

TABLA DE CONTENIDO

.....	I
TABLA DE CONTENIDO	III
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE GRÁFICOS	VI
INDICE DE ILUSTRACIONES	IX
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	6
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	6
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.3 MARCO CONCEPTUAL	7
1.3.1 <i>Análisis de ciclo de vida (ACV)</i>	7
1.3.2 <i>Tecnologías de generación renovable</i>	13
1.3.3 <i>Tecnologías de generación convencionales</i>	17
2 METODOLOGÍA	18
2.1 DESARROLLO METODOLÓGICO	18
2.2 LIMITACIONES METODOLÓGICAS	22
2.2.1 <i>Limitaciones de las categorías de impacto</i>	23
3 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES	25
4 DESARROLLO Y COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	27
5 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	32
6 RESULTADOS	35
6.1 IMPACTOS AMBIENTALES UNITARIOS	35
6.1.1 <i>Comparación resultados internacionales</i>	38
6.2 IMPACTOS LOCALES	39
6.2.1 <i>Caracterización de hotspots</i>	39
6.2.2 <i>Impactos unitarios por hotspots</i>	41
6.3 IMPACTOS AMBIENTALES DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA REGIONAL	47
6.3.1 <i>Impactos escenario actual</i>	47
6.3.2 <i>Impactos escenarios predictivos</i>	50
6.3.3 <i>Discusión impactos escenario esperado</i>	56
7 CONSOLIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA	62
8 CONCLUSIONES	65
8.1 CONCLUSIONES DEL TRABAJO REALIZADO	65
8.2 RECOMENDACIONES	67
9 GLOSARIO	70
10 BIBLIOGRAFÍA	71
11 ANEXOS Y APÉNDICES	74
11.1 ANEXO 1: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (LCIA)	74
11.2 ANEXO 2: CATEGORÍAS DE IMPACTO	74
11.3 ANEXO 3: ALCANCES DE BD ECOINVENT 3	79
11.4 ANEXO 4: GENERACIÓN BRUTA ANUAL ESCENARIO ACTUAL PARA ANTOFAGASTA	82
11.5 ANEXO 6: GRÁFICOS IMPACTOS UNITARIOS	83
11.6 ANEXO 7: TABLA IMPACTOS ANUALES 2016	86

11.7	ANEXO 8: CARACTERIZACIÓN DE ESCENARIOS	87
11.8	ANEXO 9: GRÁFICOS IMPACTOS GLOBALES COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	92
11.9	ANEXO 10: GRÁFICOS IMPACTOS LOCALES	101
11.10	ANEXO 11: DESCRIPCIÓN PARTES INVOLUCRADAS MONTAJE ERNC, BIBLIOGRAFÍA DE HOTSPOTS.....	109
11.11	ANEXO 12: IMPACTOS ANUALES ESCENARIO ESPERADO	111

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL	12
TABLA 2: IMPACTOS UNITARIOS.....	83
TABLA 3: IMPACTOS ANUALES ESCENARIO ACTUAL	86
TABLA 4: IMPACTOS ANUALES ESCENARIO ESPERADO.....	113

