

Tabla de Contenido

Índice de Tablas	viii
Índice de Ilustraciones	xii
Introducción	1
1. Motivación, Objetivos y Alcances	2
1.1. Motivación	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Alcance	3
2. Metodología	4
3. Antecedentes	6
3.1. Situación en Chile de Calefacción y Producción de Agua Caliente de Uso Sa- nitario	6
3.2. Sistemas de Calefacción Central y Producción de ACS	7
3.3. Bombas de Calor	7
3.3.1. Ciclo Termodinámico	8
3.3.2. Tipos de bombas de calor	9
3.3.3. COP Teórico en Bombas de Calor	10
3.4. Bombas de Calor con Panel Solar Termodinámico	10
3.4.1. Componentes de BC PST	11
3.5. Condiciones Climáticas	14
3.5.1. Radiación Solar, Temperatura y Viento	14
3.6. Sistemas PST Existentes y Comerciales	15
3.6.1. Panel Solar Termodinámico (PST)	15
3.6.2. Línea de Succión y Líquidos	16
3.6.3. Bloque Termodinámico	16
3.6.4. Válvula de Expansión	17
3.6.5. Estanque de Almacenamiento	17
3.7. Problemática	17
4. Metodología de Análisis de Sistemas PST	18
4.1. Cálculo de Condiciones de Operación de BC PST	18

4.1.1.	Evaporador	18
4.1.2.	Determinar Resistencias Térmicas	20
4.1.3.	Calor Total Obtenido	23
4.1.4.	Compresor	23
4.1.5.	Válvula de Expansión Termostática	23
4.1.6.	Estados Termodinámicos	24
4.1.7.	Flujo Másico	28
4.1.8.	Trabajo en el Compresor	28
4.1.9.	Calor en el condensador	29
4.2.	Diseño Conceptual	29
4.3.	Diámetro Óptimo de Cañerías	29
4.3.1.	Pérdida de Carga y Costos de Energía	30
4.3.2.	Costo por metro de tubería	31
4.3.3.	Mano de obra	32
4.3.4.	Costo de la HH	34
4.3.5.	Costo de Materiales Fungibles:	35
4.3.6.	Costo de Equipo para Mano de Obra:	37
4.3.7.	Costos Totales	37
4.3.8.	Diámetro Óptimo de Tuberías	38
4.4.	Calculo de Rendimiento	38
4.4.1.	Pérdida de Carga por Accesorios	38
4.4.2.	Pérdida de Potencia	38
4.4.3.	Calor Obtenido Total	39
4.4.4.	Trabajo del Compresor	39
4.4.5.	Coeficiente de Rendimiento	39
5.	Cálculo de Condiciones de Operación	40
5.1.	Propiedades del PST	40
5.2.	Panel Solar Termodinámico	41
5.2.1.	Calor Obtenido en el PST	41
5.2.2.	Ciclo Termodinámico	41
5.2.3.	Flujo Másico del refrigerante	41
6.	Diseño del Circuito Primario	43
6.1.	Tamaño a Evaluar	43
6.2.	Configuración del Sistema PST	43
6.3.	Valores Preliminares de Diseño	44
6.3.1.	80 Paneles	44
6.3.2.	120 Paneles	44
6.3.3.	150 Paneles	44
6.3.4.	200 Paneles	44
6.3.5.	400 Paneles	45
6.4.	Diámetro Óptimo de Tuberías	45
6.5.	Pérdida de Carga: 80 paneles	45
6.5.1.	Cálculo de Pérdida de Carga	45
6.5.2.	Pérdida de Carga: 120 Paneles	51
6.6.	Pérdida de Carga: 150 Paneles	51

6.7. Pérdida de Carga: 200 Paneles	51
6.8. Pérdida de Carga: 400 Paneles	52
6.9. Diámetro Óptimo	52
7. Cálculo del COP	53
7.1. Disposición de la Instalación del PST	53
7.1.1. Ángulo de Inclinación	53
7.1.2. Plano Alas	54
7.2. Pérdida de Carga por Accesorios	54
7.2.1. Accesorios línea Líquidos	55
7.2.2. Accesorios línea Succión	57
7.3. Pérdida de Potencia total	58
7.4. Calor Total Obtenido	59
7.5. Potencia del Compresor	59
7.6. Coeficiente de Rendimiento	59
8. Análisis de Resultados y Conclusiones	61
8.1. Análisis de Resultados	61
8.1.1. Análisis de las Condiciones de Operación	61
8.1.2. Validación de los Resultados	61
8.1.3. Análisis del Diseño	62
8.1.4. Análisis del Calor Disponible	63
8.1.5. Análisis del COP	64
8.2. Conclusiones y Propuesta	66
8.2.1. Propuesta de trabajo	68
9. Bibliografía	69
A. Anexo	73
A.1. Antecedentes	73
A.1.1. Refrigerante	74
A.2. Metodología	76
A.2.1. Coeficiente de Fricción	76
A.3. Diseños de gran envergadura	76
A.4. Diámetro Económico	79
A.4.1. Pérdidas de Carga	79
A.4.2. Costos para el Cálculo del Diámetro Económico	82
A.5. Coeficiente de Rendimiento	88
A.5.1. Accesorios	88
A.5.2. Perdida de carga por accesorios	90
A.5.3. COP: 80 Paneles	92
A.5.4. COP: 120 Paneles	93
A.5.5. COP: 150 Paneles	95
A.5.6. COP: 200 Paneles	96
A.5.7. COP: 400 Paneles	98
A.6. Analisis	99
A.7. Curvas de Desempeño de Sistemas Comerciales	99