

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 “INTRODUCCIÓN”		
1.1	ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	1
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3	SOLUCIÓN PROPUESTA	2
1.4	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO	2
1.4.1	Objetivo General	2
1.4.2	Objetivos Específicos	2
1.4.3	Alcances	3
1.5	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	3
1.6	RESULTADOS OBTENIDOS	4
1.7	ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	4
CAPÍTULO 2 “ANTECEDENTES TEÓRICOS”		
2.1	CONSERVACIÓN EN FRÍO	5
2.1.1	Temperatura de la cámara	6
2.1.2	Humedad y movimiento de aire	6
2.1.3	Estibaje	6
2.2	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DIRECTOS E INDIRECTOS	8
2.2.1	Componentes del Sistema de refrigeración directo	8
2.2.2	Componentes del Sistema de refrigeración indirecto	10
2.3	REFRIGERANTES	11
2.3.1	Propiedades seguras	11
2.3.2	Propiedades económicas	11
2.3.3	Refrigerantes Secundarios	12
2.3.4	Amoniaco (NH ₃)	12
2.3.5	Glicoles	13
2.3.6	Propilenglicol	14
2.4	FRUTAS	14
2.4.1	Exportaciones	15
2.4.2	Balanza comercial	16
2.4.3	Uva de Mesa	17

2.4.4	Manzana	18
2.4.5	Cerezas	19
2.4.6	Pera	20

CAPÍTULO 3 “CARGAS TÉRMICAS Y BOMBAS”

3.1	INSTALACIONES	22
3.1.1	Materiales de construcción	22
3.1.1.1	Muros	22
3.1.1.2	Puerta	22
3.1.1.3	Suelo	23
3.1.2	Dimensiones de la cámara	23
3.2	CAJAS A ESTUDIAR	23
3.3	CARGA TÉRMICA	24
3.3.1	Caudal y velocidad del aire al interior de la cámara	25
3.3.2	Coeficiente pelicular convectivo interior	26
3.3.3	Coeficiente global de transferencia de calor	28
3.3.4	Carga térmica por transmisión	28
3.3.5	Carga térmica por ingreso de productos en condiciones ambientales	30
3.3.6	Carga térmica metabólica de la fruta	31
3.3.7	Carga térmica por luminarias	32
3.3.8	Carga térmica por apertura de puertas	33
3.3.9	Carga térmica por radiación solar	33
3.3.10	Carga térmica total	34
3.3.11	Carga térmica total en condiciones estacionarias	34
3.4	CÁLCULO DE BOMBAS	35
3.4.1	Pérdida de carga por fricción	35
3.4.2	Pérdida de carga por accesorios	36
3.4.3	Altura de máquina	37

CAPÍTULO 4 “COSTOS”

4.1	COSTOS ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS)	39
4.1.1	Compresores	39
4.1.2	Condensadores	40
4.1.3	Evaporadores	41

		IV
4.1.4	Enfriadores	42
4.1.5	Deshielo eléctrico	43
4.1.6	Bombas hidráulicas	43
4.1.7	Luminarias	44
4.1.8	Costos eléctrico	44
4.2	PÉRDIDA DE PESO DEBIDO A LA DESHIDRATACIÓN	45
4.3	DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	46
4.3.1	Método de línea recta	47
4.4	MANO DE OBRA	48
4.5	COSTO TOTAL	48
4.6	COSTO UNITARIO DE REFRIGERACIÓN	49
	CONCLUSIÓN	51

ÍNDICE TABLAS

2.1	Propiedades físicas del Amoniaco (NH ₃)	13
2.2	Propiedades físicas del propilenglicol	14
2.3	Datos para almacenaje de frutas, de Carrier Design Data	15
2.4	Condiciones adecuadas para la conservación de la Uva de mesa	17
2.5	Condiciones adecuadas para la conservación de las manzanas	18
2.6	Condiciones adecuadas para la conservación de las cerezas	19
2.7	Condiciones adecuadas para la conservación de la pera	20
3.1	Dimensiones de cajas y pallets	24
3.2	Capacidad de pallet y kilogramos de frutas de las distintas cámaras.	25
3.3	Movimiento de aire máximo, áreas y caudales calculados.	26
3.4	Valores obtenidos para cálculo del coeficiente pelicular	28
3.5	Carga térmica a través de los muros	29
3.6	Carga térmica a través del techo	29
3.7	Carga térmica a través del suelo	29
3.8	Carga térmica a través de la puerta	30
3.9	Carga térmica por ingreso de fruta desde el packing	31
3.10	Carga térmica por ingreso de envases desde el medio ambiente	31
3.11	Carga térmica por metabolismo o respiración de la fruta	32

3.12	Carga térmica aportado por los equipos fluorescentes	33
3.13	Carga térmica aportado por aire que ingresa a través de la apertura de la puerta	33
3.14	Carga térmica aportado por radiación solar	34
3.15	Carga térmica total	34
3.16	Carga térmica total en condiciones estacionarias	35
3.17	Pérdidas de carga debido a la fricción	36
3.18	Pérdidas de carga debido a accesorios	37
3.19	Altura de bomba necesaria	38
4.1	Características motores para accionar los compresores	40
4.2	Características de motores de ventiladores del condensador	41
4.3	Características motores de ventiladores de los evaporadores	42
4.4	Características motores de ventiladores de los enfriadores	42
4.5	Potencia deshielo eléctrico	43
4.6	Características motores de bombas hidráulicas	44
4.7	Cantidad y potencia de luminarias	44
4.8	Potencia de los equipos de refrigeración y tiempo de funcionamiento	45
4.9	Pérdida de peso y costo semanal por deshidratación	46
4.10	Depreciación anual para cada equipo	47
4.11	Costo por mano de obra mensual	48
4.12	Costo operacional total anual	49
4.13	Costos operacionales para cada caja de manzana de 19 kg	50

ÍNDICE FIGURAS

2.1	Posición correcta de los pallet	7
2.2	Pallet apilados en rack	7
2.3	Ciclo de refrigeración directo	9
2.4	Ciclo de refrigeración indirecto	11
2.5	Porcentaje de exportaciones de cada especie de fruta temporada 2005	16
4.1	Gráfico costo unitario de refrigeración de caja de manzana de 19kg	50