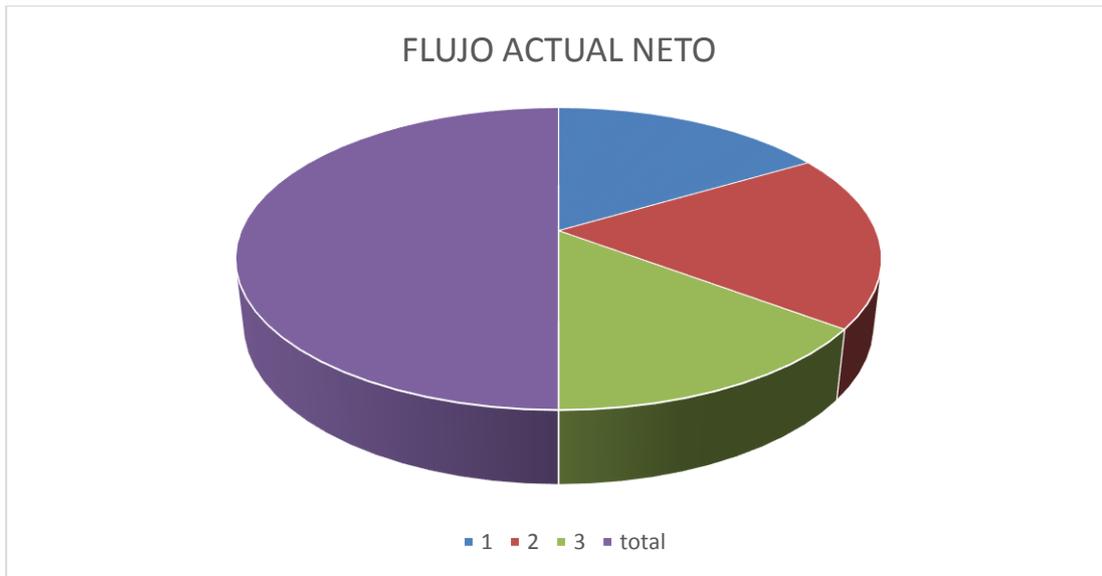


GRAFICO 3-3 GRAFICA DEL FLUJO NETO ACTUAL

3.44.11. Costo de la depreciación del equipo.

3.44.12. Calculo de la depreciación

$$\text{Depreciación del equipo} = \frac{\text{inversion inicial} - \text{interes en la inversion inicial}}{\text{años de utilizacion del equipo}}$$

$$\text{Depreciación del equipo} = \frac{6000 \$ - 420 \$}{10} = 558 \$$$

Depreciación anual = 558 \$

Depreciación mensual = 46.5\$

3.44.13. Tabla de VAN y TIR

En base a la ecuación:

Ecuación 3.45.1

VAN = BNA – INVERSION INICIAL

Donde:

BNA: Beneficio neto actualizado.

$$VNA = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_1}{(1+k)^2} + \frac{Q_1}{(1+k)^3} + \dots + \frac{Q_1}{(1+k)^n}$$

Donde:

Q_1 = flujos de caja

K= interés

A= inversión

Y la ecuación: **3.45.2**

Para el cálculo del TIR se utiliza la siguiente formula:

$$TIR = (\Sigma \text{ flujos } n - \text{ inversión inicial})$$

Tenemos los resultados del VAN Y TIR en la siguiente tabla.

Tabla 13-3 RESULTADOS DE EL VAN Y TIR

VAN	21.958,30
TIR	90%

Fuente : Gracia Angel ,2017

3.44.14. Cronograma de ejecución del proyecto

ACTIVIDADES	TIEMPO (MESES)																											
	1				2				3				4				5				6							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión Bibliográfica	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Investigación de métodos de diseño	█	█	█	█																								
Realizar el diagnóstico de la planta despulpadora de frutas.	█	█	█	█	█	█	█	█																				
Toma de datos para el diseño de la cámara de congelación.					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█												
Encontrar las variables de diseño.						█	█	█																				
Ejecutar cálculos de ingeniería para el diseño de la cámara de congelación.									█	█	█	█	█	█	█	█												
Legalización del diseño de la cámara de congelación.																	█	█	█	█								
Planteamiento del trabajo de titulación																	█	█	█	█	█	█						
Revisión y corrección																					█	█	█	█				
Presentación final																												█

Realizado por: Gracia Angel 2017

CONCLUSIONES

- Con la realización del diagnóstico actual de la planta procesadora de pulpa de frutas Industrias del Cerro ubicado el Cantón San Miguel de Bolívar, se determinó que las condiciones del proceso productivo son aceptables ya que cuenta con equipos y materiales para el proceso de despulpado que son marmita, despulpadora, mesas de selección pero no cuenta con un correcto congelamiento de la pulpa procesada.
- En el proceso de despulpado se identificaron variables de proceso como temperaturas, flujo másico, tiempo de congelamiento, para realizar los cálculos del dimensionamiento de la cámara de congelamiento.
- La cámara de congelación tendrá las siguientes dimensiones 3m alto, 3m de largo y 2m de ancho , tendrá una capacidad de congelación de 595.35 kg , con una carga térmica total de 15883.82 Btu/h , con una potencia del compresor de 0.705kw, con un coeficiente de operación de 3.30 de y una eficiencia del ciclo de 87% .
- Se invertirán 6000 dólares para la construcción de la cámara de congelación y se determinó que la inversión se puede recuperar en 3 años, con un VAN (valor neto actual) 21.958,30 dólares y un TIR (tasa interna de retorno) de 90 %, se observa que nuestro proyecto es viable.
- La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la pulpa de fruta luego del proceso de congelación nos indica que cumple con las normas INEN 2337 para productos congelados néctares y jugos.

