

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2. ALCANCES.....	3
2. METODOLOGÍA.....	4
3. ANTECEDENTES.....	9
3.1. ENERGIA SOLAR.....	9
3.1.1. CONSTANTE SOLAR	10
3.1.2. RADIACIÓN SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA	10
3.1.3. DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR	11
3.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	12
3.2.1. CONSIDERACIONES Y REQUISITOS DE UNA PLANTA SOLAR TÉRMICA	13
3.2.2. TIPOS DE PLANTAS TÉRMICAS DE CONCENTRACIÓN.....	13
3.2.3. PLANTA DE COLECTORES CILINDRO-PARABÓLICOS	17
3.2.4. PLANTA DE TORRE CENTRAL.....	27
3.2.5. CONSIDERACIONES DE CENTRALES SOLARES TÉRMICAS EN CHILE	40
3.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	40
3.3. ESTUDIO TERRITORIAL DE LAS REGIONES DE ANTOFAGASTA, ATACAMA Y COQUIMBO.....	42
3.3.1. REGIÓN DE ANTOFAGASTA.....	42
3.3.2. REGIÓN DE ATACAMA	49
3.3.3. REGIÓN DE COQUIMBO.....	54
3.4. ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN CHILE.....	61
3.5. ANTECEDENTES DE ERNC EN CHILE.....	63
3.5.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN CHILE.....	64
4. RESULTADOS	67

4.1.	CÁLCULOS PREVIOS.....	67
4.2.	PRESELECCIÓN DE LOCALIDADES	83
4.2.1.	RECURSO SOLAR.....	83
4.2.2.	RELIEVE	92
4.2.3.	HIDROGRAFÍA.....	130
4.2.4.	VIALIDAD	149
4.2.5.	POBLACIÓN RURAL Y URBANA	161
4.2.6.	PLAN REGULADOR.....	163
4.2.7.	REDES ENERGÉTICAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	167
4.2.8.	POTENCIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES ..	175
4.3.	SELECCIÓN DE LOCALIDADES	181
4.3.1.	FACTORES QUE INCIDEN EN LA RADIACIÓN SOLAR	183
4.3.2.	CAUDAL DE CUENCAS.....	192
4.4.	SELECCIÓN DE TIPO DE PLANTA SOLAR TÉRMICA	196
4.5.	SELECCIÓN ENERGÍA DE RESPALDO	201
4.6.	CÁLCULO DE LA PLANTA SOLAR TÉRMICA TIPO TORRE	202
4.6.1.	SELECCIÓN HELIÓSTATO	202
4.6.2.	CÁLCULO BLOQUE DE POTENCIA.....	203
4.6.3.	CÁLCULO DE RECEPTOR.....	206
4.6.4.	CÁLCULO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	207
4.6.5.	CONFIGURACIÓN CAMPO SOLAR	208
5.	DISCUSIÓN.....	229
6.	CONCLUSIONES	231
	BIBLIOGRAFÍA	232
	ANEXOS	234