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: ENERGÍA GENERADA ANUAL EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CORRESPONDIENTE A 14058 GWH.....	27
GRÁFICO 2: COMPOSICIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA POR TECNOLOGÍA PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	29
GRÁFICO 3: COMPARACIÓN DE ESCENARIOS MESA ERNC.....	29
GRÁFICO 4: PENETRACIÓN ERNC ESCENARIO PESIMISTA PARA ANTOFAGASTA, AÑOS 2020, 2025, 2030 Y 2037	30
GRÁFICO 5: PENETRACIÓN ERNC ESCENARIO ESPERADO PARA ANTOFAGASTA, AÑOS 2020, 2025, 2030 Y 2037..	30
GRÁFICO 6: PENETRACIÓN ERNC ESCENARIO OPTIMISTA PARA ANTOFAGASTA, AÑOS 2020, 2025, 2030 Y 2037.	31
GRÁFICO 7: CONTRIBUCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A IMPACTOS TOTALES POR CATEGORÍA.	35
GRÁFICO 8: IMPACTOS UNITARIOS ACIDIFICACIÓN (IZQ.) Y EUTROFIZACIÓN (DER.).....	36
GRÁFICO 9: IMPACTOS UNITARIOS POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (IZQ.) Y ECOTOXICIDAD TERRESTRE (DER.).....	36
GRÁFICO 10: IMPACTOS UNITARIOS USO DE AGUA (IZQ.) Y USO DE SUELOS (DER.)	37
GRÁFICO 11: IMPACTOS LOCALES DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN EN ANTOFAGASTA DESGLOSADOS POR CATEGORÍAS	40
GRÁFICO 12: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL [KG CO ₂ EQ/KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS.....	41
GRÁFICO 13: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL RENOVABLES [KG CO ₂ EQ/KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS	41
GRÁFICO 14: ACIDIFICACIÓN RENOVABLES [KG SO ₂ EQ. /KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS	42
GRÁFICO 15: EUTROFIZACIÓN RENOVABLES [KG FOSFATO EQ. /KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS.....	42
GRÁFICO 16: AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO RENOVABLES [KG R11-EQ. /KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS	43
GRÁFICO 17: SMOG FOTOQUÍMICO RENOVABLES [KG ETILENO-EQ. /KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS.....	43
GRÁFICO 18: CONSUMO DE AGUA [L/KWH] DESGLOSADO POR HOTSPOTS	44
GRÁFICO 19: HOTSPOTS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	46
GRÁFICO 20: HOTSPOTS GENERACIÓN DE CONCENTRACIÓN SOLAR	46
GRÁFICO 21: HOTSPOTS GENERACIÓN EÓLICA	47
GRÁFICO 22: USO DE AGUAS ANUAL, 2016 ANTOFAGASTA	48
GRÁFICO 23: USO DE SUELOS ANUAL, 2016 ANTOFAGASTA.....	48
GRÁFICO 24: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL DEBIDO A LA GENERACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES [KG CO ₂ EQ/ AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	50
GRÁFICO 25: ACIDIFICACIÓN DEBIDO A LA PRODUCCIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES [KG SO ₂ EQ. /AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	51
GRÁFICO 26: EUTROFIZACIÓN RENOVABLES [KG FOSFATO EQ. /AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	51
GRÁFICO 27: ECOTOXICIDAD HUMANA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. /AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	52
GRÁFICO 28: AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO [KG R11-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	52
GRÁFICO 29: SMOG FOTOQUÍMICO RENOVABLES [KG ETILENO-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	53
GRÁFICO 30: ECOTOXICIDAD TERRESTRE RENOVABLES [KG DCB-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	53
GRÁFICO 31: CONSUMO DE AGUA [L/AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	54
GRÁFICO 32: CONSUMO DE AGUA [L/AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA ESCENARIOS ESPERADO Y PESIMISTA	54
GRÁFICO 33: CONSUMO DE AGUA RENOVABLES [L/AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	55
GRÁFICO 34: USO DE SUELOS RENOVABLES [M ² /AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	55
GRÁFICO 35: IMPACTOS ANUALES ACIDIFICACIÓN ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES(DER)	56
GRÁFICO 36: IMPACTOS ANUALES EUTROFIZACIÓN ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER).....	56
GRÁFICO 37: IMPACTOS ANUALES POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER).....	57
GRÁFICO 38: IMPACTOS ANUALES AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER).....	57

