

## Índice De Contenidos

Resumen Ejecutivo .....	2
Introducción.....	8
DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.1 Lugar de Aplicación .....	10
1.1.1 Visión .....	11
1.1.2 Misión.....	11
1.1.3 Filosofía.....	11
1.1.4 Valores.....	12
1.2 Sistema de gestión integrado. ....	12
1.2.1 Política de Inocuidad, calidad y medioambiente. ....	13
1.3 Sistema Solar Térmico Instalado .....	14
1.4 Planteamiento del problema .....	15
1.5 Objetivo General.....	15
1.6 Objetivos Específicos .....	16
1.7 Justificación .....	16
1.8 Alcance.....	17
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 El sol, fuente de radiación.....	19
2.1.1 Nivel de radiación del sol .....	20
2.1.2 Constante Solar. ....	20
2.1.3 Influencia de la latitud y las estaciones del año. ....	21
2.1.4 Radiación disponible en la tierra. ....	23
2.1.5 Radiación Global.....	23
2.1.6 Irradiación. ....	24
2.2 Sistema Solar Térmico.....	25
2.2.1 Descripción de un Sistema Solar Térmico. ....	25
2.2.2 Parámetros fundamentales de los sistemas de colectores. ....	28
2.2.3 Eficiencia del colector.....	29
2.2.4 Potencia del colector.....	33
2.2.5 Rendimiento del colector.....	33
2.2.6 Cobertura Solar.....	35
2.2.7 Temperatura de estancamiento .....	36
2.3 Colectores.....	37
2.3.1 Construcción y Funcionamiento .....	39
2.3.2 Áreas del colector .....	40
2.3.3 Instalación en cubierta plana.....	42
METODOLOGÍA.....	44
3.1 Determinación y justificación de la Metodología .....	45
3.1.1 Diagrama Causa-Efecto para el SST .....	45
3.2 Diagnóstico del SST .....	46
3.2.1 Descripción del Sistema Solar Térmico.....	46
3.2.2 Descripción de los colectores instalados.....	48

3.2.3	Consumo de Vapor Planta 2 .....	49
3.3	Cálculo del consumo de vapor en el SST.....	52
3.3.1	Metodología y resultados del Cálculo de Vapor .....	53
3.4	Aporte y ahorro de vapor.....	56
3.5	Rendimiento global del sistema .....	58
Especificaciones y características de Diseño .....		62
4.1	Criterios generales de diseño .....	63
4.1.1	Sistema de captación.....	63
4.2	Sistema de acumulación.....	63
4.2.1	Dimensionado .....	63
4.2.2	Análisis de los acumuladores.....	65
4.3	Caudales de los circuitos.....	67
4.3.1	Caudal del Circuito Primario.....	67
4.3.2	Circuito Secundario .....	68
4.3.3	Circuito de consumo .....	69
4.3.4	Análisis de los caudales del sistema .....	69
4.4	Dimensión de Cañerías .....	69
4.4.1	Cálculo de diámetros de cañerías y pérdidas de carga.....	69
4.5	Equipo de llenado .....	71
4.6	Protección frente a altas temperaturas .....	71
4.6.1	Sistemas de evacuación de calor.....	72
4.6.2	Análisis contra alzas de temperatura .....	73
4.7	Protección contra heladas .....	73
4.7.1	Aislación de la red hidráulica.....	74
4.7.2	Análisis de aislamiento en tuberías.....	76
4.8	Sistema de apoyo .....	76
4.8.1	Sistemas de monitorización .....	77
4.9	Parámetros de diseño del sistema de captación .....	78
4.9.1	Distancia mínima entre colectores.....	78
4.9.2	Inclinación de los colectores .....	79
4.10	Conclusiones del capítulo presente.....	80
Mejoras y/o alternativas al SST .....		81
5.1	Mejoras al sistema solar térmico .....	82
5.2	Aislación de Tuberías.....	82
5.2.1	Descripción del producto de aislación .....	84
5.3	Cambio de Válvula y sensor de monitoreo .....	84
5.3.1	Mejora de Válvula inyectora de vapor .....	85
5.3.2	Válvula solenoide servoaccionada .....	87
5.3.3	Elección de válvula .....	87
5.4	Posicionamiento de sensor de temperatura.....	89
5.5	Alternativa disminución de espacio físico a largo plazo.....	91
5.6	Evaluación económica de las propuestas.....	92
5.6.1	Beneficio Cambio de Válvula .....	92
5.6.2	Beneficio de Aislación de tuberías .....	96