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Cuadro comparativo de colectores solares para Energía Solar Térmica.....	15
Tabla 3.2 Factores que influyen en colectores solares según tipo de tecnología	16
Tabla 3.3 Distribución política-administrativa de la región de Antofagasta	43
Tabla 3.4 Cuencas y cauces de la Región de Antofagasta	46
Tabla 3.5 Distribución de habitantes de la Región de Antofagasta	48
Tabla 3.6 Asentamientos humanos en la Región de Antofagasta	49
Tabla 3.7 División Política-Administrativa de la Región de Atacama	49
Tabla 3.8 Población que reside en la Región de Atacama según Censo 2012	53
Tabla 3.9 Población rural en la Región de Atacama	54
Tabla 3.10 División Político-Administrativa de la Cuarta Región.....	55
Tabla 3.11 Superficie y caudal de cuencas en la Región de Coquimbo.....	58
Tabla 3.12 Estado de desertificación de la región de Coquimbo	59
Tabla 3.13 Cantidad de habitantes en la Región de Coquimbo según Censo 2012	60
Tabla 3.14 Distribución de la población en la Región de Coquimbo	61
Tabla 3.15 Potencia instalada en Chile hasta diciembre de 2015	62
Tabla 3.16 Capacidad instalada en Chile de las fuentes energéticas usadas en SIC hasta diciembre de 2015.....	62
Tabla 3.17 Capacidad instalada en Chile de las fuentes energéticas usadas en SING hasta diciembre de 2015	63
Tabla 3.18 Proyectos en construcción en ERNC hasta enero de 2016.....	66
Tabla 4.1 Datos de plantas CSP en el Mundo con potencias entre 20 a 50 [MW]	69
Tabla 4.2 Cálculo de área de campo de colectores y de la planta por Megawatt para central CSP	78
Tabla 4.3 Estimación de área de campo de colectores y de planta para central tipo CSP de 25 [MW]	79
Tabla 4.4 Datos de centrales tipo torre en el Mundo con potencias entre 20 a 50 [MW]	80
Tabla 4.5 Cálculo de área de campo de helióstatos y de la planta por Megawatt para central tipo torre	82
Tabla 4.6 Estimación de área de campo de helióstatos y de planta para central tipo torre de 25 [MW].....	82
Tabla 4.7 Resumen estimación de áreas para planta de 25 [MW]	82
Tabla 4.8 Cuadro resumen de las localidades con mayor radiación de la Región de Antofagasta	86
Tabla 4.9 Cuadro resumen de las localidades con mayor radiación de la Región de Atacama	88
Tabla 4.10 Cuadro resumen de las localidades con mayor radiación de la Región de Coquimbo	91
Tabla 4.11 Resumen de elevaciones por perfil de localidades seleccionadas de la Región de Antofagasta	102
Tabla 4.12 Resumen de elevaciones por perfil de localidades seleccionadas de la Región de Atacama	115
Tabla 4.13 Resumen de elevaciones por perfil de localidades seleccionadas de la Región de Coquimbo	129

Tabla 4.14 Resumen cuencas hidrográficas localidades de Región de Antofagasta ...	134
A continuación se presenta una tabla con el resumen de los datos para las cuencas de la región de Atacama (ver Tabla 4.15). A partir de esto se ve que las localidades del Salvador y Laguna de Colorados no cuentan con el recurso de agua cercano para abastecer por lo menos de limpieza de espejos de una planta termosolar. Por el contrario, las Tazas y Catorcemil se ven favorecidas por poseer amplia y próxima superficie con recurso de agua.	
Tabla 4.16 Resumen cuencas hidrográficas localidades de Región de Atacama	144
Tabla 4.17 Resumen cuencas hidrográficas localidades de Región de Coquimbo	149
Tabla 4.18 Red vial Región Antofagasta	153
Tabla 4.19 Resumen Red vial Región Atacama.....	159
Tabla 4.20 Red Vial Cuarta Región.....	161
Tabla 4.21 Localidades cercanas a las localidades estudiadas de la Región de Antofagasta.....	161
Tabla 4.22 Localidades cercanas a las localidades estudiadas de la Región de Atacama	162
Tabla 4.23 Localidades cercanas a las localidades estudiadas de la Región de Coquimbo	162
Tabla 4.24 Resumen Líneas de transmisión Región Antofagasta.....	169
Tabla 4.25 Resumen Línea de transmisión Región Atacama	172
Tabla 4.26 Líneas de Transmisión Región de Coquimbo.....	175
Tabla 4.27 Potencial eólico localidades de Región de Antofagasta	177
Tabla 4.28 Potencial eólico localidades de Región de Atacama	179
Tabla 4.29 Potencial eólico localidades de Región de Coquimbo.....	181
Tabla 4.30 Puntaje de localidades preseleccionadas.....	182
Tabla 4.31 Radiación promedio mensual en el plano horizontal	185
Tabla 4.32 Radiación promedio por hora	185
Tabla 4.33 Nubosidad promedio mensual.....	186
Tabla 4.34 Nubosidad promedio por hora	187
Tabla 4.35 Ciclo diario de sombra por hora	188
Tabla 4.36 Promedio mensual de temperatura	189
Tabla 4.37 Promedio por hora de temperaturas.....	189
Tabla 4.38 Velocidad promedio del viento mensual.....	190
Tabla 4.39 Velocidad del viento promedio por hora	191
Tabla 4.40 Caudales de cuencas en las localidades de la Región de Antofagasta.....	193
Tabla 4.41 Caudales de cuencas en las localidades de la Región de Atacama.....	194
Tabla 4.42 Caudales de cuencas en las localidades de la Región de Coquimbo	195
Tabla 4.43 Selección de planta para cada localidad	196
Tabla 4.44 Datos de centrales tipo Torre Central en construcción y en espera de ejecución	200
Tabla 4.45 Energía de respaldo para cada localidad	201
Tabla 4.46 Datos helióstato seleccionado.....	202
Tabla 4.47 Rendimiento de equipos y máquinas.....	204
Tabla 4.48 Cálculo bloque de potencia	204

