

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Objetivo General de la Memoria	3
1.3	Objetivos Específicos	3
1.4	Justificación	3
1.5	Alcances	5
1.6	Metodología Resumida	6
1.6.1	Seleccionar la tecnología a utilizar	6
1.6.2	Determinar Condiciones Legales y Técnicas	6
1.6.3	Determinar el emplazamiento de la central	7
1.7	Área de investigación	7
1.8	Área de estudio	7
1.9	Otros interesados	7
CAPÍTULO 2	MARCO TEÓRICO	8
2.1	El Recurso Solar	9
2.2	Tecnologías existentes en el mundo	11
2.2.1	Colectores no Concentradores	13
2.2.1.1	Colectores Planos	13
2.2.1.2	Colectores Parabólicos Compuestos	13
2.2.1.3	Tubo Evacuado	14
2.2.2	Colectores Concentradores	16
2.2.2.1	Concentradores Parabólicos (PTC)	17
2.2.2.2	Reflectores Lineales Fresnel (LFR)	18
2.2.2.3	Torre Concentradora Solar con Helióstato (HFC)	20
2.2.2.4	Concentrador Solar Stirling (PDR)	20
2.2.2.5	Torres de Calor	21
2.3	Almacenaje Térmico	22
CAPÍTULO 3	CONDICIONES LEGALES Y TÉCNICAS	24
3.1	Condiciones Legales de la Energía Eléctrica en Chile	25
3.1.1	Ley Corta I (19.940)	26
3.1.2	Ley Corta II (20.018)	26
3.1.3	Ley ERNC (20.257)	27

3.2	Componentes del Mercado Eléctrico Chileno.....	29
3.3	Estudios de Radiación Solar en Chile	31
CAPÍTULO 4 SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS		34
4.1	Selección de Posibles Emplazamientos.....	35
4.2	Puntos de Conexión al Sistema y Distancias de Transmisión.....	39
4.3	Costos de Inversión y Parámetros de la Evaluación económica	41
4.4	Costos de Operación y Mantenimiento Anual	46
4.5	Cálculo de los Ingresos Generados	47
4.5.1	Ingresos por Venta de Energía	48
4.5.2	Ingresos por Venta de Potencia.....	49
4.5.3	Ingresos por Venta de Bonos de Carbono	50
4.5.3.1	Estimación de las Reducciones de CO ₂	51
4.6	Razón Ingreso/Inversión	55
CAPÍTULO 5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		59
5.1	Indicadores Económicos	60
5.2	Escenarios	61
5.3	Análisis de Sensibilidad	71
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES		73
6.1	Conclusiones y Comentarios.....	74
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS		76
ANEXOS.....		80
ANEXO 1	Flujo de Caja proyectado del cuadrante F35 para el escenario actual.....	81
ANEXO 2	Flujo de Caja proyectado del cuadrante F35 para el escenario actual, con apalancamiento de 31%.....	82
ANEXO 3	Cálculo de la Rentabilidad del Mercado (R_M) utilizada en el modelo CAPM	83
ANEXO 4	Depreciaciones	84
ANEXO 5	Superficie seleccionada para el cuadrante F35.....	85
ANEXO 6	Cálculos Asociados al Préstamo.....	87
ANEXO 7	Cálculo de Precio nudo por Potencia para el SING	88

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: Mapa mundial de energía radiante en la superficie terrestre	4
Figura 2: Evolución del coste energético para diferentes tecnologías	5

CAPÍTULO 2

Figura 3: Radiación solar incidente en la tierra y su distribución	10
Figura 4: Formas de aprovechamiento de la Radiación solar.....	10
Figura 5: Diagrama esquemático de un colector parabólico compuesto.....	13
Figura 6: Módulo de un colector CPC	14
Figura 7: Esquema de un tubo evacuado.....	15
Figura 8: Eficiencia de un receptor solar versus la Temperatura absoluta versus el factor de concentración	16
Figura 9: Reflector parabólico en posición para limpieza perteneciente a Abengoa	18
Figura 10: Comparación entre un lente del tipo Fresnel y uno convencional	18
Figura 11: Lente Fresnel utilizado como colector.....	19
Figura 12: Reflectores lineales Fresnel de Ausra en California	19
Figura 13: Planta Solar two - EEUU	20
Figura 14: Concentrador solar en el sur de Italia	21