Conclusión.....	100
Referencias .....	102
Anexos .....	103
ANEXO 1: .....	104
ANEXO 2: .....	105
ANEXO 3: .....	106

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Logo Productos Fernández S.A .....	10
Ilustración 2: Sistema De Gestión Integral. ....	13
Ilustración 3: Distribución espectral de la radiación solar e infrarroja.....	19
Ilustración 4: Relación del Sol con la Tierra. ....	21
Ilustración 5: Movimiento de la Tierra alrededor del Sol.....	21
Ilustración 6: Trayectoria del Sol. ....	22
Ilustración 7: Influencia atmosférica. ....	23
Ilustración 8: Esquema genérico de un Sistema solar térmico. ....	26
Ilustración 9: Esquema de los distintos circuitos del SST.....	27
Ilustración 10: Sistema de colector simple (imagen demostrativa). ....	28
Ilustración 11: Incidencia de la radiación en un colector. ....	30
Ilustración 12: Curvas características de eficiencia de un colector. ....	32
Ilustración 13: Rendimiento con respecto a la Inclinación del Colector. ....	34
Ilustración 14: Colector Tubo al vacío de calor (Heat-Pipe). ....	38
Ilustración 15: Colector tipo tubo al vacío en U (U-Tube).....	39
Ilustración 16: Colector tipo tubos al vacío. ....	40
Ilustración 17: Designación de área para colectores de tubos al vacío .....	41
Ilustración 18: Parámetros para el cálculo de la distancia mínima entre colectores. .	43
Ilustración 19: Diagrama Causa Efecto .....	45
Ilustración 20: Instalación Paneles Solares en Productos Fernández S.A .....	47
Ilustración 21: Diagrama Simple de los flujos del SST. ....	48
Ilustración 22: Diagrama Simple del Boiler.....	52
Ilustración 23: Válvula Termostática.....	53
Ilustración 24: Rendimiento de un SST debido al volumen de acumulación. ....	64
Ilustración 25: Diagrama de un SST indicando los puntos de monitoreo. ....	78
Ilustración 26: Pérdidas Térmicas en Tuberías de Cobre Con aislación de 40 mm. .	84
Ilustración 27: Diagrama del SST con sus registros promedios de temperatura. ....	86
Ilustración 28: válvula seleccionada es de tipo solenoide servoaccionada. ....	88
Ilustración 29: Conexión en software SITRAD. ....	89
Ilustración 30: Diagrama Alternativa Espacio Físico. ....	92
Ilustración 31: Flujo incremental para el cambio de válvula .....	96
Ilustración 32: Flujo incremental para la aislación de tuberías .....	99
Ilustración 34: Radiación en algunas ciudades de Chile. ....	104
Ilustración 35: Radiación Solar en $Mj/m^2$ . ....	105
Ilustración 36: Temperatura Ambiente Media Mensual y Media Anual [°C] .....	106

## Índice de Tablas

Tabla 1: Características y parámetros de los distintos tipos de colectores. ....	31
Tabla 2: Descripción de los colectores instalados. ....	49
Tabla 3: Flujo de vapor mensual utilizado actualmente. ....	55
Tabla 4: Flujo de Vapor utilizado Sin un SST (2008). ....	57
Tabla 5: Pérdidas Térmicas en tuberías de cobre. ....	83
Tabla 6: Variación de Temperaturas debido a los registros del sensor. ....	90
Tabla 7: Flujo de Vapor y diferencia de Temperaturas Actuales. ....	93
Tabla 8: Gastos de Petróleo Actuales. ....	94
Tabla 9: Gastos de Petróleo Con la válvula servoaccionada implementada. ....	95
Tabla 10: Gastos de petróleo si se aíslan cañerías. ....	98

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Consumo de ACS 2011-2012. ....	50
Gráfico 2: Comportamiento del Consumo de ACS en Planta 2. ....	51
Gráfico 3: Consumo de Vapor para ACS v/s Vapor Total. ....	56
Gráfico 4: Rendimiento de los colectores solares: Mensual y Captación global. ....	61
Gráfico 5: Consumo Promedio diario de ACS. ....	66
Gráfico 6: Variación de Temperaturas con el sensor modificado de posición. ....	91