Tabla 4.49 Valores de trabajo, potencia, rendimiento y flujo de calor para el bloque de potencia.....	205
Tabla 4.50 Cálculo de aerocondensador.....	206
Tabla 4.51 Cálculo del receptor de la central	206
Tabla 4.52 Cálculo de tanque de sales fundidas.....	207
Tabla 4.53 Número de día y día promedio recomendado por mes	211
Tabla 4.54 Cálculo de ángulos para cada localidad	215
Tabla 4.55 Pérdidas entre helióstatos y receptor	216
Tabla 4.56 Cálculo de parámetros de campo de helióstatos comunes para todas las localidades	216
Tabla 4.57 Cálculo de la central para Virginia	217
Tabla 4.58 Cálculo de helióstatos y área de campo solar para Virginia	219
Tabla 4.59 Cálculo de la central para Ollagüe.....	220
Tabla 4.60 Cálculo de helióstatos y área de campo solar para Ollagüe.....	221
Tabla 4.61 Cálculo de la central para Las Tazas	222
Tabla 4.62 Cálculo de helióstatos y área de campo solar para Las Tazas	223
Tabla 4.63 Cálculo de la central para Catorcemil.....	224
Tabla 4.64 Cálculo de helióstatos y área de campo solar para Catorcemil	225
Tabla 4.65 Cálculo de la central para San Julián	226
Tabla 4.66 Cálculo de helióstatos y área de campo solar para San Julián	227
Tabla 4.67 Resumen de dimensiones de campo solar para cada localidad.....	228

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Visualización del Explorador Solar	5
Figura 2.2 Ejemplo de estudio de relieve para la localidad de San Julián.....	5
Figura 2.3 Visualización de explorador en línea del Geoportal de Chile	6
Figura 2.4 Visualización de explorador en línea del Inventario de Cuencas Hidrográficas	6
Figura 2.5 Esquema de cuencas.....	7
Figura 3.1 Energía solar incidente sobre la tierra.....	9
Figura 3.2 Esquema de selección de tecnología.....	14
Figura 3.3 Esquema de un colector cilindro parabólico.....	18
Figura 3.4 Esquema de central solar de colectores cilindro-parabólicos.....	18
Figura 3.5 Configuración colectores cilindro-parabólicos	25
Figura 3.6 Planta termosolar Manchasol.....	26
Figura 3.7 Planta termosolar Nevada Solar One.....	27
Figura 3.8 Esquema Central solar Torre central.....	28
Figura 3.9 Esquema de funcionamiento de planta termosolar Torre Central	29
Figura 3.10 Partes de un heliostato.....	31
Figura 3.11 Configuración campo solar planta torre central (a) Campo Norte y (b) Campo Circular.....	32
Figura 3.12 Campo de heliostatos de planta Gemasolar	33
Figura 3.13 Receptor de cavidad de central PS10	34
Figura 3.14 Receptor externo cilíndrico de central Gemasolar.....	34
Figura 3.15 Tipos de receptores.....	34
Figura 3.16 Receptor volumétrico	35
Figura 3.17 Ciclo de Rankine con Recalentamiento.....	37
Figura 3.18 Tanques de almacenamiento de Central Gemasolar	38
Figura 3.19 Planta termosolar Gemasolar.....	39
Figura 3.20 Planta termosolar PS20 (en el fondo planta PS10)	40
Figura 3.21 Mapa de división político-administrativa de la región de Antofagasta (20°56' y 26°05' de latitud sur y desde los 67°00' longitud oeste)	44
Figura 3.22 Relieve sección transversal de la Región de Antofagasta.....	45
Figura 3.23 Mapa división Político-Administrativa de la Región de Atacama (coordenadas 25°17' y 29°30' de latitud sur y desde los 68°17' longitud oeste hacia el Pacífico)	51
Figura 3.24 Relieve sección transversal de la Región de Atacama.....	52
Figura 3.25 Mapa División Político-Administrativa de la Región de Coquimbo (29°20' y 32°15' de latitud sur y desde el meridiano 69°49' de longitud oeste)	56
Figura 3.26 Relieve de la Región de Coquimbo	57
Figura 3.27 Irradiancia directa normal en un año en las regiones de Chile.....	65
Figura 4.1 Radiación solar directa de la Región de Antofagasta ((20°56' y 26°05' de latitud sur y desde los 67°00' longitud oeste)	85
Figura 4.2 Intensidad de radiación en la Región de Atacama (coordenadas 25°17' y 29°30' de latitud sur y desde los 68°17' longitud oeste hacia el Pacífico)	87
Figura 4.3 Radiación de la Cuarta Región de Coquimbo (29°20' y 32°15' de latitud sur y desde el meridiano 69°49' de longitud oeste)	90