RECOMENDACIONES

- Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la Planta Despulpadora de Frutas INDUSTRIAS DEL CERRO
- Realizar los trámites pertinentes para la obtención del Registro Sanitario para las diferentes presentaciones de pulpa de fruta.
- Capacitar periódicamente al personal de Planta en el conocimiento de las Normas de Calidad INEN 2337:2008 de Requisitos para Pulpas, Jugos y Néctares, así como en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
- Realizar un mantenimiento programado y limpieza de todos los equipos e instalaciones.

BIBLIOGRAFIA

- **ALVARADO, J.** *Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos.* Quito – Ecuador. Radio Comunicaciones - Divisiones de Artes Gráficas. 1996 pp.8-11.
- **ALADANA, A & OSPINA, J.** *Terranova Enciclopedia Agropecuaria, Ingeniería y Agroindustria.* 2ª ed. Bogotá- Colombia. Terranova Editores. 1996. pp. 216 -254.
- **CAMACHO, G.** *Obtención de pulpas de frutas.* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional. Bogotá- Colombia. 2008. pp. 1-9.
- **COLOMBIA, I.C.** *Frutas procesadas jugos y pulpas de frutas NTC404: 1998.* Bogotá – Colombia. 1998.
- **INEN 2337:2008.** *Requisitos para Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales.* INEN 2337:2008. Quito – Ecuador .2008. pp. 1-4.
- **GRUDA, Z. & POSTOLSKI.** *Ciencia y Bromatología: Principios Generales.* Madrid-España. Editorial Santos. 1980.
- **GUTIERREZ, J.** *Ciencia y Bromatología: principios generales.* 2ª ed. Madrid- España: Ediciones Santos, 1980.
- **MADRID, A.** *Refrigeración, Congelación y Envasado de Alimentos.* 2ª ed. Zaragoza-España: Ediciones Mundi – Prensa. 2003
- **PIETRO, M.** *Refrigeración Domestica, Industrial y aire acondicionado.* México: Editorial Trillas, 2004.
- **UGARTE, P.** *Termodinámica II.* Lima: Editorial San Marcos, 1991.
- **PERRY, R & GREEN, D.** *Manual del Ingeniero Químico.* 6ª ed. Madrid: Mac. Graw Hill. 2001.

ANEXOS

ANEXO A. ANALISIS DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICOS DE LA PULPA DE MORA


Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS CÓDIGO 069-17

CLIENTE: Sr. Ángel García		
TIPO DE MUESTRA: Pulpa de mora		
FECHA DE RECEPCIÓN: 07 de marzo del 2017		
FECHA DE MUESTREO: 07 de marzo del 2017		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Vino oscuro		
OLOR: Característico a mora		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Aerobios Mesófilos UCF/ml	NORMA INEN 1529-5	50
Coliformes totales UCF/ml	NORMA INEN 1529-7	Ausencia
Coliformes fecales UFC/ml	NORMA INEN 1529-8	Ausencia
Mohos y levaduras UFC/ml	NORMA INEN 1529-10	Ausencia
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 07 de marzo del 2017		
FECHA DE ENTREGA: 13 de marzo del 2017		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		


Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617
Riobamba – Ecuador

ANEXO B ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA PULPA DE MORA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIOS DE QUÍMICA INSTRUMENTAL Y
QUÍMICA ANALÍTICA

Panamericana Sur-Km 1 1/2- telefax: 2998-330 ext. 330-163 Riobamba –
Ecuador



ANALISIS DE LABORATORIO

Riobamba, 15 de febrero de 2017

Análisis de pulpa de fruta :

- Grados brix
- Ph de la fruta
- Densidad
- Viscosidad
- Índice de refracción

Parámetros	Resultado	UNIDADES
GRADOS BRUX	11	
Ph DE LA FRUTA	2.8	
DENSIDAD	9.612	g/cm ³
VISCOSIDAD	272.1	centipoint
INDICE DE REFRACION	1.351	
% ACIDEZ	2.1	


Lcdo. Fausto Tapia H

ESPOCH FAC. CIENCIAS
LABORATORIO QUIMICA INSTRUMENTAL
Lic. Fausto Tapia H.
Técnico docente

DOCENTE TECNICO LABOARTORIO DE QUIMICA ANALITICA Y QUIMICA
INSTRUMENTAL.

ANEXO C

DETERMINACIÓN DEL (pH)

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
<p>El pH es el parámetro que nos indica la alcalinidad o acidez de la pulpa, en una escala numérica del 1 a 14.</p> <p>Si la sustancia es ácida el pH es menor a 7, si es básica mayor a 7, si es igual a 7 es neutro.</p>	<p>EQUIPOS pH metro digital.</p> <p>MATERIALES Vaso de precipitación de 250 mL.</p> <p>REACTIVOS Soluciones buffer pH4 pH7 y pH 10 Muestras de Pulpa</p>	<p>Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.</p>	<p>Verificar que el pH metro este calibrado utilizando las soluciones buffer (en el siguiente orden 4,7 y 10 de pH) estas se encargarán de realizar pequeños cambios del potencial de estado y mantenerlo.</p> <p>Colocar el electrodo directamente en el interior del vaso.</p> <p>Leer el valor en la pantalla del equipo</p>	<p>Lectura directa.</p>

ANEXO D

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
La densidad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia la densidad de líquidos se mide mediante el método del picnómetro	Equipos: Balanza Materiales: Picnómetro 10 mL Probeta de 500 mL	Muestra de Pulpa	Colocar 10 mL de muestra de pulpa en la probeta. Pesar el picnómetro vacío en la balanza y registrar su peso (P1) Colocar la muestra de pulpa en el picnómetro y cerrarlo. Colocar el picnómetro con la muestra en la balanza y registrar su peso (P2) Anotar la diferencia entre los dos pesos y dividir el resultado por la capacidad del picnómetro (10 mL).	$\delta = \frac{(P1-P2)}{VP}$

