UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

PROPUESTA PARA UN ABASTECIMIENTO SEGURO Y RENOVABLE PARA PACIENTES ELECTRODEPENDIENTES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL

INDUSTRIAL

AUTOR
RICARDO JOSÉ GEREDA GURMENDI

PROFESOR GUÍA

FRANCISCO DALL'ORSO LEÓN

PROFESOR CORREFERENTE

JAVIER SCAVIA DAL POZZO

SANTIAGO DE CHILE, 06 DE SEPTIEMBRE DE 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1
2. OBJETIVOS 3
2.1 Objetivo general 3
2.2 Objetivos específicos 3
3. ALCANCE 4
4. MARCO TEÓRICO 5
4.1 Energías renovables 5
4.2 Energía solar 5
4.3 Energía eólica 6
4.4 Factores técnicos 7
4.4.1 Sistema on grid con back-up (respaldo) 7
4.4.2 Ley N°20.571 8
4.4.3 Componentes para sistemas fotovoltaico y eólico 10
4.4.3.1 Paneles fotovoltaicos 11
4.4.3.2 Aerogeneradores 15
4.4.3.3 Baterías (o acumuladores) 19
4.4.3.4 Regulador de Carga 20
4.4.3.5 Inversor 21
4.4.3.6 Cables 22
4.4.4 Alternativas de equipos para el dimensionamiento de sistemas 26
4.4.4.1 Paneles solares 26
4.4.4.2 Aerogeneradores 27
4.4.4.3 Baterías (o acumuladores) 28
4.4.4.4 Regulador de Carga 29
4.4.4.5 Inversor 33
4.4.4.6 Cables 34
4.4.4.7 Disyuntores 34
4.4.4.8 Montaje para panel fotovoltaico 35
4.5 Alternativas de Financiamiento 36
4.5.1 Programa Casa Solar 36
4.6 Vulnerabilidad Energética en Chile 36
4.7 Ruta de La Luz 38
4.8 Electrodependencia 41
4.8.1 ¿Qué es ser electrodependiente? 41
4.8.2 Ley Lucas Riquelme 42
4.8.3 Asociación Luz Para Ellos Chile 44

4.8.4 Equipos eléctricos de pacientes electrodependientes 44
4.8.5 Estadísticas de electrodependencia en Chile 45
4.9 Radiación Solar en Chile 47
4.10 Energía Eólica en Chile 48
4.11 Temperaturas 50
5. METODOLOGÍA 51
6. ANTECEDENTES 53
6.1 Caso de electrodependencia: Román Zenteno 53
7. DESARROLLO 56
7.1 Selección de alternativas 56
7.1.1 Sistema de generación de electricidad en base a paneles fotovoltaicos 56
7.1.2 Sistema de generación de electricidad en base a aerogeneradores 57
7.1.3 Sistema de generación de electricidad en base a paneles fotovoltaicos y aerogeneradores 58
7.2 Estudio técnico de un sistema solar fotovoltaico 58
7.2.1 Dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico 58
7.2.2 Cálculo de equipos necesarios por caso 59
7.3 Estudio técnico de un sistema solar eólico 66
7.3.1 Dimensionamiento de un sistema eólico 66
7.3.2 Cálculo de equipos necesarios por caso 67
7.4 Estudio técnico de un sistema solar eólico-solara 73
7.4.1 Dimensionamiento de un sistema eólico-solar 73
7.4.2 Cálculo de equipos necesarios por caso 75
8. RESULTADOS 84
8.1 Instalación solar fotovoltaica 84
8.2 Instalación eólica 86
8.3 Instalación eólico - solar 89
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS 92
9.1 Análisis técnico 92
9.2 Análisis de costos 108
9.3 Análisis económico 111
9.3.1 Parámetros de evaluación 111
9.3.2 Obtención de indicadores económicos 113
9.4 Análisis de sensibilidad en casos no factibles 117
9.4.1 Resultados con 1 panel fotovoltaico adicional en casos no factibles 117
9.4.2 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos adicionales en casos no factibles 118
9.4.3 Resultados con 1 aerogenerador adicional en casos no factibles 119
9.4.4 Resultados con paneles fotovoltaicos y aerogeneradores adicional en casos no factibles

119
9.4.4.1 Resultados con 1 panel fotovoltaico y 1 aerogenerador adicional en casos no factibles 120
9.4.4.2 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos y 1 aerogenerador adicional en casos no factibles 120
9.4.4.3 Resultados con 1 panel fotovoltaico y 2 aerogeneradores adicionales en casos no factibles 120
9.4.4.4 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos y 2 aerogeneradores adicionales en casos no factibles 121
10. CONCLUSIONES 122
11. ANEXOS 124
11.1 Anexo N°1 124
11.2 Anexo N°2 125
11.3 Anexo N°3 135
11.4 Anexo N°4 140
11.5 Anexo N°5 141
11.6 Anexo N°6 142
11.7 Anexo N°7 143
11.8 Anexo N°8 191
12. REFERENCIAS 197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Representación de un sistema on grid eólico-solar con back-up. 8
Ilustración 2: Representación de un panel y una celda solar. 12
Ilustración 3: Representación de celda solar, donde pueden apreciarse las células fotovoltaicas. 12
Ilustración 4: Representación de una instalación fotovoltaica en serie y paralelo con inclinación. 13
Ilustración 5: Conexión de paneles en serie y paralelo. 15
Ilustración 6: Representación de un aerogenerador con eje horizontal. 16
Ilustración 7: Representación de un aerogenerador con eje vertical. 17
Ilustración 8: Curva de potencia de un aerogenerador. 18
Ilustración 9: Turbulencia provocada por una vivienda. 19
Ilustración 10: Estructura de un cable conductor tipo. 24
Ilustración 11: Mapa de viviendas sin energía por región de Chile. 41
Ilustración 12: Niveles de radiación global horizontal en Chile. 47
Ilustración 13: Velocidades de viento promedio en Chile a 100m. 49
Ilustración 14: Curva de potencia del aerogenerador SMARAAD SX-2000. 142
Ilustración 15: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $3.000.000. 191
Ilustración 16: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $4.000.000. 191
Ilustración 17: Crédito de consumo de Banco Consorcio por 5.000.000. 192
Ilustración 18: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $6.000.000. 192
Ilustración 19: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $7.000.000. 193
Ilustración 20: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $8.000.000. 193
Ilustración 21: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $9.000.000. 194
Ilustración 22: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $10.000.000. 194
Ilustración 23: Crédito de consumo de Banco Estado por $11.000.000. 195
Ilustración 24: Crédito de consumo de Banco Estado por $12.000.000. 195
Ilustración 25: Crédito de consumo de Banco Estado por $13.000.000. 196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Equivalencia sistema AWG y sistema métrico. 25
Tabla 2: Cotización de paneles fotovoltaicos. 26
Tabla 3: Cotización de aerogeneradores. 27
Tabla 4: Cotización de baterías. 29
Tabla 5: Cotización de reguladores de carga híbridos. 29
Tabla 6: Cotización de reguladores de carga eólicos. 30
Tabla 7: Cotización de reguladores de carga solares. 31
Tabla 8: Cotización de inversores. 33
Tabla 9: Cotización de cables. 34
Tabla 10: Cotización de disyuntores. 34
Tabla 11: Cotización de montajes para paneles fotovoltaicos. 35
Tabla 12: Cifras regionales de viviendas sin energía. 39
Tabla 13: Cifras regionales de viviendas sin energías con y sin proyectos de energía. 39
Tabla 14: Cifras regionales de viviendas sin energía y suministro parcial. 40
Tabla 15: Pacientes electrodependientes por región de Chile. 46
Tabla 16: Equipos médicos utilizados por Román. 53
Tabla 17: Electrodomésticos utilizados en vivienda de Román. 54
Tabla 18: Ecuación para el rendimiento global de una instalación fotovoltaica. 60
Tabla 19: Ecuaciones para la obtención de cantidad de paneles a implementar en sistema solar. 60
Tabla 20: Ecuación para la capacidad de baterías en un sistema fotovoltaico. 61
Tabla 21: Ecuación para la obtención de cantidad de baterías necesarias en un sistema solar. 62
Tabla 22: Ecuación para el cálculo de la corriente máxima por panel según temperatura. 63
Tabla 23: Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema fotovoltaico. 64
Tabla 24: Cálculo de corriente máxima por tramo de cables en un sistema fotovoltaico. 64
Tabla 25: Longitud por tramo de cables en un sistema fotovoltaico. 65
Tabla 26: Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema fotovoltaico. 65
Tabla 27: Ecuación para el rendimiento global de una instalación eólica. 68
Tabla 28: Ecuaciones para la obtención del número de aerogeneradores necesarios. 68
Tabla 29: Ecuación para la capacidad necesaria de baterías en instalación eólica. 69
Tabla 30: Ecuación para la cantidad de baterías necesarias en una instalación eólica. 70
Tabla 31: Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema eólico. 71
Tabla 32: Cálculo de corriente máxima por tramo de cables en sistema eólico. 71
Tabla 33: Longitud por tramo de cables en una instalación eólica. 72
Tabla 34: Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema eólico. 72
Tabla 35: Ecuación para el rendimiento global de una instalación eólico-solar. 75
Tabla 36: Ecuación para la energía generada por un aerogenerador en un mes. 76
Tabla 37: Ecuación para el número de paneles a implementar en sistema eólico-solar. 77
Tabla 38: Ecuación para la capacidad de baterías necesaria en sistema eólico-solar. 78
Tabla 39: Ecuación para el número de baterías necesarias en instalación eólico-solar. 78
Tabla 40: Ecuación para el cálculo de la corriente máxima por panel según temperatura. 79
Tabla 41: Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema eólico-solar. 80
Tabla 42: Calculo de corriente máxima por tramo de cables en un sistema eólico-solar. 81
Tabla 43: Longitud por tramo de cables en un sistema eólico-solar. 81
Tabla 44: Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema fotovoltaico. 82
Tabla 45: Resultados para instalación fotovoltaica tipo on grid con respaldo en cada cluster. 84
Tabla 46: Resultados para instalación fotovoltaica tipo híbrida en cada cluster. 85
Tabla 47: Resultados para instalación fotovoltaica tipo SDA en cada cluster. 86
Tabla 48: Resultados para instalación eólica tipo on grid con respaldo en cada cluster. 87
Tabla 49: Resultados para instalación eólica tipo híbrida en cada cluster 87