Figura 4.4 Esquema de rectas trazadas para el área definida para cada localidad	93
Figura 4.5 Imagen satelital del área explorada de Virginia.....	94
Figura 4.6 Perfil 1 de Virginia	94
Figura 4.7 Perfil 2 de Virginia	94
Figura 4.8 Perfil 3 de Virginia	94
Figura 4.9 Perfil 4 de Virginia	95
Figura 4.10 Imagen satelital del área explorada de Tilomonte	95
Figura 4.11 Perfil 1 Tilomonte	95
Figura 4.12 Perfil 2 Tilomonte	96
Figura 4.13 Perfil 3 Tilomonte	96
Figura 4.14 Perfil 4 Tilomonte	96
Figura 4.15 Imagen satelital del área explorada de Talabre	97
Figura 4.16 Perfil 1 Talabre	97
Figura 4.17 Perfil 2 Talabre.....	97
Figura 4.18 Perfil 3 Talabre.....	97
Figura 4.19 Perfil 4 Talabre.....	98
Figura 4.20 Imagen satelital del área explorada de Ollagüe	98
Figura 4.21 Perfil 1 Ollagüe.....	98
Figura 4.22 Perfil 2 Ollagüe.....	99
Figura 4.23 Perfil 3 Ollagüe.....	99
Figura 4.24 Perfil 4 Ollagüe.....	99
Figura 4.25 Imagen satelital del área explorada de Imilac	100
Figura 4.26 Perfil1 Imilac.....	100
Figura 4.27 Perfil 2 Imilac.....	100
Figura 4.28 Perfil 3 Imilac.....	100
Figura 4.29 Perfil 4 Imilac.....	101
Figura 4.30 Imagen satelital del área explorada de Cerro Paranal	101
Figura 4.31 Perfil 1 Cerro Paranal.....	101
Figura 4.32 Perfil 2 Cerro Paranal.....	102
Figura 4.33 Perfil 3 Cerro Paranal.....	102
Figura 4.34 Perfil 4 Cerro Paranal.....	102
Figura 4.35 Imagen satelital del área explorada de Amarilla.....	103
Figura 4.36 Perfil 1 Amarilla	103
Figura 4.37 Perfil 2 Amarilla	103
Figura 4.38 Perfil 3 Amarilla	103
Figura 4.39 Perfil 4 Amarilla	104
Figura 4.40 Imagen satelital del área explorada de Montado.....	104
Figura 4.41 Perfil 1 Montado	104
Figura 4.42 Perfil 2 Montado	104
Figura 4.43 Perfil 3 Montado	105
Figura 4.44 Perfil 4 Montado	105
Figura 4.45 Imagen satelital del área explorada de Los Barros	105
Figura 4.46 Perfil 1 Los Barros.....	105
Figura 4.47 Perfil 2 Los Barros.....	106
Figura 4.48 Perfil 3 Los Barros.....	106