ANEXO E

DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
<p>La viscosidad de un fluido se refiere a la resistencia que presenta a fluir.</p> <p>Es una característica de los fluidos en movimiento</p>	<p>EQUIPOS</p> <p>Balanza</p> <p>MATERIALES</p> <p>Cronómetro</p> <p>Flexómetro</p> <p>Probeta de 250 mL</p> <p>Bola</p> <p>Calibrador</p>	<p>MUESTRA DE PULPA</p>	<p>Pesar la bola en la balanza y registrar su peso.</p> <p>Medir el diámetro de la bola con un calibrador</p> <p>Colocar la pulpa (10mL) en la probeta e introducir la bola, observar el aumento de volumen en la probeta..</p>	$\mu = \frac{2g(\delta_{sol} - \delta_{liq})}{9v_1}$

ANEXO F

DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
<p>Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de sólido disuelto por 100 g de disolución total.</p>	<p>EQUIPOS Refractometro.</p> <p>MATERIALES Vaso de precipitación de 250 mL.</p> <p>REACTIVOS Agua destilada</p>	<p>Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.</p>	<p>Verificar que el refractómetro este calibrado con agua destilada y colocar la pulpa de fruta</p>	<p>Lectura directa.</p>

ANEXO G

DETERMINACIÓN DE INDICE DE REFRACCION

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
<p>Cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula. Se simboliza con la letra n y se trata de un valor adimensional.</p>	<p>EQUIPOS Refractometro.</p> <p>MATERIALES Vaso de precipitación de 250 mL.</p> <p>REACTIVOS Agua destilada</p>	<p>Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.</p>	<p>Verificar que el refractómetro este calibrado con agua destilada y colocar la pulpa de fruta</p>	<p>Lectura directa.</p>

ANEXO H

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES

CONCEPTO	EQUIPOS / MATERIALES / REACTIVOS	SUTANCIAS	PROCEDIMEINTOS	CALCULOS
<p>Grupo bacteriano que representa una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa</p>	<p>Cámara Incubadora</p> <p>MATERIALES</p> <p>Cajas Petri</p> <p>Pinza</p> <p>Pipetas</p> <p>REACTIVOS</p> <p>Medio de Cultivo</p>	<p>MUESTRA DE PULPA</p>	<p>Se esteriliza el equipo microbiológico para la filtración, se toma 50 ml de muestra y se procede a filtrar, se vierte el reactivo y se siembra a la temperatura correspondiente</p>	<p>Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)</p>

ANEXO I

DETERMINACIÓN DE COVERSION DE UNIDADES DE REFRIGERACION

T.R.	x 12,000	= btu/h
	x 200	= btu/min
	x 3,024	= kcal/h
	x 3.5145	= kW
	x 12,652	= kJ/h
	x 4.716	= hp
kcal/h	x 3.9683	= btu/h
	+ 3,024	= T.R.
	x 0.2845	= kW
btu/h	+ 12,000	= T.R.
	x 0.252	= kcal/h
	x 293	= kW

ANEXO J

DATOS TECNICOS DE LOS PANELES DE SANDWICH DE POLIURETANO

ESPESOR DEL PANEL mm	K COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA GLOBAL		PESO DEL PANEL CON SOPORTES DE ACERO EXTERNO E INTERNO 0.5 mm nominal kg / m ²
	Kcal / m ² h C	Watt / m ² K	
60	0.29	0.33	10.00
80	0.22	0.25	10.80
100	0.17	0.20	11.60
120	0.14	0.17	12.40
140	0.12	0.14	12.80
150	0.11	0.13	13.60
180	0.10	0.11	15.00
200	0.09	0.1	15.85

El coeficiente de transmisión térmica (K) se ha calculado considerando el espesor del núcleo aislante y teniendo en cuenta la resistencia superficial.

ANEXO K

TEMPERATURA DE ALGUNOS REFRIGERANTES A PRESION COSNTANTES

REFRIG. N°	TEMPERATURAS EN °C		
	EBULLICION	CRITICA	CONGELACION
12	-29.8	112	-158
22	-40.7	96	-160
30	40.6	216.1	-97
123	27.9	---	-107
134a	-26.5	101.1	-103
170	-88.6	32.3	-172
502	-45.4	82.2	---
507	-46.7	71	---
717	-33.3	132.9	-78
718	100	374.5	0

ANEXO L

TABLA DE PRESIONES DE OPERACIÓN DE ALGUNOS REFRIGERANTES

REFRIG. N°	EVAPORADOR A -15°C		CONDENSADOR A 30°C	
	kPa	psig	kPa	psig
12	183	11.8	754	93.2
22	296	28.2	1,192	158.2
30	8	27.6*	69	9.5*
123	16	25.2*	110	1.2
134a	164	9.1	767	96.6
170	1627	221.3	4,660	661.1
500	214	16.4	880	113.4
502	348	35.9	1,319	176.6
717	236	19.6	1,167	154.5
718	0.8	29.7*	4.5	28.6*