Tabla 50: Resultados para instalación eólica tipo SDA en cada cluster 88
Tabla 51: Resultados para instalación eólico-solar tipo on grid con respaldo en cada cluster..... 89
Tabla 52: Resultados para instalación eólico-solar tipo híbrida en cada cluster..... 90
Tabla 53: Flujo de caja tipo a utilizar para análisis económico de cada sistema por clusters..... 113
Tabla 54: Valores de VAN y TIR según tipo de instalación solar en cada cluster. 114
Tabla 55: Valores de VAN y TIR según tipo de instalación eólica en cada cluster..... 114
Tabla 56: Valores de VAN y TIR según tipo de instalación eólico-solar en cada cluster. 115
Tabla 57: Tipos de instalación con mayor factibilidad en cada cluster según la demanda energética a cubrir. 116
Tabla 58: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación solar con 1 panel fotovoltaico adicional. 117
Tabla 59: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel fotovoltaico adicional. 117
Tabla 60: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación solar con 2 paneles fotovoltaicos adicionales..... 118
Tabla 61: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles fotovoltaicos adicionales..... 118
Tabla 62: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólica con 1 aerogenerador adicional. 119
Tabla 63: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 aerogenerador adicional. 119
Tabla 64: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel y 1 aerogenerador adicional. 120
Tabla 65: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles y 1 aerogenerador adicional. 120
Tabla 66: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel y 2 aerogeneradores adicionales. 120
Tabla 67: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles y 2 aerogeneradores adicionales. 121
Tabla 68: HSP diarias promedio en Arica para planos con distintas inclinaciones. 125
Tabla 69: HSP diarias promedio en Iquique para planos con distintas inclinaciones..... 125
Tabla 70: HSP diarias promedio en Antofagasta para planos con distintas inclinaciones..... 126
Tabla 71: HSP diarias promedio en Copiapó para planos con distintas inclinaciones..... 126
Tabla 72: HSP diarias promedio en La Serena para planos con distintas inclinaciones..... 127
Tabla 73: HSP diarias promedio en Valparaíso para planos con distintas inclinaciones..... 128
Tabla 74: HSP diarias promedio en Santiago para planos con distintas inclinaciones. 128
Tabla 75: HSP diarias promedio en Santiago para planos con distintas inclinaciones. 129
Tabla 76: HSP diarias promedio en Talca para planos con distintas inclinaciones. 129
Tabla 77: HSP diarias promedio en Chillán para planos con distintas inclinaciones. 130
Tabla 78: HSP diarias promedio en Concepción para planos con distintas inclinaciones. 130
Tabla 79: HSP diarias promedio en Temuco para planos con distintas inclinaciones..... 131
Tabla 80: HSP diarias promedio en Valdivia para planos con distintas inclinaciones. 132
Tabla 81: HSP diarias promedio en Puerto Montt para planos con distintas inclinaciones..... 132
Tabla 82: HSP diarias promedio en Coyhaique para planos con distintas inclinaciones..... 133
Tabla 83: HSP diarias promedio en Punta Arenas para planos con distintas inclinaciones..... 133
Tabla 84: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Arica..... 135
Tabla 85: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Iquique. 135
Tabla 86: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Antofagasta. 135
Tabla 87: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Copiapó. 135
Tabla 88: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de La Serena. 136
Tabla 89: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valparaíso. 136
Tabla 90: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Santiago..... 136

Tabla 91: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Rancagua. 137
Tabla 92: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Talca. 137
Tabla 93: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Chillán. 137
Tabla 94: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Concepción..... 137
Tabla 95: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Temuco. 138
Tabla 96: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valdivia. 138
Tabla 97: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Puerto Montt. 138
Tabla 98: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Coyhaique. 139
Tabla 99: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Punta Arenas. 139
Tabla 100: Perfil de viento de las ciudades de cada cluster a 10 m desde la superficie. 140
Tabla 101: Temperaturas mínimas y máximas absolutas registradas en cada cluster. 141
Tabla 102: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar fotovoltaica en la Región de Arica. 143
Tabla 103: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Arica y Parinacota. 144
Tabla 104: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Arica y Parinacota. 145
Tabla 105: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar fotovoltaica en la Región de Tarapacá. 146
Tabla 106: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Tarapacá. ... 147
Tabla 107: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Tarapacá. 148
Tabla 108: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Antofagasta.. 149
Tabla 109: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Antofagasta. 150
Tabla 110: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Antofagasta. 151
Tabla 111: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Atacama. 152
Tabla 112: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Atacama. 153
Tabla 113: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Atacama. 154
Tabla 114: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Coquimbo. . 155
Tabla 115: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Coquimbo. . 156
Tabla 116: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Coquimbo. 157
Tabla 117: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Valparaíso.... 158
Tabla 118: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Valparaíso.. 159
Tabla 119: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Valparaíso. 160
Tabla 120: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Metropolitana. 161
Tabla 121: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región Metropolitana. 162
Tabla 122: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región Metropolitana. 163
Tabla 123: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de O'Higgins. ... 164
Tabla 124: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de O'Higgins. . 165
Tabla 125: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de O'Higgins. 166
Tabla 126: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región del Maule. 167
Tabla 127: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región del Maule. 168
Tabla 128: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región del Maule. 169
Tabla 129: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Ñuble. 170

Tabla 130: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Ñuble..... 171
Tabla 131: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Ñuble. 172
Tabla 132: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región del Biobío. 173
Tabla 133: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico en la Región del Biobío. 174
Tabla 134: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región del Biobío. 175
Tabla 135: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de La Araucanía.176
Tabla 136: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de La Araucanía. 177
Tabla 137: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de La Araucanía. 178
Tabla 138: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Los Ríos..... 179
Tabla 139: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Los Ríos. 180
Tabla 140: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Los Ríos. 181
Tabla 141: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Los Lagos. ... 182
Tabla 142: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Los Lagos... 183
Tabla 143: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Los Lagos. 184
Tabla 144: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Aysén..... 185
Tabla 145: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Aysén. 186
Tabla 146: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Aysén.187
Tabla 147: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Magallanes... 188
Tabla 148: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Magallanes. . 189
Tabla 149: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Magallanes. 190

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de paneles solares necesarios por caso en cada cluster geográfico. 93
Gráfico 2: Generación por tipo de instalación fotovoltaica durante mes menor radiación. 94
Gráfico 3: Generación eléctrica anual por tipo de sistema fotovoltaico. 95
Gráfico 4: Aerogeneradores necesarios tipo de instalación eólica en cada cluster. 97
Gráfico 5: Generación por tipo de instalación eólica en clusters durante mes menor viento..... 99
Gráfico 6: Generación anual por tipo de instalación eólica. 100
Gráfico 7: Generación de una instalación eólico-solar on grid con respaldo en condiciones menos favorables. 102
Gráfico 8: Generación de una instalación eólico-solar híbrida en condiciones menos favorables. ... 104
Gráfico 9: Generación eléctrica anual en una instalación eólico-solar on grid con respaldo..... 105
Gráfico 10: Generación eléctrica anual en una instalación eólico-solar híbrida..... 107
Gráfico 11: Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster. 108
Gráfico 12: Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster. 109
Gráfico 13: Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster. 110

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres por siempre estar conmigo y por su apoyo incondicional en cada etapa y momento de mi vida. Gracias por cada uno de sus esfuerzos, consejos y palabras de experiencia, las cuales me han otorgado valores que hoy me permiten ser quien soy. También quiero agradecer a mi hermana Gabriela, quien más que mi hermana ha sido mi segunda mamá; gracias por siempre acompañarme, alegrarme con tus chistes, y sobre todo, por guiarme en mis decisiones más importantes y ser un referente para mí.
Los quiero mucho.

Quiero agradecer también a mis amigos, especialmente a los del colegio y universidad, con quienes he compartido los momentos más tensos, pero también los más inolvidables, los cuales siempre recordaré con cariño y alegría. Gracias por hacer cada etapa tan especial y por su apoyo en cada desafío, agradezco la oportunidad de haberlos conocido y sin duda nada habría sido igual sin ustedes.

También, quiero agradecer encarecidamente a Karina Gutiérrez, madre de Román Zenteno, quien me ayudó con los datos e información necesaria sobre electrodependencia en la que pudo basarse este trabajo. También agradezco a Catalina Bravo, quien me ayudó con sus conocimientos en el área de salud, y además siempre me brindó su apoyo, compañía y palabras de ánimo para seguir adelante. Muchas gracias por todo.

ABSTRACT

Since the beginning of the 20th century, electricity has become one of the main needs for human development worldwide, both for people and industry, as it is capable of providing lighting, refrigeration, powering equipment that facilitate daily life, such as washing machines, stoves, among others. Despite this, today there are still homes in our country without electricity supply, or it is only partially supplied, which makes it impossible to maintain the current rhythm and way of life. However, for electro-dependent patients, i.e. those who need medical equipment to maintain their vital functions, electricity is a resource on which they are totally dependent, and an interruption of supply can have serious and even fatal consequences. On the other hand, in the case of electro-dependent patients who are hospitalized at home, electricity costs due to their high energy demand can become very high, adding to the fact that in Chile there are still no laws that support families of electro-dependent patients with this type of expenses.

Due to these energy uncertainties, together with the high monthly costs of electricity create the need to look for alternatives that can on the one hand ensure a continuous supply of electricity, and on the other hand reduce the cost of electricity services. For this reason, the objective has been to propose a safe, reliable and low environmental impact self-supply system for electro-dependent patients based on solar and wind energy that ensures a 24-hour autonomy, which is adapted to the geographical conditions of the patient.

The methodology used corresponds in the first instance to the identification of the most common medical equipment used by electro-dependent patients and their respective electricity consumption, in order to characterize an average consumption profile, also identifying the total energy demand of a home with an electro-dependent patient. With this defined, the levels of

radiation and average wind speed in each region of Chile are analyzed, which are called clusters. From this, it is carried out the sizing and technical evaluation of different types of solar, wind and wind-solar installations in each cluster that can cover the demand consumed by the home of an electro-dependent patient, or just the consumption of their medical equipment on a monthly or annual basis. Subsequently, it is made an economic evaluation of each type of dimensioned installation, in order to know the feasibility of its implementation when using consumer credits as a method of financing for the initial investment. Based on the above, the most feasible type of installation for self-supply in each cluster is finally obtained.