Figura 4.49 Perfil 4 Los Barros.....	106
Figura 4.50 Imagen satelital del área explorada de Palermo	106
Figura 4.51 Perfil 1 Palermo.....	107
Figura 4.52 Perfil 2 Palermo.....	107
Figura 4.53 Perfil 3 Palermo.....	107
Figura 4.54 Perfil 4 Palermo.....	107
Figura 4.55 Imagen satelital del área explorada de El Bronce	108
Figura 4.56 Perfil 1 El Bronce.....	108
Figura 4.57 Perfil 2 El Bronce.....	108
Figura 4.58 Perfil 3 El Bronce.....	108
Figura 4.59 Perfil 4 El Bronce.....	109
Figura 4.60 Imagen satelital del área explorada de Noreste del Salvador	109
Figura 4.61 Perfil 1 Noreste del Salvador.....	109
Figura 4.62 Perfil 2 Noreste del Salvador.....	110
Figura 4.63 Perfil 3 Noreste del Salvador.....	110
Figura 4.64 Perfil 4 Noreste del Salvador.....	110
Figura 4.65 Imagen satelital del área explorada de Noroeste de Laguna de Colorados	111
Figura 4.66 Perfil 1 Noroeste de Laguna de Colorados	111
Figura 4.67 Perfil 2 Noroeste de Laguna de Colorados	111
Figura 4.68 Perfil 3 Noroeste de Laguna de Colorados	111
Figura 4.69 Perfil 4 Noroeste de Laguna de Colorados	112
Figura 4.70 Imagen satelital del área explorada de Sur Las Tazas.....	112
Figura 4.71 Perfil 1 Sur Las Tazas	112
Figura 4.72 Perfil 2 Sur Las Tazas	113
Figura 4.73 Perfil 3 Sur Las Tazas	113
Figura 4.74 Perfil 4 Sur Las Tazas	113
Figura 4.75 Imagen satelital del área explorada de Catorcemil.....	114
Figura 4.76 Perfil 1 Catorcemil.....	114
Figura 4.77 Perfil 2 Catorcemil.....	114
Figura 4.78 Perfil 3 Catorcemil.....	114
Figura 4.79 Perfil 4 Catorcemil.....	115
Figura 4.80 Imagen satelital del área explorada de Almirante La Torre.....	116
Figura 4.81 Perfil 1 Almirante La Torre	116
Figura 4.82 Perfil 2 Almirante La Torre	116
Figura 4.83 Perfil 3 Almirante La Torre	117
Figura 4.84 Perfil Almirante La Torre	117
Figura 4.85 Imagen satelital del área explorada de La Vinita.....	117
Figura 4.86 Perfil 1 La Vinita	117
Figura 4.87 Perfil 2 La Vinita	118
Figura 4.88 Perfil 3 La Vinita	118
Figura 4.89 Perfil 4 La Vinita	118
Figura 4.90 Imagen satelital del área explorada de Las Breas.....	119
Figura 4.91 Perfil 1 Las Breas.....	119
Figura 4.92 Perfil 2 Las Breas.....	119

Figura 4.93 Perfil 2 Las Breas	119
Figura 4.94 Perfil 3 Las Breas	120
Figura 4.95 Imagen satelital del área explorada de Guanto	120
Figura 4.96 Perfil 1 Guanto	120
Figura 4.97 Perfil 2 Guanto	120
Figura 4.98 Perfil 3 Guanto	121
Figura 4.99 Perfil 4 Guanto	121
Figura 4.100 Imagen satelital del área explorada de Andacollo	121
Figura 4.101 Perfil 1 Andacollo	122
Figura 4.102 Perfil 2 Andacollo	122
Figura 4.103 Perfil 3 Andacollo	122
Figura 4.104 Perfil 4 Andacollo	122
Figura 4.105 Imagen satelital del área explorada de Fundina	123
Figura 4.106 Perfil 1 Fundina	123
Figura 4.107 Perfil 2 Fundina	123
Figura 4.108 Perfil 3 Fundina	123
Figura 4.109 Perfil 4 Fundina	124
Figura 4.110 Imagen satelital del área explorada de El Huacho	124
Figura 4.111 Perfil 1 El Huacho.....	124
Figura 4.112 Perfil 2 El Huacho.....	124
Figura 4.113 Perfil 3 El Huacho.....	125
Figura 4.114 Perfil 4 El Huacho.....	125
Figura 4.115 Imagen satelital del área explorada de La Totorita.....	125
Figura 4.116 Perfil 1 La Totorita	126
Figura 4.117 Perfil 2 La Totorita	126
Figura 4.118 Perfil 3 La Totorita	126
Figura 4.119 Perfil 4 La Totorita	126
Figura 4.120 Imagen satelital del área explorada de Huentelauquén	127
Figura 4.121 Perfil 1 Huentelauquén.....	127
Figura 4.122 Perfil 2 Huentelauquén.....	127
Figura 4.123 Perfil 3 Huentelauquén.....	127
Figura 4.124 Perfil 4 Huentelauquén.....	128
Figura 4.125 Imagen satelital del área explorada de Sur San Julián	128
Figura 4.126 Perfil 1 Sur San Julián.....	128
Figura 4.127 Perfil 2 Sur San Julián.....	129
Figura 4.128 Perfil 3 Sur San Julián.....	129
Figura 4.129 Perfil 4 Sur San Julián.....	129
Figura 4.130 Leyenda cuencas hidrográficas.....	130
Figura 4.131 Subcuenca Quebrada de Taltal.....	131
Figura 4.132 Límite subsubcuencas.....	131
Figura 4.133 Subsubcuenca Quebrada de Yerba Buena.....	132
Figura 4.134 Subsubcuenca Quebrada de Taltal entre Quebrada del Chaco y Bajo Junta Quebrada Corcovado	132
Figura 4.135 Límite subcuencas	133
Figura 4.136 Subsubcuenca Salar de Ollagüe	133