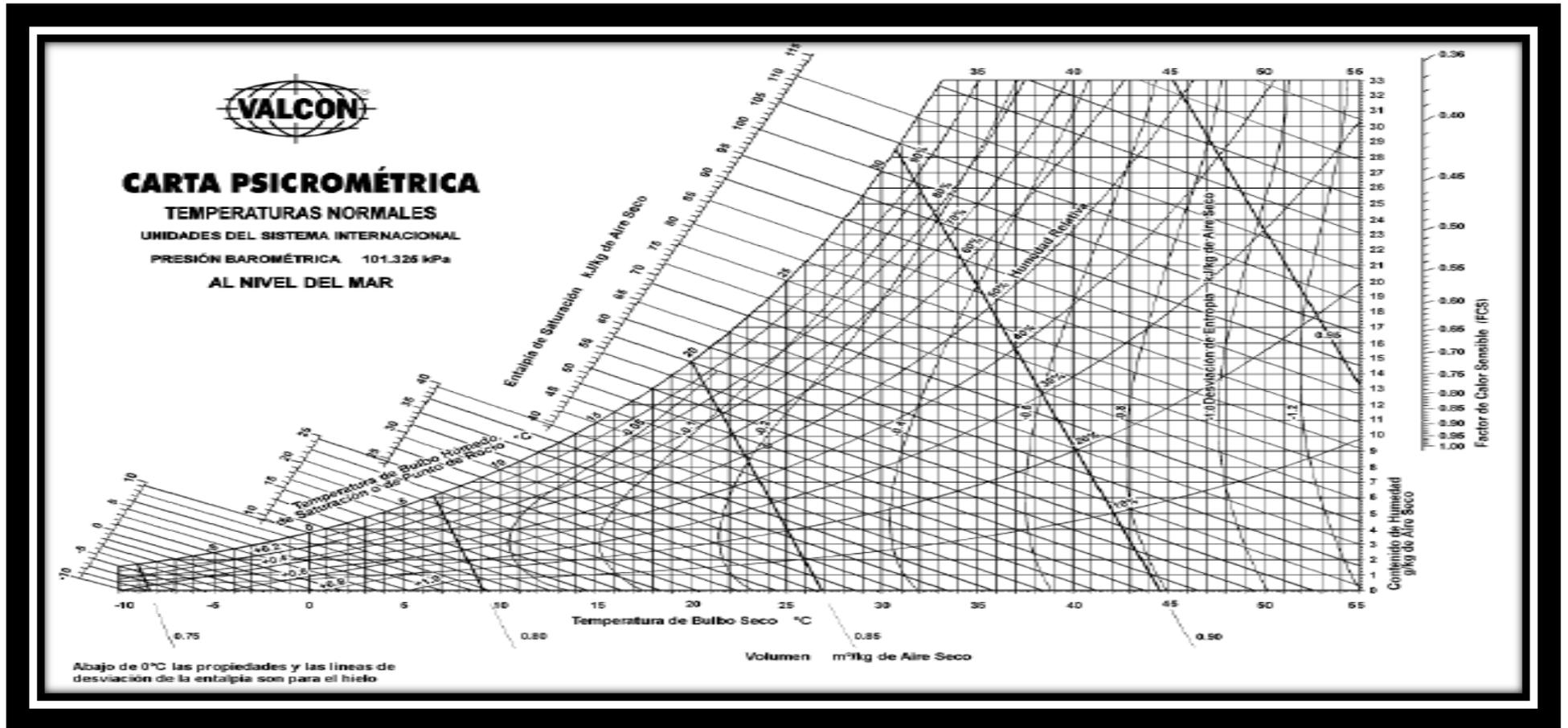
ANEXO M

CAMBIO DE AIRES PROMEDIOS EN 24 HORAS EN CAMARAS DE REFRIGERACION

Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.
200	33.5	2,000	9.3	25,000	2.3
250	29.0	3,000	7.4	30,000	2.1
300	26.2	4,000	6.3	40,000	1.8
400	22.5	5,000	5.6	50,000	1.6
500	20.0	6,000	5.0	75,000	1.3
600	18.0	8,000	4.3	100,000	1.1
800	15.3	10,000	3.8	150,000	1.0
1,000	13.5	15,000	3.0	200,000	0.9
1,500	11.0	20,000	2.6	300,000	0.85