Based on the results obtained, it is highlighted that implementing an installation that covers the total demand of an electro-dependent patient's home is the most technically and economically feasible solution in most of the clusters, since, as a greater number of photovoltaic panels or wind turbines are needed to generate such energy demand, there will also be a greater amount of energy surplus, which is valued by the electricity distribution companies. In addition, solar and wind-solar installations stand out as those with the highest profitability in most of the clusters. This leads to the conclusion that the use of an electricity generation system based on renewable energies is a feasible solution to ensure a continuous and safe electricity system for electro-dependent patients in areas with and without access to electricity distribution networks.

RESUMEN EJECUTIVO

Desde comienzos del siglo XX, la electricidad se ha convertido en una de las principales necesidades para el desarrollo humano a nivel mundial, tanto para personas como para la industria, pues es capaz de proveer de iluminación, refrigeración, alimentar equipos que facilitan el diario vivir, tales como lavadores, estufas, entre otras. A pesar de ello, hoy en día aún existen hogares sin suministro de energía eléctrica en nuestro país, o esta es tan solo suministrada de manera parcial, lo cual imposibilita mantener el ritmo y la forma de vida actual. Sin embargo, para los pacientes electrodependientes, es decir, aquellos que necesitan de equipos médicos para mantener sus funciones vitales, la electricidad corresponde a un recurso del cual dependen totalmente, y una interrupción del suministro puede traer consecuencias graves e incluso fatales. Por otro lado, en el caso de pacientes electrodependientes con hospitalización domiciliaria, los costos por electricidad debido a su alta demanda de energía pueden llegar a ser muy elevados, sumando a que en Chile aún no existen leyes que apoyen con este tipo de gastos a familiares de pacientes electrodependientes.

Debido a estas incertidumbres energéticas, en conjunto con los elevados costos mensuales de energía eléctrica crean la necesidad de buscar alternativas que puedan por un lado asegurar un suministro continuo de electricidad, y por otro lado disminuir el gasto por servicios eléctricos. Por esta razón, se ha tenido como objetivo proponer un sistema de autoabastecimiento seguro, confiable y de bajo impacto ambiental para pacientes electrodependientes en base a energía solar y eólica que asegure una autonomía de 24 horas, el cual se adecúe a las condiciones geográficas del paciente.

La metodología utilizada corresponde en primera instancia a la identificación de los equipos

médicos más comunes utilizados por pacientes electrodependientes y su respectivo consumo eléctrico, con el fin de caracterizar un perfil de consumo promedio, identificándose además la demanda de energía total de una vivienda con un paciente electrodependiente. Con esto definido, se analizan los niveles de radiación y velocidad de viento promedio en cada región de Chile, las cuales se denominan como clusters. A partir de ello, se realiza el dimensionamiento y evaluación técnica de distintos tipos de instalaciones solares, eólicas y eólico-solares en cada cluster que puedan cubrir la demanda consumida por la vivienda de un paciente electrodependiente, o tan solo el consumo de sus equipos médicos a nivel mensual o anual. Posteriormente, se realiza una evaluación económica de cada tipo de instalación dimensionada, a fin de conocer la factibilidad de su implementación al utilizarse créditos de consumo como método de financiamiento para la inversión inicial. A partir de lo anterior, se obtiene finalmente el tipo de instalación más factible para un autoabastecimiento en cada cluster.

En base a los resultados obtenidos, se destaca que implementar una instalación que cubra la demanda total de la vivienda de un paciente electrodependiente es la solución más factible técnica y económicamente en la mayor parte de los clusters, ya que, al necesitarse una mayor cantidad de paneles fotovoltaicos o aerogeneradores para generar tal demanda de energía, también se tendrá una mayor cantidad de excedentes energéticos, los cuales son valorizados por las empresas de distribución eléctrica. Además, destacan las instalaciones solares y eólico-solares como aquellas con mayor rentabilidad en la mayor parte de los clusters. Esto permite concluir que el uso de un sistema de generación eléctrica en base a energías renovables es una solución factible para asegurar un sistema eléctrico continuo y seguro para pacientes electrodependientes en zonas con acceso limitado a redes de distribución eléctrica.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La electrodependencia es una condición ligada a distintos tipos de enfermedades, lo cual genera que quienes padezcan de esta condición requieran la utilización de equipos eléctricos para mantener sus funciones vitales, dependiendo su supervivencia del correcto funcionamiento de estos. Por este motivo, las familias de aquellos pacientes electrodependendientes con hospitalización domiciliaria deben incurrir en grandes gastos mensuales, principalmente en atención médica y electricidad.

Hoy en día, en Chile existen distintas leyes que ayudan y protegen a pacientes electrodependientes en materia energética, contando con distintos beneficios o atención preferencial por parte de distribuidoras eléctricas. A pesar de ello, los familiares de pacientes electrodependientes aún deben enfrentarse a altos costos debido a su demanda de energía, estando expuestos además a una amenaza aún más importante correspondiente a las interrupciones de suministro eléctrico. Estos significan un gran peligroso y pueden tener consecuencias fatales en los pacientes dada la interrupción del funcionamiento de los equipos que mantienen sus funciones vitales, los cuales en algunos casos no tienen baterías de respaldo, debiendo recurrirse a otras alternativas tales como asistencia manual o generadores tipo diésel, que en ocasiones son entregados por las distribuidoras eléctricas sin financiamiento de combustible.

La incertidumbre energética, junto a los costos ligados a la electrodependencia han dado lugar al surgimiento de distintas iniciativas populares que solicitan la creación de una nueva ley que garantice el suministro continuo por parte de distribuidoras eléctricas a los pacientes electrodependientes de todo el territorio nacional, debiendo existir un catastro oficial en poder

de la ONEMI en caso de catástrofe natural u otras situaciones de emergencia. Además, se solicita un descuento por kWh y la eliminación del cobro extra por sobreconsumo derivados de la hospitalización domiciliaria y sus múltiples necesidades.

Por esta razón, en el presente trabajo se evalúa las ventajas y desventajas de la utilización de distintos tipos de energías renovables no convencionales con respaldo de baterías por parte de pacientes electrodependientes con hospitalización domiciliaria, con la finalidad de estudiar en qué medida estas pueden disminuir los costos energéticos y ofrecer respaldo en caso de cortes de suministro eléctrico.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Proponer un sistema de autoabastecimiento seguro, confiable y de bajo impacto ambiental para pacientes electrodependientes, evaluando su factibilidad técnica y económica, adecuándose a las condiciones geográficas del paciente.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar un análisis e investigación de la cantidad de pacientes electrodependientes con hospitalización domiciliaria por región de Chile.
- Identificar un caso de paciente electrodependiente con hospitalización domiciliaria, considerando aspectos como los equipos utilizados, modo de utilización y consumo eléctrico de estos.
- Identificar el potencial de fuentes de energía renovable en función de la ubicación geográfica, determinando clusters geográficos que faciliten la evaluación técnica de proyectos.
- Dimensionar un sistema a base de energía renovable que en función de las condiciones de cada cluster y los requerimientos de los equipos del paciente electrodependiente permita lograr un autoabastecimiento de 24 horas.
- Determinar la factibilidad técnica y económica de los sistemas obtenidos, a través del análisis de distintos tipos de financiamiento.

3. ALCANCE

En el presente trabajo se realiza una evaluación de la utilización de distintas energías renovables no convencionales por parte de pacientes electrodependientes con hospitalización domiciliaria. En específico, se busca conocer el tipo de autogeneración más favorable en términos energéticos y económicos, teniendo en cuenta el consumo requerido por un paciente electrodependiente y los costos asociados a una instalación de este tipo.

Este estudio contemplará una investigación sobre los tipos de energías renovables que existen, y los distintos equipos y condiciones que deben existir para su aprovechamiento. Por otro lado, para conocer en mayor detalle el tipo y capacidad de la instalación necesaria, se averiguará sobre la demanda energética de los pacientes electrodependientes, utilizándose un caso base real de electrodependencia. Esto permitirá conocer los equipos y horarios de uso que comúnmente utilizan los pacientes, con el fin de obtener un consumo energético que se acerque a valores reales.

A partir de la información obtenida, se busca dimensionar sistemas que contemplen uno o varios tipos de energías renovables a fin de estudiar la factibilidad técnica y económica de cada caso en distintos clusters geográficos, determinando así su capacidad de autoabastecimiento y almacenamiento de energía.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Energías renovables

Son aquellas que provienen de fuentes consideradas como inagotables, caracterizándose porque sus procesos de transformación y aprovechamiento no son consumidos a escala humana, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o por su capacidad de regeneración a través del tiempo. Algunas fuentes de energía que se consideran como renovables con la solar, eólica, hidráulica, mareomotriz, entre otras. De igual manera, pueden ser catalogadas como renovables la energía proveniente de la biomasa, geotérmica o biocombustibles dependiendo de su modo de explotación. (Ministerio de Energía, s.f.)

Las energías renovables son clasificadas en convencionales y no convencionales, según el grado de desarrollo de las tecnologías necesarias para su aprovechamiento y la predominancia que estas tengan en los mercados energéticos en los que tengan presencia. Dentro de las convencionales, una de las más importantes y utilizadas a gran escala es la hidráulica. Por otro lado, en Chile se define como Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la energía solar, eólica y mareomotriz. A pesar de que esto es una concepción muy establecida en la actualidad, dado el desarrollo de sus tecnologías y demanda en el mercado es probable que alguna de ellas se convierta en convencional, especialmente en el caso de la energía solar, cuyo desarrollo e implementación ha aumentado de forma exponencial en la última década. (Ministerio de Energía, s.f.)