GRÁFICO 39: IMPACTOS ANUALES TOXICIDAD TERRESTRE ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER)	58
GRÁFICO 40: IMPACTOS ANUALES ESCENARIO ESPERADO USO DE AGUAS (IZQ.) Y USO DE SUELOS (DER.)	58
GRÁFICO 41: IMPACTOS UNITARIOS, AGOTAMIENTO ABIÓTICO (IZQ.) Y TOXICIDAD DE AGUA FRESCA (DER.)	83
GRÁFICO 42: IMPACTOS UNITARIOS, TOXICIDAD HUMANA (IZQ.) Y TOXICIDAD DE AGUA MARINA (DER.)	84
GRÁFICO 43: IMPACTOS UNITARIOS, AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO (IZQ.) Y SMOG FOTOQUÍMICO (DER.)....	84
GRÁFICO 44: IMPACTOS UNITARIOS, TOXICIDAD TERRESTRE	85
GRÁFICO 45: PROYECCIÓN ESCENARIO PESIMISTA.....	87
GRÁFICO 46: PROYECCIÓN ESCENARIO PESIMISTA, AÑO 2020	87
GRÁFICO 47: PROYECCIÓN ESCENARIO PESIMISTA, AÑO 2020	88
GRÁFICO 48: PROYECCIÓN ESCENARIO ESPERADO.....	88
GRÁFICO 49: PROYECCIÓN ESCENARIO ESPERADO 2020.....	89
GRÁFICO 50: PROYECCIÓN ESCENARIO ESPERADO 2030.....	89
GRÁFICO 51: PROYECCIÓN ESCENARIO OPTIMISTA.....	90
GRÁFICO 52: PROYECCIÓN ESCENARIO OPTIMISTA, AÑO 2020	90
GRÁFICO 53: PROYECCIÓN ESCENARIO OPTIMISTA, AÑO 2030.....	91
GRÁFICO 54: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL [KG CO ₂ EQ/ AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	92
GRÁFICO 55: AGOTAMIENTO ABIÓTICO [KG SB EQ/ AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	93
GRÁFICO 56: AGOTAMIENTO ABIÓTICO RENOVABLES [KG SB EQ/ AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	93
GRÁFICO 57: ACIDIFICACIÓN [KG SO ₂ EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	94
GRÁFICO 58: EUTROFIZACIÓN [KG FOSFATO-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	94
GRÁFICO 59: ECOTOXICIDAD DE AGUA FRESCA [KG DCB-EQUIV. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	95
GRÁFICO 60: ECOTOXICIDAD DE AGUA FRESCA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	96
GRÁFICO 61: ECOTOXICIDAD HUMANA [KG DCB-EQUIV. / AÑO]IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	96
GRÁFICO 62: ECOTOXICIDAD DE AGUA MARINA [KG DCB-EQUIV. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	97
GRÁFICO 63: ECOTOXICIDAD DE AGUA MARINA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	98
GRÁFICO 64: SMOG FOTOQUÍMICO [KG ÉTILENO-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	98
GRÁFICO 65: ECOTOXICIDAD TERRESTRE [KG DCB-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.....	99
GRÁFICO 66: AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO RENOVABLES [KG R11-EQ. / AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS	100
GRÁFICO 67: USO DE SUELOS [M ² /AÑO] IMPACTOS GLOBALES, PARA DIVERSOS ESCENARIOS Y AÑOS.	100
GRÁFICO 68: AGOTAMIENTO ABIÓTICO [KG SB EQ/KWH].....	101
GRÁFICO 69: AGOTAMIENTO ABIÓTICO RENOVABLES [KG SB EQ/KWH].....	101
GRÁFICO 70: ACIDIFICACIÓN [KG SO ₂ EQ. /KWH].....	102
GRÁFICO 71: EUTROFIZACIÓN [KG FOSFATO-EQ. /KWH].....	102
GRÁFICO 72: ECOTOXICIDAD DE AGUA FRESCA [KG DCB-EQUIV. /KWH]	103
GRÁFICO 73: ECOTOXICIDAD DE AGUA FRESCA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. /KWH]	103
GRÁFICO 74: ECOTOXICIDAD HUMANA [KG DCB-EQUIV. /KWH].....	104
GRÁFICO 75: ECOTOXICIDAD HUMANA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. /KWH].....	104
GRÁFICO 76: ECOTOXICIDAD DE AGUA MARINA [KG DCB-EQUIV. /KWH]	105
GRÁFICO 77: ECOTOXICIDAD DE AGUA MARINA RENOVABLES [KG DCB-EQUIV. /KWH].....	105
GRÁFICO 78: AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO [KG R11-EQ. /KWH]	106
GRÁFICO 79: SMOG FOTOQUÍMICO [KG ÉTILENO-EQ. /KWH]	106
GRÁFICO 80: ECOTOXICIDAD TERRESTRE [KG DCB-EQ. /KWH]	107
GRÁFICO 81: ECOTOXICIDAD TERRESTRE RENOVABLES [KG DCB-EQ. /KWH]	107