ANEXO N

CARTA PSICOMETRICA

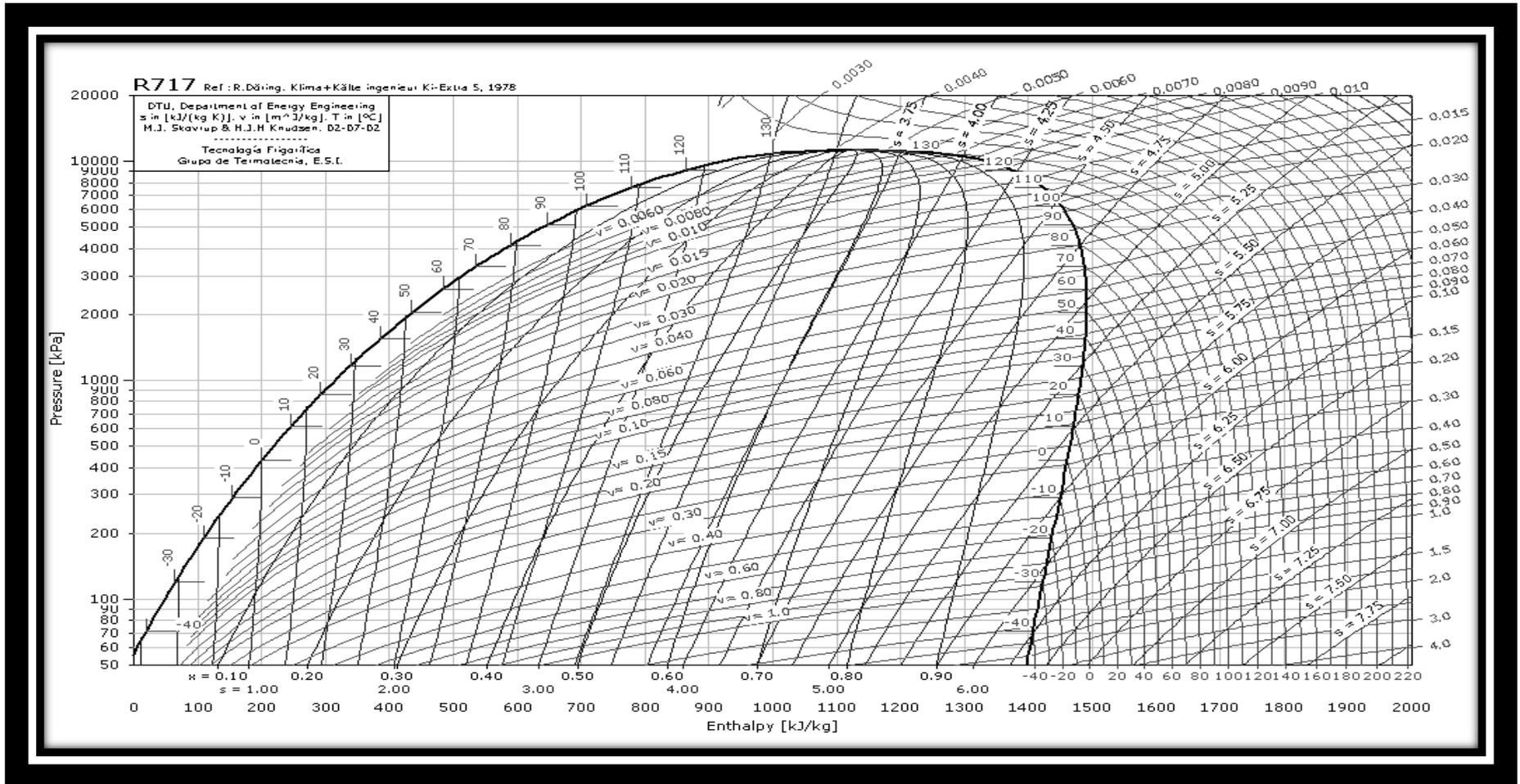


ANEXO O TABLA DE REFERNCIA DE TEMPERATURA VS. HUMEDAD RELATIVA PARA EVAPORADORES ENFRIADOS POR AIRE

Humedad Relativa	90 %	85%	80%	75%
Tubos Lisos (°C)	3	5	7	10
Tubos Aleteados (°C)	5-6	7-8	9-10	12-13

ANEXO P

Diagrama p-h del R-717



ANEXO Q

TABLAS DE REFRIGERANTE R-717

Colection de tablas y graficos de instalaciones de Frio-Color

3. Propiedades de los principales refrigerantes

Tabla 3.1: Propiedades del líquido y vapor saturados para el R-717
R-717, NH₃, Amoniaco

t (°C)	P (kPa)	P _v (kg/m ³)	v _g (m ³ /kg)	h _g (kJ/kg)	h _f (kJ/kg)	S _g (kJ/kg·K)	S _f (kJ/kg·K)
-160	40.000	7002.1	2.49389	-124.0	1399.1	0.00000	0.00000
-140	54.000	6999.7	2.32889	-114.0	1399.4	0.00000	0.00000
-120	74.000	6997.4	2.17000	-104.0	1399.7	0.00000	0.00000
-100	100.000	6995.0	2.01500	-94.0	1400.1	0.00000	0.00000
-80	134.000	6992.6	1.87000	-84.0	1400.4	0.00000	0.00000
-60	178.000	6990.2	1.73500	-74.0	1400.7	0.00000	0.00000
-40	234.000	6987.8	1.61000	-64.0	1401.0	0.00000	0.00000
-20	306.000	6985.4	1.49500	-54.0	1401.3	0.00000	0.00000
0	398.000	6983.0	1.39000	-44.0	1401.6	0.00000	0.00000
20	514.000	6980.6	1.29500	-34.0	1401.9	0.00000	0.00000
40	658.000	6978.2	1.21000	-24.0	1402.2	0.00000	0.00000
60	834.000	6975.8	1.13500	-14.0	1402.5	0.00000	0.00000
80	1046.000	6973.4	1.07000	-4.0	1402.8	0.00000	0.00000
100	1300.000	6971.0	1.01500	4.0	1403.1	0.00000	0.00000
120	1602.000	6968.6	0.97000	14.0	1403.4	0.00000	0.00000
140	1960.000	6966.2	0.93500	24.0	1403.7	0.00000	0.00000
160	2382.000	6963.8	0.91000	34.0	1404.0	0.00000	0.00000
180	2878.000	6961.4	0.89500	44.0	1404.3	0.00000	0.00000
200	3458.000	6959.0	0.89000	54.0	1404.6	0.00000	0.00000
220	4124.000	6956.6	0.89500	64.0	1404.9	0.00000	0.00000
240	4888.000	6954.2	0.91000	74.0	1405.2	0.00000	0.00000
260	5762.000	6951.8	0.93500	84.0	1405.5	0.00000	0.00000
280	6758.000	6949.4	0.97000	94.0	1405.8	0.00000	0.00000
300	7888.000	6947.0	1.01500	104.0	1406.1	0.00000	0.00000
320	9164.000	6944.6	1.07000	114.0	1406.4	0.00000	0.00000
340	10600.000	6942.2	1.13500	124.0	1406.7	0.00000	0.00000
360	12310.000	6939.8	1.21000	134.0	1407.0	0.00000	0.00000
380	14300.000	6937.4	1.29500	144.0	1407.3	0.00000	0.00000
400	16580.000	6935.0	1.39000	154.0	1407.6	0.00000	0.00000
420	19160.000	6932.6	1.49500	164.0	1407.9	0.00000	0.00000
440	22060.000	6930.2	1.61000	174.0	1408.2	0.00000	0.00000
460	25300.000	6927.8	1.73500	184.0	1408.5	0.00000	0.00000
480	28900.000	6925.4	1.87000	194.0	1408.8	0.00000	0.00000
500	32900.000	6923.0	2.01500	204.0	1409.1	0.00000	0.00000
520	38340.000	6920.6	2.17000	214.0	1409.4	0.00000	0.00000
540	44260.000	6918.2	2.32889	224.0	1409.7	0.00000	0.00000
560	50700.000	6915.8	2.49389	234.0	1410.0	0.00000	0.00000
580	57700.000	6913.4	2.66500	244.0	1410.3	0.00000	0.00000
600	65300.000	6911.0	2.84250	254.0	1410.6	0.00000	0.00000
620	73540.000	6908.6	3.02625	264.0	1410.9	0.00000	0.00000
640	82460.000	6906.2	3.21600	274.0	1411.2	0.00000	0.00000
660	92100.000	6903.8	3.41150	284.0	1411.5	0.00000	0.00000
680	102500.000	6901.4	3.61250	294.0	1411.8	0.00000	0.00000
700	113700.000	6899.0	3.81900	304.0	1412.1	0.00000	0.00000
720	125740.000	6896.6	4.03100	314.0	1412.4	0.00000	0.00000
740	138660.000	6894.2	4.24850	324.0	1412.7	0.00000	0.00000
760	152500.000	6891.8	4.47150	334.0	1413.0	0.00000	0.00000
780	167300.000	6889.4	4.70000	344.0	1413.3	0.00000	0.00000
800	183100.000	6887.0	4.93400	354.0	1413.6	0.00000	0.00000
820	199940.000	6884.6	5.17350	364.0	1413.9	0.00000	0.00000
840	217860.000	6882.2	5.41850	374.0	1414.2	0.00000	0.00000
860	236900.000	6879.8	5.66900	384.0	1414.5	0.00000	0.00000
880	257100.000	6877.4	5.92500	394.0	1414.8	0.00000	0.00000
900	278500.000	6875.0	6.18650	404.0	1415.1	0.00000	0.00000
920	301140.000	6872.6	6.45350	414.0	1415.4	0.00000	0.00000
940	325060.000	6870.2	6.72600	424.0	1415.7	0.00000	0.00000
960	350300.000	6867.8	7.00400	434.0	1416.0	0.00000	0.00000
980	376900.000	6865.4	7.28750	444.0	1416.3	0.00000	0.00000
1000	404900.000	6863.0	7.57650	454.0	1416.6	0.00000	0.00000

