

INDICE

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.- Introducción.	12
1.1.- Antecedentes y motivación.....	13
1.2.- Definición del problema.	14
1.3.- Solución propuesta.	14
1.4.- Objetivos.....	15
1.4.1.- Objetivo general.	15
1.4.2.- Objetivos específicos.....	15
1.5.- Alcances.	15
1.6.- Alternativas metodológicas de solución.	16
1.7.- Resultados esperados.....	16
CAPITULO 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	17
2.- Fundamentos teóricos.....	18
2.1.- Energía solar.....	18
2.1.1.- Radiación solar.	19
2.1.3.- Disponibilidad de energía solar.....	22
2.1.3.1.- Disponibilidad de energía solar colectores planos.....	24
2.2.- Captación de energía solar.	25
2.2.1.- Colectores solares planos.	25
2.2.1.1.- Colectores planos protegidos.....	25
2.2.1.2.- Colectores planos no protegidos.....	26
2.3.- Dispositivos de almacenamiento de energía solar.	26
2.4.- Refrigeración mediante el ciclo de absorción.....	26
2.4.1.- Ciclos de refrigeración por absorción.....	27
2.4.1.1.- Ciclo de absorción amoníaco y agua.	27
2.4.1.2.- Ciclo de absorción bromuro de litio y agua.....	29
2.4.2.- Rendimiento del ciclo de absorción.....	29
2.4.3.- Características refrigerante – absorbente.	29

2.4.4.- Ventajas y desventajas de las sustancias en el sistema de absorción.....	30
2.5.- Fundamentos de termodinámica y transferencia de calor.	31
2.5.1.- Calor específico, variación de temperatura sin cambio de fase.	31
2.5.2.- Antecedentes generales de transferencia de calor.....	33
2.5.3.- Mecanismos de conducción.....	33
2.5.4.- Mecanismos de convección.....	34
2.5.5.- Mecanismos de radiación.	34
2.5.6.- Coeficiente global de transferencia de calor.....	35
CAPITULO 3 SITUACION ACTUAL	36
3.- Situación actual.....	37
3.1.- Descripción general de la Viña San Pedro Tarapacá (VSPT), planta Molina.	37
3.2.- Ámbito térmico de VSPT, planta Molina.....	37
3.2.1.- Sistema de refrigeración.....	38
3.2.2.- Sistema de agua fría.	40
3.2.3.- Sistema de agua – alcohol.	41
3.2.4.- Sistema agua fría bodega reserva.	41
3.2.5.- Sistema de aire acondicionado bodega barricas reserva.	42
CAPITULO 4 DESARROLLO DEL TEMA.....	43
4.- Desarrollo del tema.	44
4.1.- Equipo solar.	46
4.1.1.- Ubicación y dimensión de colección solar.....	46
4.1.2.- Área de los colectores solares instalados.	47
4.1.3.- Disposición solar en una placa inclinada fija instalada.	48
4.1.4.- Energía entregada por colectores solares.....	51
4.2.- Estanque térmico de alta temperatura.	51
4.2.1.- Características estanque térmico de alta temperatura.....	51
4.2.2.- Energía acumulada en estanque térmico de alta temperatura.....	52
4.2.3.- Energía térmica disponible dentro del estanque de agua caliente.	53

4.3.- Estanque Térmico de baja Temperatura.....	54
4.3.1.- Temperaturas del estanque de agua fría.....	55
4.4.- Equipo de absorción.....	61
4.4.1.- Definición de parámetros para la selección equipo de absorción.....	61
4.4.2.- Selección y características del equipo de absorción.....	61
4.4.3.- Energía de refrigeración proporcionada al estanque de agua fría.....	61
4.5.- Evaluación energía de refrigeración entregada.....	62
4.6.- Resumen datos obtenidos.....	63
4.7.- Costos asociados alternativa de solución seleccionada.....	64
4.7.1.- Costos de los equipos.....	65
4.7.2.- Costos de instalación de los equipos.....	66
4.7.3.- Costos de operación de los equipos.....	67
4.8.- Costos asociados situación actual.....	68
4.8.1.- Costos de operación de los equipos existentes.....	68
4.9.- Costos actualizados.....	68
CONCLUSIONES.....	71
REFERENCIAS.....	74
Referencias bibliográficas.....	75
Referencias electrónicas.....	75
ANEXOS.....	76
A. Cálculo de radiación solar proporcionado por los colectores solares instalados.....	77
B. Cálculo de caudal de agua utilizado en el circuito de colectores solares.....	81
C. Cálculo de pérdidas de calor por tuberías del circuito de los colectores solares.....	83
C.1 Cálculo coeficiente pelicular convectivo interior tubería, circuito de colectores solares.....	84
C.2. Cálculo coeficiente pelicular convectivo exterior tubería, circuito de colectores solares.....	86
D. Cálculo de pérdida de energía al interior del estanque de alta temperatura.....	89
D.1. Cálculo de coeficiente pelicular convectivo al interior del estanque de alta temperatura.....	89
D.2. Cálculo de coeficiente pelicular convectivo al exterior del estanque de alta temperatura.....	90