GRÁFICO 82: USO DE AGUA [L/KWH].....	108
GRÁFICO 83: IMPACTOS ANUALES AGOTAMIENTO ABIÓTICO ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER)	113
GRÁFICO 84: IMPACTOS ANUALES TOXICIDAD AGUA FRESCA ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER)	113
GRÁFICO 85: IMPACTOS ANUALES TOXICIDAD AGUA MARINA ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES (DER)	114
GRÁFICO 86: IMPACTOS ANUALES SMOG FOTOQUÍMICO ESCENARIO ESPERADO. TODAS LAS TECNOLOGÍAS (IZQ), SÓLO RENOVABLES(DER)	114

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LÍMITES DEL SISTEMA.....	8
ILUSTRACIÓN 2: SISTEMA COMPRENDIDO COMO UNA SERIE DE SUBSISTEMAS, ASIGNACIÓN DE PORCENTAJES A CADA TIPO DE TECNOLOGÍA PRESENTE EN LA REGIÓN. TABLA Y DATOS ÚNICAMENTE REFERENCIALES.....	9
ILUSTRACIÓN 3: PARQUE EÓLICO VALLE DE LOS VIENTOS, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.....	14
ILUSTRACIÓN 4: AUTO SOLAR EOLIAN, PRIMER AUTO SOLAR EN CHILE. EN LOS ALEROS, POSEE CELDAS MONOCRISTALINAS, MIENTRAS QUE EN LA CÚPULA USA CELDAS AÚN MÁS COSTOSAS DE TECNOLOGÍA ESPACIAL (GAAS).....	15
ILUSTRACIÓN 5: DE IZQUIERDA A DERECHA: CILINDRO PARABÓLICO, FRESNEL LINEAL, TORRE SOLAR Y DISCO STIRLING.....	16
ILUSTRACIÓN 6: TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN GEOTÉRMICA.....	17
ILUSTRACIÓN 7: CENTRAL TERMOELÉCTRICA MEJILLONES.....	18
ILUSTRACIÓN 8: METODOLOGÍA.....	19
ILUSTRACIÓN 9: MODELO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE ANTOFAGASTA.....	34
ILUSTRACIÓN 10: CONSUMO DE AGUA PROMEDIO POR UNIDAD DE ELECTRICIDAD Y CALOR PRODUCIDO PARA EL PERÍODO ENTRE 2008-2012 MUNDIALMENTE.....	45
ILUSTRACIÓN 11: MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (LCIA) COMPARADOS.....	74
ILUSTRACIÓN 12: POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL.....	75
ILUSTRACIÓN 13: POTENCIAL DE ACIDIFICACIÓN.....	76
ILUSTRACIÓN 14: PROCESO DE EUTROFIZACIÓN DE SUELOS Y AGUAS.....	77
ILUSTRACIÓN 15: GENERACIÓN DE SMOG FOTOQUÍMICO.....	77
ILUSTRACIÓN 16: DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO.....	78