4.2 Energía solar

La radiación solar al ingresar a la atmósfera, en parte es reflejada, absorbida o transmitida. La radiación que llega a un punto está conformada por dos componentes: directa, la que llega directamente del sol, y la difusa, que viene reflejada por distintos cuerpos, principalmente

nubes. La suma de ambas componentes corresponde a la radiación global. La generación solar consiste en aprovechar la energía proveniente de la radiación solar, transformándola en otros tipos de energía, principalmente en electricidad o calor. Es una energía renovable y limpia puesto que se considera inagotable y no genera emisiones de dióxido de carbono en su producción (IDEAM, s.f.). Al ser comparada con otros tipos de energía, sus principales ventajas son:

- Energía renovable
- Recurso se puede considerar gratuito e ilimitado
- Tecnología establecida y en rápida evolución hacia la disminución de costos
- No genera emisiones de carbono ni GEI

También presenta desventajas, las principales son:

- El recurso presenta fluctuaciones diarias y estacionales
- Costos de generación más altos que la generación convencional con respecto al promedio
- Posee costos de mantención periódicos

4.3 Energía eólica

La energía eólica es un tipo de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. Esto se logra principalmente a través de aerogeneradores, los cuales transforman la energía cinética del viento en energía mecánica útil para la generación de electricidad. (Generadoras de Chile, s. f.). Este tipo de energía es totalmente limpia y corresponde a una de las más utilizadas en el mundo junto con la energía solar, siendo claves para la transición energética y lograr la descarbonización de la economía. Por esta razón, la energía eólica ha comenzado a utilizarse tanto de forma industrial como doméstica para distintos tipos de soluciones,

principalmente en lugares donde la presencia del viento es un factor predominante (Iberdrola, 2021, 28 febrero). En comparación a otros tipos de energía, la energía eólica posee las siguientes ventajas;

- Limpia
- Inagotable
- La obtención de energía posee bajos costos o nulos
- Segura, con bajo impacto medioambiental

Por otro lado, este tipo de energía posee las siguientes desventajas;

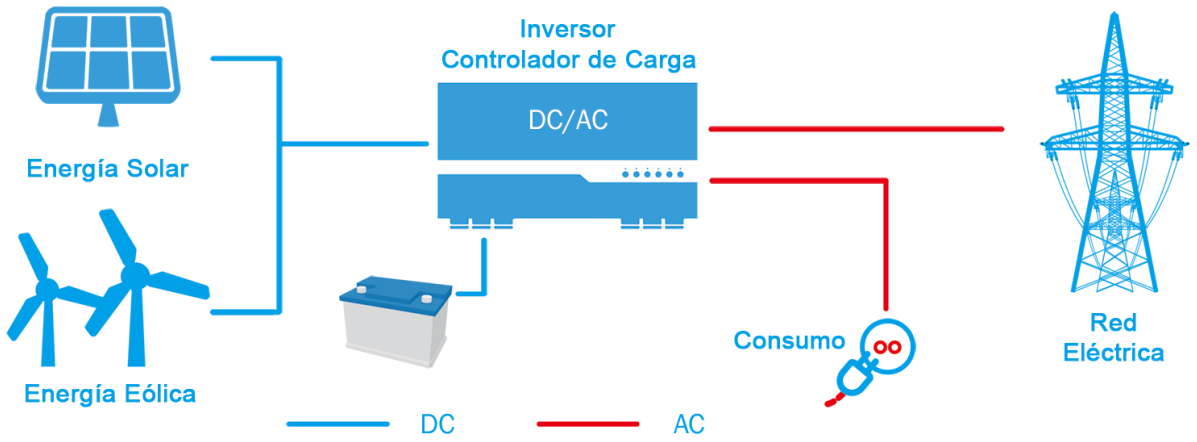
- Depende del clima
- La inversión inicial necesaria en equipos es alta

4.4 Factores técnicos

4.4.1 Sistema on grid con back-up (respaldo)

El sistema on grid con respaldo es el más común de todos, pues corresponde a un sistema de autoabastecimiento eléctrico parcial que se caracteriza por estar conectado a una red de distribución eléctrica. Con un sistema back-up es posible almacenar la energía generada por los paneles y aerogeneradores en baterías, lo que favorece el suministro de energía en casos de caída de la red de distribución, y además permite la maximización del autoconsumo, pues la cantidad de energía autogenerada disminuye la energía que debe comprarse a la distribuidora de electricidad. Sumado a esto, gracias a la nueva Ley N°20.571, la inyección de excedentes de electricidad generados por un sistema on-grid a la red de distribución son valorizados y descontados de la factura eléctrica, lo cual aumenta los ahorros en términos de costos. (Tesla Energy, s. f.).

Ilustración 1: *Representación de un sistema on grid eólico-solar con back-up.*



***Nota*:** Se destaca el inversor, equipo que recibe corriente alterna desde la red de distribución y corriente generada por los paneles solares y aerogeneradores. El inversor, además de sincronizar ambos tipos de corriente para poder brindar corriente alterna apta para el consumo, también inyecta los excedentes de corriente hacia la red de distribución. (Fuente: Future Green Technology, 2019)

4.4.2 Ley N°20.571

La Ley N°20.571 entrega el derecho a los usuarios de distribuidoras eléctricas a vender sus excedentes energéticos, siempre y cuando sean generados en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) o cogeneración eficiente. El precio al que los usuarios pueden vender energía está regulado, y este puede ser el mismo al que la empresa cobra a sus clientes por consumo. (CGE, s.f.)

Desde la última modificación a esta Ley, realizada el 9 de enero de 2018, se establece un límite de capacidad autogenerada de 300 kW, con el fin de potenciar proyectos de autoconsumo mayores, enfocados en actividades productivas. Para esto, se establece que después de tiempos prolongados, los excedentes inyectados que no han sido descontados de la cuenta de

electricidad del establecimiento donde se encuentra el sistema de generación, puedan ser descontados de otros establecimientos del mismo propietario donde se tenga la misma distribuidora eléctrica. (Ministerio de Energía, 2018)

3.2.2. Proceso de Conexión Ley N°20.571

La Ley N°20.571 otorga el derecho de generación de energía eléctrica para el autoconsumo e inyectar los excedentes a la red de distribución eléctrica, denominándose esto último comúnmente como Netbilling. Sin embargo, para poder inyectar excedentes a la red, es necesario realizar en primera instancia distintos trámites y solicitudes, los cuales se detallan a continuación:

- **Solicitud de información y/o Solicitud de conexión**

  Corresponde a la etapa inicial, en la que el cliente puede solicitar información técnica de sus instalaciones mediante un Formulario de Solicitud de Información, existiendo un plazo máximo de 10 días hábiles por parte de la empresa distribuidora. Por otro lado, si el cliente conoce su capacidad instalada puede comenzar el proceso mediante una Solicitud de Conexión, existiendo un plazo máximo de 20 días hábiles para la respuesta de la empresa distribuidora.

- **Respuesta por parte de empresa distribuidora**

  Una vez recibida la Solicitud de Conexión, la empresa analizará los antecedentes, indicando dentro de su respuesta la Capacidad Instalada Permitida (CIP) y la necesidad o no de obras adicional y/o adecuaciones, además de indicar los costos asociados a la conexión.

- **Ejecución y Notificación de Conexión**

Posterior a la respuesta por parte de la empresa distribuidora, el cliente tiene un plazo de 20 días hábiles para firmar una Manifestación de Conformidad, contando desde entonces con 6 meses para la ejecución de la instalación, realizar la Declaración de Puesta en Servicio y finalmente la Notificación de Conexión.

Cabe destacar que todos los formularios y documentos necesarios para el proceso de conexión deben registrarse en el portal de la SEC de Generación Ciudadana. Por otro lado, la realización de trámites e inspecciones por parte de la compañía distribuidora poseen distintos costos asociados.

4.4.3 Componentes para sistemas fotovoltaico y eólico

Dado que los sistemas fotovoltaicos y eólicos necesitan distintos equipos imprescindibles para su correcto funcionamiento, debe tenerse en conocimiento cuales son aquellos que deben incorporarse a una instalación en la que se emplearán ambos tipos de sistemas, con la finalidad de que la energía generada pueda utilizarse en conjunto con la proveniente de la red eléctrica. A continuación, se detallan los equipos necesarios para cada sistema:

Fotovoltaico	Eólico
• Paneles fotovoltaicos	• Aerogenerador
• Inversor AC/DC	• Inversor AC/DC
• Regulador de carga	• Regulador de carga
• Baterías	• Baterías
• Cables	• Cables

Como es posible observar, ambos tipos de sistema utilizan los mismos equipos para su funcionamiento, diferenciándose principalmente en el componente generador, correspondiendo en los sistemas fotovoltaicos y eólicos a los paneles y aerogeneradores respectivamente.

4.4.3.1 Paneles fotovoltaicos

Un panel fotovoltaico está compuesto por un conjunto de celdas solares que se encuentran conectadas eléctricamente entre sí en serie y paralelo, para poder conseguir el voltaje adecuado para su utilización. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, lo que en conjunto se denomina radiación global, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados. A su vez, las celdas solares están formadas por células fotovoltaicas compuestas por silicio, material sensible a la luz. Cuando la luz solar incide sobre la célula fotovoltaica, esta forma una capa de carga positiva y una de carga negativa, generado esta diferencia de potencial una corriente continua (IM2 Energía Solar, 2016). Dependiendo de la disposición de los átomos de silicio, existen diferentes tipos de células fotovoltaicas:

- Monocristalinas: son fabricadas a partir de un solo cristal de silicio, siendo el tipo de célula fotovoltaica más eficiente.
- Policristalinas: son fabricadas a partir de un conjunto de cristales de silicio que se funden y luego se vuelven a fusionar, siendo menos eficientes que las células monocristalinas.
- Amorfas: no están formadas por cristales de silicio, y están formados por un conjunto de sustratos de vidrio, plástico o silicio, siendo más finos y flexibles, pero menos eficientes.

Ilustración 2: *Representación de un panel y una celda solar.*

Fuente: Pérez, M., s. f.