E. Cálculo de energía total en el estanque de alta temperatura.	93
F. Cálculo de energía total disponible en el estanque de alta temperatura.	94
G. Cálculo de energía frigorífica entregada por el equipo de absorción seleccionado.	96
H. Cálculo caudal agua caliente necesaria para alimentar el equipo de absorción.	97
I. Cálculo caudal agua fría del equipo de absorción al estanque.	99
J. Evaluación de la energía de refrigeración del equipo de absorción seleccionado.	101
K. Cálculo de evaluación de pérdidas de carga y altura de la bomba de impulsión al equipo de absorción.	102
L. Cálculo de evaluación de pérdidas de carga y altura de la bomba de impulsión al estanque de agua fría.	103
M. Costos de red de tuberías.	104
N. Cálculo de costos actualizados.	105
N.1. Calculo de costos actualizados de la alternativa de solución.	105
N.2. Calculo de costos actualizados de situación actual.	107
O. Bombas de impulsión Vogt.	109
P. Equipo de absorción seleccionado.	111

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Espectro de radiación solar. [6].....	20
Figura 2: Radiación solar promedio anual en el mundo. [2].....	21
Figura 3: Representación de ángulos de referencia solar. [1].....	22
Figura 4: Ciclo de absorción a funcionamiento continuo. [8].....	28
Figura 5: Pared sólida con un área transversal al flujo de calor.....	33
Figura 6: fluido viscoso escurre por sobre un cuerpo sólido a una diferente temperatura.	34
Figura 7: Diagrama Sistema de Refrigeración Planta Molina.	39
Figura 8: Esquema metodológico para desarrollo del tema.....	45
Figura 9: Vista satelital de la ubicación y área ocupada por los colectores solares. [10].....	46
Figura 10: Colectores solares planos inclinado instalados en la VSPT, planta Molina.	47
Figura 11: 115 colectores solares planos instalados.....	48
Figura 12: Estanque térmico de alta temperatura 10 m ³	52
Figura 13: Estanque del sistema de agua Fría.....	55
Figura 14: Diagrama del sistema de refrigeración de agua fría.	60
Figura 15: Esquema de los circuitos de agua caliente y fría.....	63
Figura 16: Esquema incorporación del equipo de absorción al sistema de refrigeración.	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades de refrigerantes y absorbentes. [8]	30
Tabla 2: Ventajas y desventajas de las sustancias en sistemas de absorción. [8]	30
Tabla 3: Datos Colector solar plano inclinado.	48
Tabla 4: Datos para obtención energía solar placa plana inclinada	49
Tabla 5: Promedio mensual de radiación solar en la región del Maule, primer semestre.	49
Tabla 6: Promedio mensual de radiación solar en la región del Maule, segundo semestre.....	49
Tabla 7: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de marzo 2011.....	56
Tabla 8: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de abril 2011.....	56
Tabla 9: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de mayo 2011.....	56
Tabla 10: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de septiembre 2011. ...	57
Tabla 11: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de octubre 2011.....	57
Tabla 12: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de noviembre 2011.	57
Tabla 13: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de diciembre 2011.....	57
Tabla 14: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de enero 2012.....	58
Tabla 15: Temperaturas registradas en el estanque de agua fría, mes de febrero 2012.....	58
Tabla 16: promedio mensual de las temperaturas registradas en el estanque de agua fría.	58
Tabla 17: Resumen temperatura y caudal de los circuitos analizados.....	64
Tabla 18: Equipo de absorción seleccionado.....	65
Tabla 19: Valores de los tributos aduaneros.....	65
Tabla 20: Costos bombas impulsión seleccionadas.....	66
Tabla 21: Costos de instalación de equipos.....	66
Tabla 22: Costo de energía eléctrica mensual del equipo de absorción	67
Tabla 23: Costo de energía eléctrica para las bombas seleccionadas.....	67
Tabla 24: costos totales de la alternativa de solución.	68

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Promedio radiación solar diaria en kW/m ²	50
---	----