Fuente: Tillner-Röhl, Harns-Walpenberg, and Becht, Eine neue Fundamentaltabelle für Ammoniak, DVG-Tagungsbericht 20:167-181, 1993.

ANEXO R

TABLA DE VOLUMEN ESPECÍFICO DE REFRIGERANTE R-717

Colección de tablas y gráficas de instalaciones de Frio-Calor

Tabla 3.6: Volumen específico del líquido subenfriado y el vapor sobrecalentado para el R-717
 v (m³/kg), R-717, NH₃, Amoniaco

t_{sat} (°C)	P (kPa)	t (°C)															
		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70	3312.0	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0018				
65	2947.8	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0018	0.0446	0.0476	0.0503	0.0528
60	2614.5	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018		0.0522	0.0553	0.0581	0.0608
55	2310.3	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0575	0.0609	0.0642	0.0672	0.0701
50	2033.5	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017		0.0674	0.0711	0.0745	0.0778	0.0810
45	1782.3	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0747	0.0789	0.0829	0.0866	0.0902	0.0937
40	1555.3	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017		0.0880	0.0925	0.0968	0.1009	0.1048	0.1087
35	1350.8	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016	0.0017	0.0984	0.1036	0.1085	0.1132	0.1177	0.1222	0.1265
30	1167.4	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0016		0.1165	0.1222	0.1276	0.1328	0.1379	0.1429	0.1477
25	1003.5	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016		0.1315	0.1381	0.1444	0.1505	0.1563	0.1621	0.1677	0.1733
20	857.8	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016		0.1569	0.1642	0.1713	0.1781	0.1848	0.1913	0.1978	0.2041
15	728.8	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.1790	0.1877	0.1959	0.2040	0.2118	0.2194	0.2270	0.2344	0.2418
10	615.3	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016		0.2155	0.2253	0.2348	0.2440	0.2530	0.2619	0.2707	0.2793	0.2879
5	516.0	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.2489	0.2606	0.2718	0.2827	0.2935	0.3040	0.3144	0.3247	0.3348	0.3449
0	429.6	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015		0.3031	0.3166	0.3296	0.3425	0.3550	0.3675	0.3797	0.3919	0.4040	0.4160
-5	354.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.3548	0.3711	0.3868	0.4023	0.4174	0.4324	0.4472	0.4619	0.4764	0.4909	0.5053
-10	290.8	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015		0.4379	0.4571	0.4759	0.4943	0.5125	0.5304	0.5482	0.5659	0.5835	0.6010	0.6184
-15	236.2	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.5206	0.5441	0.5671	0.5897	0.6120	0.6340	0.6559	0.6775	0.6991	0.7205	0.7419	0.7632
-20	190.1	0.0014	0.0014	0.0015		0.6528	0.6813	0.7092	0.7368	0.7641	0.7911	0.8179	0.8446	0.8712	0.8977	0.9240	0.9503
-25	151.5	0.0014	0.0014	0.0015	0.7898	0.8254	0.8604	0.8948	0.9289	0.9627	0.9963	1.0297	1.0629	1.0960	1.1290	1.1619	1.1948
-30	119.4	0.0014	0.0014		1.0092	1.0533	1.0969	1.1399	1.1827	1.2251	1.2673	1.3093	1.3512	1.3930	1.4346	1.4762	1.5177
-35	93.1	0.0014	0.0014	1.2458	1.3023	1.3579	1.4130	1.4676	1.5219	1.5759	1.6296	1.6832	1.7367	1.7900	1.8432	1.8964	1.9494
-40	71.7	0.0014		1.6270	1.6991	1.7704	1.8411	1.9113	1.9812	2.0509	2.1203	2.1896	2.2587	2.3277	2.3966	2.4654	2.5341
-45	54.5	0.0014	2.0557	2.1503	2.2438	2.3365	2.4287	2.5205	2.6119	2.7030	2.7940	2.8847	2.9754	3.0659	3.1563	3.2466	3.3368
-50	40.8		2.7547	2.8791	3.0025	3.1252	3.2473	3.3691	3.4904	3.6115	3.7324	3.8532	3.9738	4.0942	4.2146	4.3349	4.4551

Fuente: Tillner-Roth, Harms-Watzenberg, and Baehr, *Eine neue Fundamentalgleichung für Ammoniak*, DKV-Tagungsbericht 20:167-181, 1993.