CAPÍTULO 3

Figura 15: Esquema de una torre solar. Se aprecia también el sistema de almacenamiento.....	22
Figura 16: Cronología de la regulación del sector eléctrico.....	25
Figura 17: Capacidad instalada por sistema eléctrico en Chile en el 2008	30
Figura 18: Esquema del transmisión eléctrico Chileno.....	31
Figura 19: Promedio de Radiación en plano horizontal en Chile por distribución antigua de Regiones.....	32
Figura 20: Promedio de Radiación Global Horizontal a nivel suelo en el norte grande de Chile para el periodo de 2006.....	33

CAPÍTULO 4

Figura 21: Mapa Satelital del Norte Grande de Chile	37
Figura 22: Diagrama del globo terrestre	40
Figura 23: Principales costos para una central de colectores Parabólicos.....	41
Figura 24: Eficiencia de expansión de turbina y eficiencia neta del ciclo térmico	42
Figura 25: Modelo descriptor del costo del bloque de potencia según tamaño de planta	44
Figura 26: Modelo descriptor del costo del Intercambiador de calor según tamaño de planta	44
Figura 27: Modelo descriptor del costo de Estructuras, obras y otros según tamaño de planta.....	45
Figura 28: Modelo descriptor del costo del Almacenaje térmico según tamaño de planta	45
Figura 29: Costo marginal promedio diario para Abril 2011 en el SING	49

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1: Potenciales Brutos, Estimación al 2025	4
---	---

CAPÍTULO 2

Tabla 2: Ventas y desventajas de sistemas líquidos y aire	11
---	----

Tabla 3: Tipo de colectores solares termales.....	12
---	----

CAPÍTULO 4

Tabla 4: Denominación utilizada de los cuadrantes a evaluar	36
---	----

Tabla 5: Cuantía de Radiación Global Horizontal por cuadrante [kWh/m ² al día]	38
---	----

Tabla 6: Puntos de Conexión seleccionados	39
---	----

Tabla 7: Costos de una central termo solar que dependen de la superficie a instalar	43
---	----

Tabla 8: Costos de una central termosolar que dependen de la potencia a instalar.....	43
---	----

Tabla 9: Proyecciones de Eficiencia Anual de Conversión de Energía Solar a Eléctrica	47
--	----

Tabla 10: Valor promedio del Precio Spot en el SING	48
---	----

Tabla 11: Toneladas emitidas de CO2 por tipo de combustible y su participación en el SING	53
---	----

Tabla 12: Calculo del Factor Operacional de Emisiones para el SING	53
--	----

Tabla 13: Últimas 5 centrales conectadas al SING	54
--	----

Tabla 14: Cálculo del Factor de Emisión de Construcción del SING.....	54
---	----

Tabla 15: Centrales a evaluar por cuadrante de estudio	55
--	----

CAPÍTULO 5

Tabla 16: Valores de VAN y TIR para los escenarios evaluados para cada cuadrante.....	62
---	----

Tabla 17: Cuadrantes con mejores rendimientos de VAN y TIR para el escenario 2.....	65
---	----

Tabla 18: Valores obtenidos de VAN y TIR para cada cuadrante considerando 31% de apalancamiento.....	66
--	----

Tabla 19: Cuadrantes con mejores rendimientos de VAN y TIR para el escenario 2 apalancado	70
--	----

Tabla 20: Cuadrantes con mejores rendimientos de VAN y TIR para el escenario 1	71
--	----

Tabla 21: Análisis de sensibilidad promedio de los cuadrantes evaluados	72
---	----

Tabla 22: Análisis de sensibilidad para el cuadrante F35	72
--	----

ANEXO 3

Tabla 23: Valores Anuales del IGPA	83
--	----

ANEXO 4

Tabla 24: Depreciaciones anuales para los elementos de la planta, valorizados para el cuadrante F35	84
---	----

ANEXO 5

Tabla 25: Cálculo de optimalidad para el cuadrante F35	85
--	----

ANEXO 6

Tabla 26: Cálculo de intereses y amortizaciones anuales	87
---	----

ANEXO 7

Tabla 27: Precio nudo por Potencia de cada punto de conexión para el SING	88
---	----