

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.2.1. Objetivo General . . . . .	2
1.2.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.3. Alcances . . . . .	2
1.4. Antecedentes . . . . .	3
1.4.1. Energía Solar de Concentración . . . . .	3
1.4.1.1. Desarrollo de CSP en Chile . . . . .	5
1.4.1.2. Torre Solar . . . . .	5
1.4.2. Energía a Gas . . . . .	8
1.4.2.1. Desarrollo de Energía a Gas en Chile . . . . .	10
1.4.3. Hibridación de CSP con gas . . . . .	10
1.4.3.1. Ciclo Combinado Solar Integrado . . . . .	10
1.4.3.2. Gas + Torre Solar . . . . .	11
1.4.3.3. HYSOL . . . . .	12
1.5. Configuración seleccionada . . . . .	13
1.5.1. Revisión de literatura . . . . .	14
<b>2. Metodología</b>	<b>16</b>
2.1. Selección de ubicaciones . . . . .	17
2.1.1. Disponibilidad del recurso solar . . . . .	17
2.1.2. Atenuación atmosférica . . . . .	18
2.1.3. Infraestructura existente . . . . .	18
2.1.4. Polos de desarrollo . . . . .	20
2.1.5. Demanda local existente . . . . .	20
2.1.6. Ubicaciones seleccionadas . . . . .	22
2.2. Modelo para simulaciones de generación de energía . . . . .	23
2.2.1. Campo Solar . . . . .	24
2.2.2. Ciclo Brayton . . . . .	26
2.2.2.1. Brayton en 50 [MW] de potencia . . . . .	27
2.2.2.2. Brayton funcionando a menos potencia de la nominal . . . . .	33
2.2.3. Ciclo Rankine . . . . .	34
2.2.3.1. Rankine en 110 [MW] de potencia . . . . .	35
2.2.3.2. Rankine funcionando a menos potencia de la nominal . . . . .	39
2.2.4. Simulación de generación de energía Ciclo HYSOL . . . . .	39
2.2.4.1. Operación rápida . . . . .	41

2.2.4.2.	Operación paulatina . . . . .	48
2.3.	Cálculo de emisiones de $CO_2$ . . . . .	69
2.4.	Factor económico . . . . .	70
2.4.1.	Transmisión . . . . .	71
2.4.1.1.	Subestación . . . . .	71
2.4.1.2.	Líneas de transmisión . . . . .	72
2.4.2.	Central de Ciclo Abierto a Gas . . . . .	74
2.4.2.1.	Costos planta de Ciclo Abierto . . . . .	74
2.4.2.2.	Generación de energía planta de Ciclo Abierto . . . . .	78
2.4.3.	Central de Torre Solar . . . . .	79
2.4.3.1.	Costos plantas de Torre Solar . . . . .	79
2.4.3.2.	Generación de energía . . . . .	83
2.4.4.	Central HYSOL . . . . .	83
2.4.4.1.	Costos . . . . .	84
2.4.4.2.	Generación de energía . . . . .	84
<b>3.</b>	<b>Resultados y discusiones</b>	<b>86</b>
3.1.	Modelo para simulaciones de generación de energía . . . . .	86
3.1.1.	Campo Solar . . . . .	86
3.1.2.	Ciclo Brayton . . . . .	88
3.1.3.	Ciclo Rankine . . . . .	89
3.2.	Simulaciones de generación . . . . .	89
3.2.1.	Ciclo Brayton . . . . .	90
3.2.2.	Ciclo Rankine . . . . .	93
3.2.3.	HYSOL . . . . .	97
3.3.	Emisiones de $CO_2$ . . . . .	102
3.4.	Factor económico . . . . .	103
3.4.1.	Planta de Ciclo Abierto a Gas . . . . .	103
3.4.2.	Planta de Torre Solar . . . . .	104
3.4.3.	Planta HYSOL . . . . .	106
<b>4.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>109</b>
4.1.	Trabajos propuestos . . . . .	110
	<b>Bibliografía</b>	<b>113</b>
	<b>Anexos</b>	<b>118</b>
A.	Modelo de ciclos termodinámicos . . . . .	118
A.1.	Ciclo Brayton . . . . .	118
A.2.	Ciclo Rankine . . . . .	119
B.	Cálculos de LCOE . . . . .	120
B.1.	Costos de Ciclo Abierto a gas . . . . .	120
B.2.	LCOE de Ciclo Abierto a gas . . . . .	122
B.3.	LCOE de Torre Solar . . . . .	123
B.4.	LCOE de HYSOL . . . . .	124
C.	Código EES . . . . .	126
C.1.	Modelo Ciclo Brayton . . . . .	126
C.2.	Modelo Ciclo Rankine . . . . .	128

C.3.	Simulación de generación, operación rápida . . . . .	131
C.4.	Simulación de generación, operación paulatina . . . . .	137