ANEXO S

DIMENSIONES NORMALIZADAS DE TUBERIAS COMERCIALES DE ACERO

Tabla 4.1: Dimensiones normalizadas en tuberías comerciales de cobre para refrigerantes

Medida	Dext		Rollo de tubo				Barra de tubo			
	(pulgada)	(mm)	esp (pulgada)	esp (mm)	Dint (pulgada)	Dint (mm)	esp (pulgada)	esp (mm)	Dint (pulgada)	Dint (mm)
3/16"	0.1875	4.763	0.030	0.762	0.1275	3.239				
1/4"	0.2500	6.350	0.030	0.762	0.1900	4.826				
5/16"	0.3125	7.938	0.030	0.762	0.2525	6.414				
3/8"	0.3750	9.525	0.030	0.762	0.3150	8.001	0.030	0.762	0.315	8.001
1/2"	0.5000	12.700	0.030	0.762	0.4400	11.176	0.030	0.762	0.440	11.176
5/8"	0.6250	15.875	0.032	0.813	0.5610	14.249	0.030	0.762	0.565	14.351
3/4"	0.7500	19.050	0.035	0.889	0.6800	17.272	0.032	0.813	0.686	17.424
7/8"	0.8750	22.225	0.035	0.889	0.8050	20.447	0.032	0.813	0.811	20.599
1"	1.0000	25.400					0.035	0.889	0.930	23.622
1-1/8"	1.1250	28.575					0.040	1.016	1.045	26.543
1-3/8"	1.3750	34.925					0.042	1.067	1.291	32.791
1-5/8"	1.6250	41.275					0.050	1.270	1.525	38.735
2-1/8"	2.1250	53.975					0.060	1.524	2.005	50.927
2-5/8"	2.6250	66.675					0.071	1.803	2.483	63.068
3-1/8"	3.1250	79.375					0.071	1.803	2.983	75.768
3-5/8"	3.6250	92.075					0.080	2.032	3.465	88.011

NOTAS	<p align="center">CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Información</p>	<p align="center">ESPOCH</p> <p align="center">FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p align="center">ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA</p> <p align="center">GRACIA PATRON ANGEL DAVID</p>	DISEÑO DE UNA CÁMARA DE CONGELACION PARA UNA PLANTA DESPULPADORA DE FRUTA DE INDUSTRIAS DEL CERRO..			
Diagrama p-h del R-717			Lámina	Escala	Fecha	15

ANEXO T NORMA TECNICA INEN 2337: 2008 JUGOS, PULPAS CONCENTRADAS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE. PUREES. CONCENTRATES. NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS,
NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES.
REQUISITOS.

NTE INEN
2 337:2008
2008-12

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.

3. DEFINICIONES

3.1 **Jugo (zumo) de fruta.**- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.2 **Pulpa (puré) de fruta.**- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.3 **Jugo (zumo) concentrado de fruta.**- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.

3.4 **Pulpa (puré) concentrada de fruta.**- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.

3.5 **Jugo y pulpa concentrado edulcorado.**- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1

3.6 **Néctar de fruta.**- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.

3.7 **Bebida de fruta.**- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.

4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.

4.3 Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.

4.4 Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.

4.5 Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.

4.6 No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.

4.7 Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.

4.8 Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.

4.9 Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.

4.10 Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.

4.11 Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.

4.12 Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.

4.13 Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.

4.14 Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.

4.15 La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.

4.16 La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.

4.17 Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.

4.18 Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles ("Brix"), será ponderado al aporte de cada fruta presente.

4.19 Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.

4.20 Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.

4.21 Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.

4.22 Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 Requisitos físico-químico

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 Requisitos físico-químicos

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles (^oBrix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Melasthema</i> sp	5,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtillo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Azaca	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Cordia pentagona</i> HBK	5,0
Banano	<i>Musa</i> , spp	21,0
Borojo	<i>Borojia</i> spp	7,0
Carambola (Crocifolia china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia cruenta	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus persica</i> L.	9,0
Fruilla	<i>Fragaria</i> spp	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guandano	<i>Annona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwí	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantiifolia</i>	4,5
Limon	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0
Maracujá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus</i> spp.	6,0
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	9,0
Naranja (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thumb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra batavia</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis</i> spp	11,0

^{a)} En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles ("Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	e	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas <i>Clostridium sulfito reductoras</i> UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	—	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ⁷	1,0x10 ⁸	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	1,0x10 ⁷	1,0x10 ⁸	1	NTE INEN 1529-10

¹⁾ Para productos enlatados.

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles (¹Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 388)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	—	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ²	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ²	1	NTE INEN 1529-10

¹⁾ Para productos entretidos.