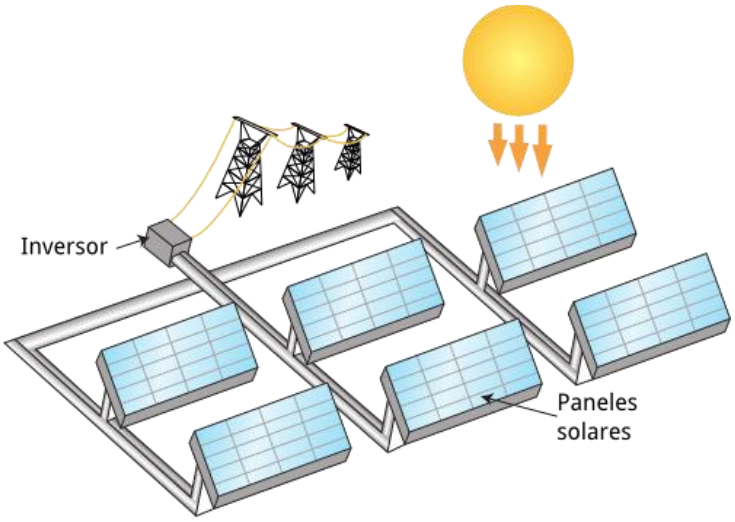
Ilustración 3*: Representación de celda solar, donde pueden apreciarse las células fotovoltaicas.*

Fuente: Silva, I., 2019.

Por otro lado, para que los paneles solares consigan la mejor captación de luz y logren su máximo rendimiento, es importante que cuenten con una correcta orientación y grado de

inclinación, adecuado a la temporada de uso y ubicación geográfica del lugar. Por ejemplo, en el caso de que los consumos del sistema fotovoltaico sean constantes durante todo el año, debe utilizarse la orientación e inclinación más adecuada para los meses de menor radiación, es decir, el invierno (Damia Solar, 2015).

Ilustración 4: *Representación de una instalación fotovoltaica en serie y paralelo con inclinación.*



Fuente: TecnoParador, s.f.

Para calcular la cantidad de paneles solares necesarios en una instalación fotovoltaica, es necesario conocer en primera instancia la potencia requerida por las cargas que se alimentarán del sistema. La cantidad de energía generada por los paneles para satisfacer la demanda de tales cargas dependerá de las condiciones de radiación existente en el lugar, lo cual puede medirse a través de las HSP. Las Hora Solar Pico miden la irradiación solar y puede definirse como las horas diarias en las que se tiene una hipotética irradiancia solar constante de 1000 [W/m^2] (Grupo Elektra, 2014).

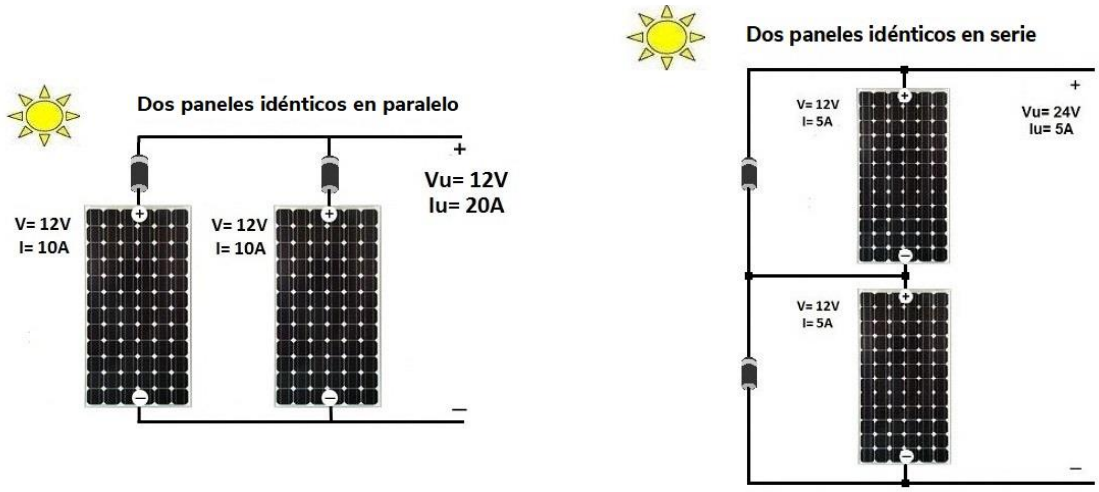
Para calcular las horas solar pico que se tienen durante un día es necesario conocer la irradiación incidente por metro cuadrado, pudiéndose así utilizar la siguiente ecuación:

$$HSP\ [h] = \frac{\sum Radiación\ incidente\ diaria\ total\ \ [\frac{Wh}{m^2}]}{1000\ [\frac{W}{m^2}]}$$

Es importante considerar que un sistema fotovoltaico debe proveer la energía requerida en las condiciones menos ideales, principalmente cuando la radiación solar es menor, por lo que para el dimensionamiento del sistema es recomendable utilizar las HSP en el mes más frio o de menor radiación solar.

El voltaje y corriente generados por los paneles dependerá de la configuración de los paneles, pues estos pueden ser conectados en paralelo, serie o de forma mixta. Cuando los paneles se encuentran conectados en paralelo, el voltaje irá aumentando según la cantidad de paneles manteniéndose constante la intensidad de corriente, mientras que, al conectarse en paralelo, la corriente irá aumentando, manteniéndose constante el voltaje. En ambos casos, la potencia generada por los paneles será la potencia total generada por todos los paneles en conjunto.

Ilustración 5: *Conexión de paneles en serie y paralelo.*



Nota: Ejemplo de la conexión de paneles en serie y paralelo, junto con los voltajes e intensidades de cada tipo de configuración. Fuente: MPPT Solar, s.f.

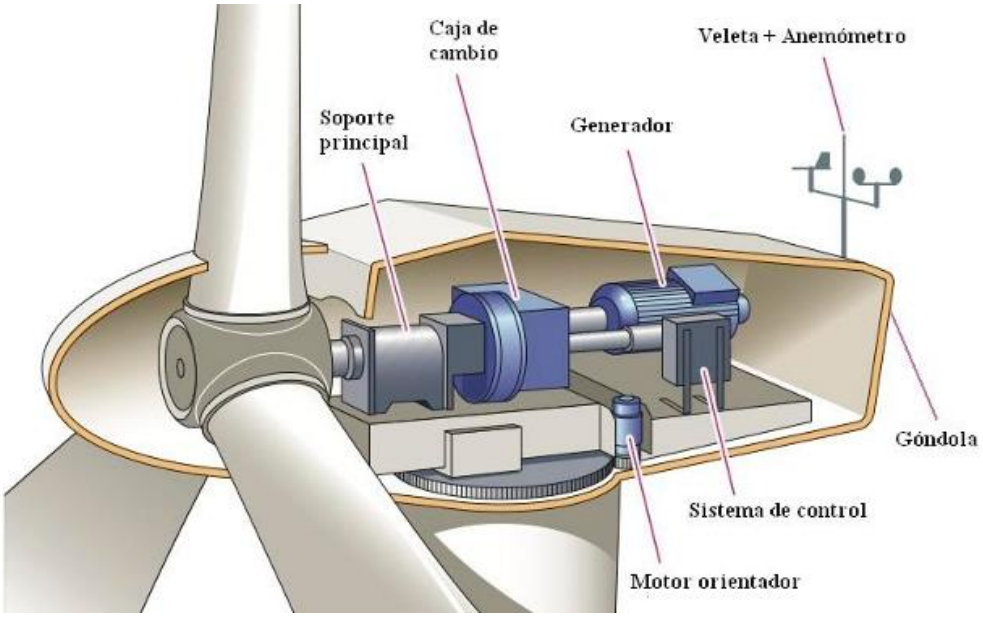
4.4.3.2 Aerogeneradores

Un aerogenerador es un dispositivo que transforma la energía cinética del viento en energía eólica. Esto se logra mediante sus palas que giran gracias a la velocidad del viento, estando unidas a un eje que se ubica una parte del aerogenerador denominada “góndola”. En la “góndola”, el eje se encuentra comunicado con una caja de cambios que aumenta la rapidez de rotación del eje, para así lograr una mayor generación por parte del generador al que se encuentra conectado (AutoSolar, 2015).

Generalmente, los aerogeneradores comienzan a funcionar cuando el viento alcanza velocidad entre 3 a 4 metros por segundo, logrando sus potencias máximas a distintas velocidades según el tipo de aerogenerador. Sin embargo, para lograr un óptimo funcionamiento, el aerogenerador debe orientarse en la mejor dirección posible para aprovechar la máxima cantidad de energía cinética del viento. Esto es posible gracias a distintos instrumentos, tales como la veleta -la cual

hace girar al aerogenerador en la dirección del viento-, y el anemómetro, instrumento que mide la velocidad del viento (Training Team Rescue, 2019). A continuación, se presenta una imagen de un aerogenerador tipo con algunos de sus componentes mencionados anteriormente:

Ilustración 6: *Representación de un aerogenerador con eje horizontal.*



Fuente: Energías Renovadas, 2012.

El funcionamiento de un aerogenerador depende de distintas variables, en específico, de parámetros tales como la velocidad promedio anual del viento, junto con la altura del aerogenerador y la distribución de frecuencia de la velocidad, es decir, la estimación de horas que el viento sopla a distintas velocidades durante el año, permitirá obtener la cantidad de energía que un aerogenerador puede generar (Energía Renovable Departamento de Energía, EE.UU., 2007). Además, es importante destacar que la velocidad del viento es proporcional a la altura desde la superficie, por lo que mientras mayor sea la altura a la que se encuentre el rotor del aerogenerador, mayor será la velocidad del viento a la que esté expuesto, logrando

una mayor generación.