Figura 4.137 Subsubcuenca Salar de Carcote	134
Figura 4.138 Límite de cuencas	135
Figura 4.139 Subsubcuenca Río Salado Alto	135
Figura 4.140 Subcuenca Salar de Pedernales	136
Figura 4.141 Límite de cuencas	136
Figura 4.142 Subcuenca Quebrada de Pan de Azúcar	137
Figura 4.143 Subsubcuenca Salar de Aguilar	137
Figura 4.144 Subsubcuenca Quebrada de La Encantada y El Salitre.....	138
Figura 4.145 Subcuenca al Norte del Salar de Pedernales.....	138
Figura 4.146 Subsubcuenca Quebrada Flamenco hasta Quebrada Varillas.....	139
Figura 4.147 Límite de subcuencas	139
Figura 4.148 Subsubcuenca del Morado entre Quebrada del Potrero y Desembocadura	140
Figura 4.149 Subcuenca Quebrada de Flamenco.....	140
Figura 4.150 Subcuenca Quebrada del Morado.....	141
Figura 4.151 Subsubcuenca Paipote entre Quebrada de San Andrés y Quebrada Martínez	141
Figura 4.152 Límite de cuencas	142
Figura 4.153 Subsubcuenca Quebrada Flamenco hasta Quebrada Varillas.....	142
Figura 4.154 Subcuenca Quebrada de Flamenco.....	142
Figura 4.155 Subcuenca Quebrada de Paipote	143
Figura 4.156 Subsubcuenca Río Choapa entre Estero Canela y Desembocadura.....	145
Figura 4.157 Límite de cuencas	145
Figura 4.158 Subsubcuenca Costeras entre Estero Totoral y Río Choapa.....	146
Figura 4.159 Subcuenca Río Choapa Bajo	146
Figura 4.160 Subcuenca Costeras entre Quebrada Totoral y Río Choapa	146
Figura 4.161 Subcuenca Río Limarí.....	147
Figura 4.162 Límite de subsubcuencas.....	147
Figura 4.163 Subsubcuenca Estero Punitaqui entre Estero Las Mojadas y Quebradas Las Damas.....	148
Figura 4.164 Subsubcuenca Estero Punitaqui entre Quebrada Las Damas y Río Limarí	148
Figura 4.165 Subsubcuenca Río Limarí entre Quebrada del Imperio y Bajo Junta Estero La Plata	148
Figura 4.166 Leyenda Red Vial.....	150
Figura 4.167 Camino 1 cercano a Virginia	150
Figura 4.168 Camino 2 cercano a Virginia	151
Figura 4.169 Camino 3 cercano a Virginia	151
Figura 4.170 Camino 4 cercano a Virginia	152
Figura 4.171 Camino 1 cercano a Ollagüe.....	152
Figura 4.172 Camino 1 cercano a Noreste del Salvador.....	153
Figura 4.173 Camino 2 cercano a Noreste del Salvador.....	154
Figura 4.174 Camino cercano a Noreste del Salvador.....	154
Figura 4.175 Camino 1 cercano a Laguna de Colorados	155
Figura 4.176 Camino 2 cercano a Laguna de Colorados	155