(Continúa)

TABLA 2. Especificaciones para el néctar de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	% Aporte de jugo de fruta	Sólidos Solubles ^{*)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia</i> sp	25	1,5
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	40	4,6
Arándano (mirtilo,)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	40	4,0
Azazá	<i>Eugenia stipitata</i>	"	"
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	25	1,25
Banano	<i>Musa</i> , spp	25	5,25
Borojo	<i>Borojia</i> spp	25	1,75
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	25	1,25
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	50	6,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,25
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	40	3,6
Frutilla	<i>Fragaria</i> spp	40	2,4
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	40	2,8
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	25	2,75
Guandana	<i>Anona muricata</i> L.	25	2,75
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	25	1,25
Kiwí	<i>Actinidia delioides</i>	"	"
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	20	2,24
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	25	1,13
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	25	1,13
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	50	5,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	25	2,75
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	50	3,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	"	"
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	25	2,88
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	35	1,75
Mora	<i>Rubus</i> spp	30	1,8
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	50	4,5
Naranja (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	"	"
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	25	2,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	40	4,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	40	4,0
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	40	2,4
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	"	"
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra batavica</i>	25	2,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	50	2,25
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	50	4,0
Uva	<i>Vitis</i> spp	50	5,5
Otros:			
- Alto contenido de pulpa o aroma fuerte		25	-
- Baja acidez, bajo contenido de pulpa o aroma bajo a medio		50	-

*) Elevada acidez: la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,5 % (como ácido cítrico)

**) En grados Brix a 20°C (con exclusión de azúcar)

(Continúa)

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

En donde:

- NMP = número más probable
- UFC = unidades formadoras de colonias
- UP = unidades propagadoras
- n = número de unidades
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asepticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la tabla 5

TABLA 5. Límites máximos de contaminantes

	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn mg/kg *	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn mg/kg	5,0	NTE INEN 399
Hierro, Fe mg/kg	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb mg/kg	0,05	NTE INEN 271
Patulina (en jugo de manzana)**, mg/kg	50	AOAC 48.7.01
Suma de Cu, Zn, Fe mg/kg	20	
* En el producto envasado en recipientes estañados		
** La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetálica, producida por especies del género <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> y <i>Byssoclamys</i> .		

5.7 Requisitos Complementarios

5.7.1 El espacio libre tendrá como valor máximo el 10 % del volumen total del envase (ver NTE INEN 394).

5.7.2 El vacío referido a la presión atmosférica normal, medido a 20 °C, no debe ser menor de 320 hPa (250 mm Hg) en los envases de vidrio, ni menor de 160 hPa (125 mm Hg) en los envases metálicos. (ver NTE INEN 392).

(Continúa)

6. INSPECCIÓN

6.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 378.

6.2 **Aceptación o Rechazo.** Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

7.2 Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.3 Los envases metálicos deben cumplir con la NTE INEN 190, Codex Alimentario y FDA.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y en otras disposiciones legales vigentes.

8.2 En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.

8.3 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 190:1992	Envases metálicos de sellado hermético para alimentos y bebidas no carbonatadas. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 269:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de arsénico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 270:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de cobre
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 271:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de plomo
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 378:1979	Conservas vegetales. Muestreo
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 380:1986	Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 385:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de estaño
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 389:1986	Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 394:1986	Conservas vegetales. Determinación del volumen ocupado por el producto
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 399:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de zinc
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 400:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de hierro
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1:2000	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2:2000	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:199	Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-6:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos poriformes por la técnica del número más probable
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de conformes fecales y <i>Escherichia coli</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10:1998	Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-18:1998	Control microbiológico de los alimentos. <i>Clostridium perfringens</i> . Recuento en tubo por siembra en masa
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074:1996	Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos
AOAC 49.7.01	Patulin in Apple juice. Thin layer Chromatographic Method 974.18 18th Edition 2005
Programa conjunto FAO/OMS CODEX ALIMENTARIUS	Volumen 2 Residuos de plaguicidas en los alimentos.
EDA Part 193. Tolerances for pesticides in food. Administered by environmental protection agency.	
Principios de Buenas prácticas de manufactura.	

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica colombiana NTC 404	Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas, Bogotá 1998
Norma técnica colombiana NTC 1364	Frutas procesadas. Concentrados de frutas, Bogotá 1996
Norma técnica colombiana NTC 659	Frutas procesadas. Néctares de frutas, Bogotá 1996

ANEX U

PLANO DEL DISEÑO LA CÁMARA DE CONGELACION PARA UNA PLANTA DESPULAPDORA DE FRUTA DE INDUSTRIAS DEL CERRO.

FRIGORIFICO
CAPACIDAD 600Kg
PRODUCTO PULPA DE FRUTA
CAP. VOLUMEN 42 m³

N° de Pieza	Denominación	Materia	N° de Orden	N° del modelo seleccionado	Observaciones
1	ASLANTE	POLURETANO	13		seleccionado
1	UNIDAD DE CONDENSADO	SEGUN DISEÑO	12		seleccionado
1	UNIDAD DE FRIO	SEGUN DISEÑO	11		seleccionado
1	CHAPA SUPERIOR	AISI 304	10		cutado
1	SUPERIOR 1	AISI 340	9		cutado
1	SUPERIOR 2	AISI 340	8		cutado
2	LATERAL DERECHO	AISI 340	7		cutado plegado
2	POSTERIOR LATERAL	AISI 340	6		cutado plegado
8	REFUERZO	AISI 340	5		cutado plegado
1	PUERTA 1	VARIOS	4		armado
1	POSTERIOR	AISI 304	3		cutado plegado
2	LATERAL	AISI 304	2		cutado plegado
1	BASE	AISI 304	1		cutado plegado

N°. Láminas: 2 de 3			N°. Hojas: 3		Escalificaciones		Descripciones:			ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS							
Email: ingmaria1988@gmail.com Teléfono: 099047228						CAMARA DE CONGELACION DE PULPA DE FRUTA			<table border="1"> <tr> <th>Tolerancia</th> <th>Escala</th> <th>Registro</th> </tr> <tr> <td>±0.5 (mm)</td> <td>1:35</td> <td></td> </tr> </table>			Tolerancia	Escala	Registro	±0.5 (mm)	1:35	
Tolerancia	Escala	Registro															
±0.5 (mm)	1:35																
Fecha	Nombre	Plaza	Fecha														
Proyectó	Gracia A.		19/03/2017														
Diseñó	Gracia A.		19/03/2017														
Revisó	Ing. Vilmarín M.		19/03/2017														