Hoy en día, los aerogeneradores que predominan en instalaciones de energía eólica son los de eje horizontal, es decir, aquellos que su eje de rotación es paralelo al movimiento del viento, llamados HAWT. Sin embargo, con el desarrollo de nuevas tecnologías en este tipo de generación han surgido aerogeneradores de eje vertical, llamados VAWT, los cuales se utilizan mayormente en instalaciones de baja potencia, y pueden en algunos casos lograr una mayor eficiencia que aquellos de eje horizontal. Dentro de los aerogeneradores de eje vertical es posible encontrar los siguientes tipos (Vector Renewables, 2022):

- Savonius: Pueden tener diferentes formas de pala y ejes de transmisión diferenciales
- Daerrius: Cuenta con palas curvas que giran sobre su eje
- Turbina mixta: Mezcla los tipos Savonius y Daerrius
- Giromill: Cuentan con palas verticales unidas al eje de rotación por brazos horizontales

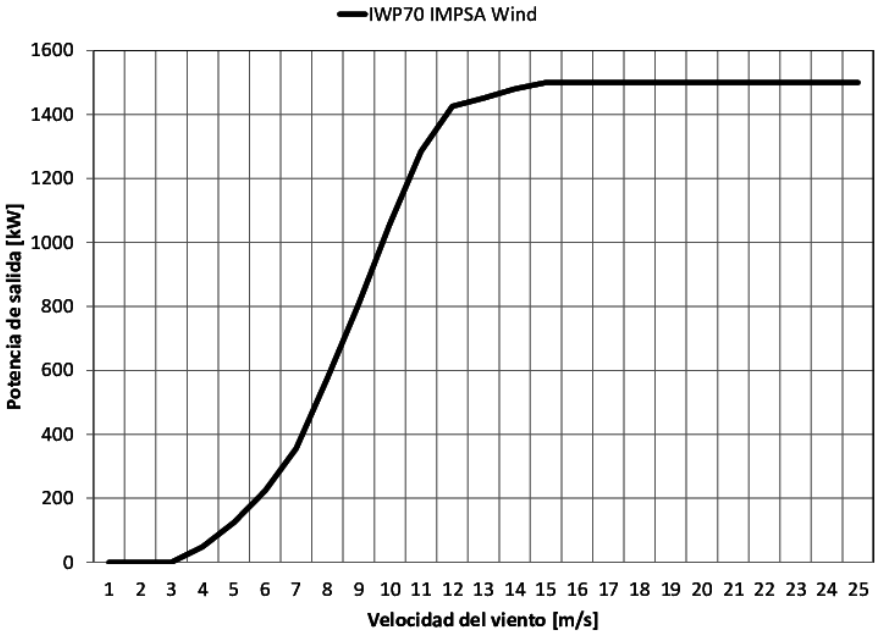
Ilustración 7: *Representación de un aerogenerador con eje vertical.*

Nota: Representación de un aerogenerador vertical tipo Giromill. Fuente: LBA Industrial, 2021.

De igual manera que los paneles fotovoltaicos, el dimensionamiento de la cantidad de aerogeneradores necesarios debe realizarse tomando en cuenta las velocidades promedio de viento mensual más bajas registradas durante el año, para así asegurar el suministro de energía necesario en las condiciones menos favorables.

Dado que la velocidad del viento no es constante y puede fluctuar significativamente durante el día y estaciones del año, la generación de energía por parte de un aerogenerador será siempre variable y no podrá producir su máxima potencia en todo momento. Además, dado que los rendimientos de los aerogeneradores dependen de sus modelos y fabricantes, la ecuación X para la potencia teórica de un aerogenerador puede diferir respecto a la potencia real generada. Por ello, cada fabricante emite para sus modelos una curva de potencia, la cual define la potencia generada por un aerogenerador para cada velocidad de viento a la cual está sometido.

Ilustración 8*: Curva de potencia de un aerogenerador*.

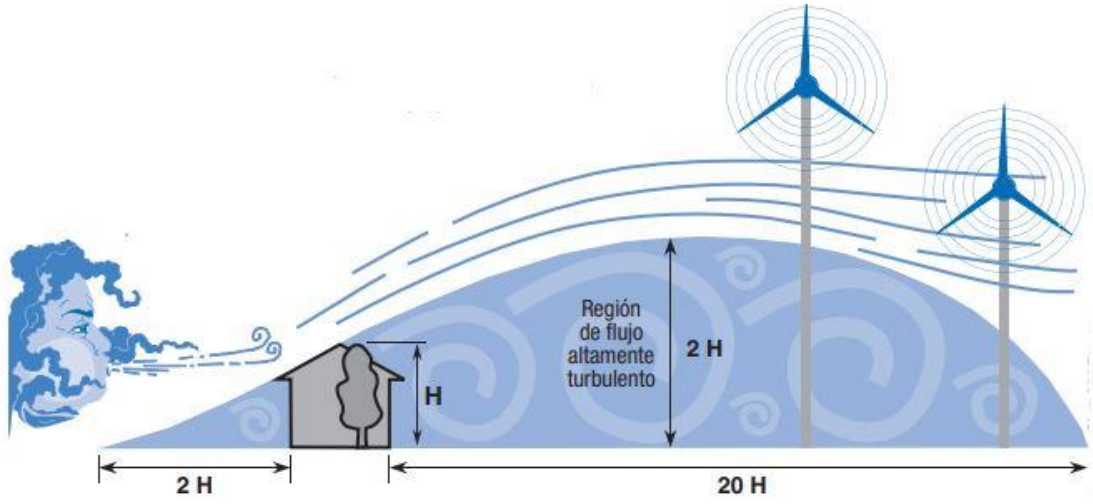


Nota: Curva de potencia de aerogenerador del fabricante IMPSA modelo IWP-70-1500

Fuente: The Wind Power, 2018.

Como es posible observar, los aerogeneradores comienzan a generar energía a partir de velocidades de viento entre 3 o 4 metros por segundo, llegando a su punto de máxima eficiencia y generación en velocidades en torno a los 15 metros por segundo, según el tipo de aerogenerador. Por otro lado, es importante considerar que las turbulencias locales y terrenos complejos pueden implicar que ráfagas de viento golpeen el rotor desde diversas direcciones, por lo que la curva puede variar ligeramente en distintas localizaciones (Danish Wind Industry Association, 2003).

Ilustración 9: *Turbulencia provocada por una vivienda.*



Nota: Influencia de una vivienda en el flujo de aire aledaño a un aerogenerador. Fuente: Energía Renovable Departamento de Energía, EE.UU., 2007.

4.4.3.3 Baterías (o acumuladores)

Durante el día, la generación de energía por parte de los paneles y aerogeneradores puede presentar variaciones por diversas razones tales como la incidencia de la radiación directa según la hora, condiciones meteorológicas, las estaciones del año, velocidad del viento, entre otras. Es por esta razón que es necesaria la utilización de un sistema de almacenamiento de energía,

con la finalidad de que pueda existir suministro de esta en momentos en los que no existe generación o la instalación no funcione en sus valores diseñados. Para ello, se utilizan baterías, las cuales son capaces de almacenar la energía eléctrica generada como energía química para su almacenamiento, pasando primeramente por un regulador de carga. A su vez, las baterías pueden entregar su energía a la salida de la instalación donde será consumida, pasando de ser química a eléctrica nuevamente.

Para el dimensionamiento de una instalación de autogeneración, es crucial tener en consideración los siguientes aspectos para elegir una batería;

- **Eficiencia de carga**: corresponde a la relación entre la energía necesaria para recargar la batería, y la que efectivamente es almacenada, debiendo ser la más alta posible.
- **Profundidad de descarga**: se refiere al porcentaje de la capacidad total de la batería que se obtiene durante una determinada descarga, estando inicialmente la batería llena.
- **Días de autonomía**: corresponde a la cantidad total de días que la instalación puede funcionar alimentándose de una carga completa de la(s) batería(s).

Teniendo en cuenta lo anterior, para poder calcular cuantas baterías se necesitarán, se debe conocer cuanta es la capacidad total de almacenamiento que se necesitará. Con esto, es posible elegir una o varias baterías, las cuales pueden configurarse en serie o paralelo para satisfacer los requerimientos de la instalación, en términos de voltaje y almacenamiento de funcionamiento.

4.4.3.4 Regulador de Carga

Para que la instalación funcione correctamente, es necesaria la utilización de un sistema que regule la carga proveniente desde los paneles y aerogeneradores hacia las baterías. Para ello, se

utiliza un regulador de carga, siendo su principal función el control de los niveles de carga y descarga de la batería, con la finalidad de que esta funcione en niveles óptimos que puedan alargar su vida útil.

Un ejemplo de la importancia del regulador de carga es que, por ejemplo, el dimensionamiento de una instalación solar se realiza de tal manera que asegure el suministro necesario en los meses de menor radiación solar, es decir, en invierno. Sin embargo, dado que en los meses de verano la radiación solar es mucho mayor, la tensión proveniente de los paneles puede llegar a ser el doble de la calculada para los meses de invierno, lo que puede generar daños en la batería si es que no existe un regulador.

Por otro lado, algunos reguladores poseen salidas para cargas que utilicen corriente continua, por lo que además de regular los niveles de tensión que entran en la batería, también regulan la energía eléctrica proveniente de los paneles o aerogeneradores para que puedan alimentar equipos que utilicen este tipo de corriente.

Para elegir un regulador, es crucial considerar la intensidad de corriente proveniente del grupo generador, y además el voltaje o tensión que tendrá el sistema, lo cual dependerá del tipo de configuración que tengan los paneles y aerogeneradores, ya sea en serie o paralelo. Además, como margen de seguridad, el regulador debe ser capaz de trabajar con una intensidad de corriente un 10% mayor a la intensidad de corriente máxima proveniente del grupo generador.

4.4.3.5 Inversor

Un inversor es un equipo que tiene como objetivo convertir la corriente continua proveniente desde los paneles solares y aerogeneradores en corriente alterna, igual a la que se utiliza en redes eléctricas, con un voltaje de 220V y 50 Hz en Chile. Los inversores son indispensables en instalaciones que se encuentran conectadas a una red de distribución eléctrica, especialmente

en el caso de viviendas, dado que los artefactos y electrodomésticos de uso habitual necesitan este tipo de corriente.

En el caso de instalaciones que se encuentras conectadas a una red de distribución eléctrica, es necesario que el inversor, además de convertir la corriente continua en alterna, pueda sincronizar la onda eléctrica generada por el sistema con la de la red, asegurando así su compatibilidad y uso seguro. Algunos conceptos importantes a tener en cuenta para la elección de un inversor en el dimensionamiento de una instalación serán;

- **Potencia**: esta determinará la potencia máxima que el inversor podría suministrar a la instalación o vivienda en óptimas condiciones.
- **Fases**: determinará el tipo de onda que tendrá la corriente dentro de la vivienda, y el tipo de artefactos que podrán utilizarse.
- **Rendimiento**: será mayor mientras más próximos estemos a la potencia nominal del inversor, por lo tanto, se debe hacer coincidir la potencia pico proveniente de los paneles con la potencia nominal del inversor para que no existan pérdidas.
- **Regulación de la tensión y frecuencia de salida**: el regulador debe hacer coincidir la fase proveniente de los paneles y aerogeneradores con la de la red eléctrica distribuida.