Figura 4.177 Camino 3 cercano a Laguna de Colorados	156
Figura 4.178 Camino 4 cercano a Laguna de Colorados	156
Figura 4.179 Camino 1 cercano a Sur Las Tazas	157
Figura 4.180 Camino 2 cercano a Sur Las Tazas	157
Figura 4.181 Camino 1 cercano a Catorcemil	158
Figura 4.182 Camino 2 cercano a Catorcemil	158
Figura 4.183 Camino 1 cercano a Huentelauquén	160
Figura 4.184 Camino 1 cercano a Sur San Julián	160
Figura 4.185 Leyenda de Zonificación Planes Reguladores Comunales Región de Antofagasta	163
Figura 4.186 Zonificación planes reguladores comunales cercanos a Ollagüe.....	164
Figura 4.187 Leyenda de Zonificación del borde costero	165
Figura 4.188 Zonificación del borde costero en Huentelauquén	165
Figura 4.189 Leyenda de Zonificación Plan Regional de Desarrollo Urbano	166
Figura 4.190 Zonificación Plan Regional de desarrollo urbano en Huentelauquén	166
Figura 4.191 Zonificación Plan Regional de Desarrollo Urbano en Sur de San Julián	167
Figura 4.192 Leyenda para mapas de centrales y redes eléctricas	167
Figura 4.193 Línea de transmisión eléctrica cercana a Ollagüe.....	168
Figura 4.194 Red eléctrica cercana a Virginia.....	168
Figura 4.195 Red Eléctrica más cercana a Salvador	169
Figura 4.196 Subestación eléctrica más cercana al Salvador	170
Figura 4.197 Subestación cercana a Laguna de Colorados.....	170
Figura 4.198 Concesión eléctrica cercana a Sur de Las Tazas	171
Figura 4.199 Red eléctrica más cercana a Catorcemil.....	171
Figura 4.200 Subestación eléctrica cercana a Catorcemil	172
Figura 4.201 Concesión eléctrica cercana a Huentelauquén	173
Figura 4.202 Concesión red eléctrica más cercana a Huentelauquén	173
Figura 4.203 Línea de transmisión eléctrica más cercana a Huentelauquén	174
Figura 4.204 Concesión eléctrica más cercana al Sur de San Julián.....	174
Figura 4.205 Subestación eléctrica más cercana al Sur de San Julián.....	175
Figura 4.206 Concesión geotérmica en la localidad de Ollagüe.....	176
Figura 4.207 Potencial Eólico Virginia	177
Figura 4.208 Potencial Eólico Ollagüe	177
Figura 4.209 Potencial eólico Salvador	178
Figura 4.210 Potencial eólico Laguna de Colorados	178
Figura 4.211 Potencial eólico sur Las Tazas	179
Figura 4.212 Potencial eólico Catorcemil	179
Figura 4.213 Potencial eólico Huentelauquén	180
Figura 4.214 Potencial eólico Sur San Julián	180
Figura 4.215 Potencial mareomotriz de Huentelauquén	181
Figura 4.216 Participación de plantas termosolares de concentración por tecnología hasta agosto de 2014.....	197
Figura 4.217 Vista planta simulación de central Cerro Dominador.....	198
Figura 4.218 Configuración campo solar planta Cerro Dominador.....	198
Figura 4.219 Modelo Sanlucar helióstato	202

Figura 4.220 Esquema ciclo de Rankine con Recalentamiento.	203
Figura 4.221 Diagrama T-S Ciclo de Rankine con Recalentamiento	203
Figura 4.222 Visualización de posición de helióstatos respecto a la torre y radiación solar	208
Figura 4.223 Distancia entre primer helióstato (x) y altura óptica (Z_o)	209
Figura 4.224 Distancia radial y acimutal entre helióstatos	210
Figura 4.225 Representación gráfica de los distintos tipos de pérdidas.....	214

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 Distribución Espectral de la radiación solar	12
Gráfico 3.2 Porcentaje de las distintas fuentes energéticas utilizadas en Chile en SIC hasta diciembre de 2015	62
Gráfico 3.3 Porcentaje de las distintas fuentes energéticas utilizadas en Chile en SING hasta diciembre de 2015	63
Gráfico 3.4 Inyección de ERNC según AGG y obligación según la Ley	64
Gráfico 4.1 (A la izquierda) Radiación promedio mensual (A la derecha) Radiación promedio diaria.....	186
Gráfico 4.2 (A la izquierda) Nubosidad promedio mensual (A la derecha) Nubosidad promedio por hora	187
Gráfico 4.3 Ciclo diario de sombra por hora	188
Gráfico 4.4 (A la izquierda) Promedio de temperatura mensual (A la derecha) Promedio de temperatura por hora.....	190
Gráfico 4.5 (A la izquierda) Velocidad del viento promedio mensual (A la derecha) Velocidad del viento promedio por hora	191