Además, es importante considerar que el inversor servirá sólo para los equipos que utilicen corriente alterna, por lo que será necesario sumar todos los posibles consumos en este tipo de corriente, obteniéndose así la potencia mínima que deberá soportar el inversor.

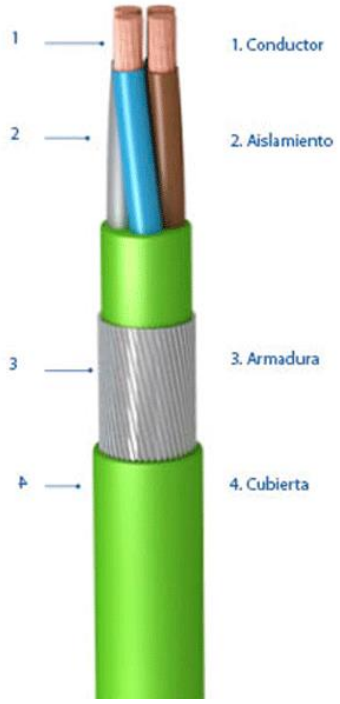
4.4.3.6 Cables

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad, siendo indispensables en cualquier tipo de instalación eléctrica. El principal material con el que están

fabricados es cobre debido a su alto grado de conductividad, utilizándose también el aluminio, más económico que el cobre pero con un grado de conductividad menor. Los cables eléctricos poseen distintos componentes, los cuales se detallan a continuación (MasVoltaje, 2016):

- **Conductor eléctrico**: corresponde al componente que transporta la electricidad, pudiendo estar constituido por uno o más hilos de material conductor, generalmente cobre o aluminio.
- **Aislamiento**: recubre al conductor, encargándose de que la corriente eléctrica no escape del cable y pueda ser transportada desde principio a fin.
- **Capa de relleno o Armadura**: se encuentra entre el aislamiento y el conductor, encargándose de que el cable conserve un aspecto redondo y homogéneo ya que los conductores pueden variar en su forma.
- **Cubierta**: corresponde al material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

Ilustración 10: *Estructura de un cable conductor tipo.*



Nota: Estructura de un cable conductor tipo. Fuente: Top Cable, 2020.

En cuanto a los tipos de cables eléctricos, existen de distintos tipos, los cuales se adecúan a las distintas exigencias técnicas y condiciones a los que son sometidos. Estos pueden clasificarse principalmente por la tensión a la que pueden trabajar óptimamente, y el tipo de aislamiento que poseen, otorgándole propiedades para distintos tipos de condiciones. Respecto a la tensión, los cables se categorizan mediante los siguientes rangos de voltaje (MasVoltaje, 2016):

- **Cables de muy baja tensión**: hasta 50 [V]
- **Cables de baja tensión**: hasta 1000 [V]
- **Cables de media tensión**: hasta 30 [kV]
- **Cables de alta tensión**: hasta 66 [kV]
- **Cables de muy alta tensión**: encima de los 770 [kV]

Entre los cables de muy baja tensión, es posible destacar los cables solares, los cuales están especialmente fabricados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. El diseño de sus materiales y su cubierta especialmente resistente a la radiación solar y temperaturas extremas permiten que sean instalados a la intemperie, lo cual mejora el rendimiento general de la instalación debido a su menor degradación (AutoSolar, 2018). Así mismo, este tipo de cables también son óptimos para instalaciones con aerogeneradores, ya que estos también se encuentran expuestos a condiciones climatológicas adversas por periodos prolongados.

Por otro lado, las medidas de los cables eléctricos se suelen categorizar en calibres, si se habla del sistema AWG (American Wire Gauge), aunque generalmente es más utilizado el sistema métrico, donde se mide el diámetro del cable en milímetros cuadrados. La siguiente tabla representa la equivalencia entre ambos sistemas y el tipo de corrientes con el que se puede trabajar según el calibre o sección que corresponda:

Tabla 1*: Equivalencia sistema AWG y sistema métrico.*

Sección en [mm2]	Calibre AWG	Corriente máxima		
		TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
2,5	14	15 A	15 A	15 A
4	12	20 A	20 A	20 A
6	10	30 A	30 A	30 A
10	8	40 A	50 A	55 A
16	6	55 A	65 A	75 A
25	4	70 A	85 A	95 A
35	2	95 A	115 A	130 A
50	1	110 A	130 A	145 A
70	1/0	125 A	150 A	170 A
70	2/0	145 A	175 A	195 A

95	3/0	165 A	200 A	225 A
120	4/0	195 A	230 A	260 A

Nota: Equivalencia entre calibres del sistema AWG y sistema métrico de secciones en milímetros cuadrados Fuente: MasVoltaje, 2016.

4.4.4 Alternativas de equipos para el dimensionamiento de sistemas

Con la finalidad de dimensionar los costos de una instalación fotovoltaica, se ha realizado una cotización de cada uno de los equipos necesarios para su funcionamiento, consultándose a distintos proveedores del mercado chileno los valores de cada equipo según su marca y especificaciones técnicas. Respecto a las alternativas para cada uno de los equipos necesarios, se han elegido aquellas que en términos económicos sea la más asequible y además posea todas las características necesarias para una instalación fotovoltaica del tipo "híbrida", es decir, que permita el suministro eléctrico tanto de paneles solares como red eléctrica.

4.4.4.1 Paneles solares

Tabla 2: *Cotización de paneles fotovoltaicos.*

Marca	Modelo	Tipo	Voltaje nominal	Potencia	Eficiencia	Intensidad Corto Circuito (Isc)	Voltaje Circuito Abierto (Voc)	Precio
RESUM	RS6E-150M	Mono-cristalino	12 V	150 W	15,2%	9,16 A	22,1 V	$ 64.400
Risen	RSM72-6-330P	Poli-cristalino	24 V	330 W	17,8%	9,30 A	45,70 V	$ 139.971
JA Solar	JAM78S10-445	Mono-cristalino	24 V	445 W	20,5%	10,48 A	53,31 V	$ 157.550
Risen	RSM150-8-500M	Mono-perc	24 V	500 W	20,4%	12,46 A	51,01 V	$ 166.750

Nota: Paneles fotovoltaicos obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y potencia en relación con su valor mercado. Fuente: Solartex

Chile, 2019.

4.4.4.2 Aerogeneradores

Tabla 3: *Cotización de aerogeneradores.*

Marca	Modelo	Tipo	Potencia [W]	Voltaje [V]	Controlador	Velocidad de viento nominal [m/s]	Valor
Rutland	504 Windcharger	Horizontal	80	12	No	9,77	$ 599.000
AIR	X Marine	Horizontal	400	12; 24; 48	No	12	$ 1.390.000
B&C	S2-500W	Horizontal	500	12; 24; 48	Sí	11	$ 381.641
B&C	S2-800W	Horizontal	800	12	Eólico	11	$ 797.508
					Híbrido MPPT		$ 1.013.065
					No		$ 744.738
				24	Eólico		$ 770.678
					Híbrido MPPT		$ 931.671
					No		$ 726.852
				48	Eólico		$ 779.621
					Híbrido MPPT		$ 931.671
					No		$ 726.852
SMARAAD	SM3-1200	Horizontal	1200	12	Eólico MPPT	13	$ 915.175
					Eólico PWM		$ 915.175
					Híbrido MPPT		$ 1.277.053
					No		$ 888.983
				24	Eólico MPPT		$ 915.175

					Eólico PWM		$ 915.175
					Híbrido MPPT		$ 1.277.053
					No		$ 888.983
				48	Eólico MPPT		$ 915.175
					Eólico PWM		$ 915.175
					Híbrido MPPT		$ 1.277.053
					No		$ 888.983
B&C	S2-2000W	Horizontal	2000	24	Híbrido MPPT	11,5	$ 1.943.813
					No		$ 1.416.129
				48	Eólico		$ 1.425.987
					Híbrido MPPT		$ 1.855.122
					Híbrido PWM		$ 1.684.896
					No		$ 1.371.334
iSTA Breeze	i2000	Horizontal	2000	48	No	10	$ 2.500.000
SMARAAD	SX-2000	Vertical	2000	24; 48	Híbrido MPPT	13	$ 1.041.761
					No		$ 969.999

Nota: Aerogeneradores obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destacan aquellos con una mayor potencia en relación con su valor de mercado. Se agregan además aquellos que incluyen controlares de carga eólicos e híbridos para energía eólica y solar del tipo MPPT y PWM según caso. Fuente: Elaboración propia.

*: Valores incluyen costos de envío desde el extranjero e impuestos.

4.4.4.3 Baterías (o acumuladores)

Tabla 4*: Cotización de baterías.*

Fabricante	Modelo	Tipo	Ciclo	Capacidad	Voltaje	Vida útil	Precio
Ultracell	UCG65-12	Gel	Profundo	65 Ah	12 V	15 años	$ 101.000
Nimac	N.6GFM-100J	Gel	Profundo	100 Ah	12 V	15 años	$ 118.000
Nimac	N.6GFM.150J	Gel	Profundo	150 Ah	12 V	15 años	$ 186.000
Nimac	N.6GFM.200J	Gel	Profundo	200 Ah	12 V	15 años	$ 248.000

Nota: Baterías (o acumuladores) obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y capacidad en relación con su valor mercado. Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.4 Regulador de Carga

Tabla 5: *Cotización de reguladores de carga híbridos.*

Marca	Tipo	Tipo regulador	Potencia solar [W]	Potencia eólica [W]	Voltaje [V]	Carga máxima entrada [A]	Carga batería [A]	Valor
Genérico	Híbrido	PWM	500	400	12	30	30	$ 70.000
			1000	800	24			
Power Inverter	Híbrido	MPPT	150	200	12	30	10	$ 249.900
			300	600	24			
Genérico	Híbrido	MPPT, PWM	300	300	12	30	No indica	$ 172.089
			600	600	24			
			300	400	12	30		$ 168.394
			600	800	24			
			500	500	12	30		$ 163.458
			1000	1000	24			
MSC Power Limited	Híbrido	MPPT	300	300	12	25	30	$ 177.069
			500	500	12	40		$ 203.953
			600	600	24	25	30	$ 208.996

			800	800	24	33		$ 216.565
			1000	1000	48	No indica	33	$ 232.534
			1200	1200	48	25		$ 251.867
			1500	1500	48	33		$ 278.760
FLTXNY	Híbrido	MPPT	300	300	12	Eólico: 25 Solar: 30	12	$ 95.477
			600	600	24			
IHUAX	Híbrido	MPPT	1500	2000	48	Eólico: 40 Solar: 21	30	$ 298.079
			2000	2000	48	Eólico: 40 Solar: 27	30	$ 333.470

Nota: Reguladores de carga híbridos para sistemas que cuenten con generación a través de paneles solares y aerogeneradores, obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y potencia nominal en relación con su valor mercado. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: *Cotización de reguladores de carga eólicos.*

Marca	Tipo	Tipo regulador	Potencia eólica [W]	Voltaje [V]	Carga máxima [A]	Valor
LAIGN	Eólico	MPPT	800	12; 24	40	$ 47.000
SMARAAD	Eólico	MPPT	100 - 1000	12; 24	10	$ 44.432
					16	$ 48.378
					20	$ 52.323
					30	$ 64.176
					40	$ 69.112

		PWM	100 - 1000	12; 24	10	$ 39.448
					16	$ 43.442
					20	$ 47.387
					30	$ 55.286
					40	$ 64.176
Sunny Sumai	Eólico	PWM	100 - 800	12; 24	10	$ 30.430
					16	$ 32.345
					20	$ 36.157
					30	$ 45.696
				48	10	$ 50.466
					16	$ 53.330
					20	$ 87.947
					30	$ 115.344
					40	$ 110.575

Nota: Reguladores de carga del tipo eólico para sistemas con generación a través de aerogeneradores, obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y potencia nominal en relación con su valor mercado. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7*: Cotización de reguladores de carga solares.*

Marca	Modelo	Tipo	Carga máxima [A]	Voltaje [V]	Voltaje máximo de entrada [V]	Valor
EPEVER	LS1024R	PWM	10	12; 24	32	$ 24.000

EPEVER	LS2024R	PWM	20	12; 24	32	$ 30.000
EPEVER	XTRA 2210N	MPPT	20	12; 24	100 (-25°C) 92 (25°C)	$ 80.000
All Powers	PWM30A	PWM	30	12	25	$ 20.700
				24	50	
EPEVER	VS3024AU	PWM	30	12; 24	50	$ 39.496
EPEVER	VS3048AU	PWM	30	12; 24; 36; 48	96	$ 66.715
EPEVER	XTRA 3210N	MPPT	30	12; 24	100 (-25°C) 92 (25°C)	$ 100.000
EPEVER	XTRA 4210N	MPPT	40	12; 24	100 (-25°C) 92 (25°C)	$ 115.000
EPEVER	VS4524AU	PWM	45	12; 24	50	$ 53.372
EPEVER	VS4548AU	PWM	45	12; 24; 36; 48	96	$ 78.689
EPEVER	VS6024AU	PWM	60	12; 24	50	$ 70.000
EPEVER	VS6048AU	PWM	60	12; 24; 36; 48	96	$ 95.000
ZPOWER	SL-60A	MPPT	60	12; 24	55	$ 150.000
EPEVER	TRACER6415AN	MPPT	60	12; 24; 36; 48	150 (-25°C) 138 (25°C)	$ 250.000
OEM	SY-SLCD-60	MPPT	60	12; 24; 36; 48	15-125 (12 V) 30-50 (24 V) 45-75 (36 V) 60-100 (48 V)	$ 49.583
	SY-SLCD-80		80			$ 50.420
	SY-SLCD-100		100			$ 52.135
EPEVER	TRACER 8420AN	MPPT	80	12; 24; 36; 48	180	$ 390.000
IHUAX	No indica	PWM	150	48	55	$ 416.544

Nota: Reguladores de carga solares para sistemas con generación a través de paneles fotovoltaicos, obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y potencia nominal en relación con su valor mercado. Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.5 Inversor

Tabla 8: *Cotización de inversores.*

Marca	Modelo	Tipo	Potencia	Potencia Peak	Voltaje	Eficiencia	Corriente máxima de carga	Voltaje máximo de carga desde panel	Precio
Voltronic Power	Axpert VP 1000-12	Híbrido PWM	1000	2000 W	12 V	90-93%	50 A	55 V	$ 220.000
Voltronic Power	Axpert VM 1000-12	Híbrido MPPT	1000	2000 W	12 V	90-93%	60 A	102 V	$ 270.000
Voltronic Power	Axpert VP 2000-24	Híbrido PWM	2000	4000 W	24 V	90-93%	50 A	80 V	$ 270.000
Voltronic Power	Axpert VM 2000-24	Híbrido MPPT	2000	4000 W	24 V	90-93%	60 A	102 V	$ 350.000
Solis	Solis-mini-3000-4G	On-grid MPPT	3000	3300 W	-	97,5%	11	600 V	$ 600.000
Voltronic Power	Axpert MKS 3K-48 Plus	Híbrido MPPT	3000	6000 W	48 V	98%	75 A	115 V	$ 570.000
Voltronic Power	Axpert VP 3000-24	Híbrido PWM	3000	6000 W	24 V	90-93%	70 A	80 V	$ 320.000
Voltronic Power	Axpert VM 3000-24	Híbrido MPPT	3000	6000 W	24 V	90-93%	60 A	102 V	$ 350.000
Voltronic Power	Axpert VM III-3000-24	Híbrido MPPT	3000	6000 W	24 V	90-93%	80 A	450 V	$ 560.000
Voltronic Power	InfiniSolar V II 5KW	On-grid MPPT	5000	5000 W	48 V	93%	80 A	450 V	$ 790.000
Voltronic Power	Axpert VP 5000-48	Híbrido PWM	5000	10000 W	48 V	90-93%	110 A	105 V	$ 550.000
Voltronic Power	Axpert VM 5000-48	Híbrido MPPT	5000	10000 W	48 V	90-93%	120 A	145 V	$ 680.000
Solis	Solis-3P6K-4G	On-grid MPPT	6000	-	48 V	91%	11	1000 V	$ 1.290.000
Voltronic Power	Axpert MAX 8000	Híbrido MPPT	8000	16000 W	48 V	90-93%	80 A	500 V	$ 1.450.000

Nota: Inversores obtenidos mediante cotización a distintos proveedores, contando cada uno con regulador de carga integrado. Se destaca aquellos con mayor eficiencia y potencia nominal en relación con su valor mercado Dentro de sus observaciones, ninguno puede inyectar excedentes a la red eléctrica. Fuente: Solarstore Spa, 2020.

4.4.4.6 Cables

Tabla 9: *Cotización de cables.*

AWG	Distribuidor	Conductor	Voltaje de servicio [V]	Temperatura de servicio	Temperatura de sobrecarga	Temperatura de cortocircuito	Precio por metro
1/0	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 10.460
2/0	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 13.016
1	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 8.248
2	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 6.248
4	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 4.227
6	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 2.650
8	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 1.740
10	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 1.045
12	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 682
14	Rhona	Cobre	600	THHN 90°C; THWN 95°C	THHN 130°C; THWN 95°C	THHN 250°C; THWN 150°C	$ 438

Nota: Cables de cobre tipo THHN/THWN por clasificación AWG cotizados en RHONA, detallándose su voltaje y temperaturas máximas de operación. Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.7 Disyuntores

Tabla 10*: Cotización de disyuntores.*

Marca	Tipo	Polos	Voltaje máximo [V]	Corriente máxima [A]	Precio
SUNTREE	Automático	2	550	20	$ 22.000
SUNTREE	Automático	2	550	40	$ 22.000

SUNTREE	Automático	2	550	50	$ 22.000
SUNTREE	Automático	2	550	63	$ 22.000
SUNTREE	Automático	2	250	80	$ 28.000
SUNTREE	Automático	2	250	100	$ 28.000
Genérico	Automático	2	600	125	$ 26.990
Genérico	Automático	1	500	200	$ 94.990
Genérico	Fusible automático	1	48	250	$ 21.990
Genérico	Interruptor	1	48	300	$ 42.180

Nota: Disyuntores obtenidos mediante cotización a distintos proveedores. Se destacan sus polaridades, además de voltajes e intensidad máximas de operación. Todos son certificados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.8 Montaje para panel fotovoltaico

Tabla 11: *Cotización de montajes para paneles fotovoltaicos.*

Marca	Tipo	Capacidad de paneles	Potencia paneles [W]	Material	Vida util	Precio
Genérico	Coplanar a techo	1	200 - 540	Aluminio	20 años	$ 33.000

Nota: Montaje o soporte para panel fotovoltaico obtenido mediante cotización a distintos proveedores. Destaca por la simplicidad de su instalación a techos de vivienda y posible graduación. Fuente: Elaboración propia.

4.5 Alternativas de Financiamiento

4.5.1 Programa Casa Solar

Este programa permite la compra de sistemas fotovoltaicos de tipo residencial conectados a red, con el fin de disminuir los gastos en energía eléctrica por parte del beneficiario. En específico, Casa Solar permite la adquisición de sistemas de 1 [kWp] o 2 [kWp] a un precio menor al que ofrece el mercado, y dependiendo del avalúo fiscal de la vivienda, el programa apoyara al beneficiario con un cofinanciamiento estatal. La adquisición de una instalación fotovoltaica a través de este programa incluye los distintos equipos necesarios para el funcionamiento del sistema, además de su instalación, declaración eléctrica y puesta en operación, de acuerdo con la normativa vigente. (Ministerio de Energía, 2021a)

Respecto a los beneficios que puede ofrecer este programa, es importante considerar que los costos de un sistema de 1 [kWp] en el mercado son cercanos a los $2.200.000, mientras que para un sistema de 2 [kWp], los costos alcanzan los $3.300.000. Sin embargo, con el cofinanciamiento entregado por el Estado que depende del avalúo fiscal de la vivienda, el beneficiario podría llegar $850.000 por un sistema de 1 [kWp], o $1.250.000 por un sistema de 2 [kWp], lo que equivale a un 60% menos que el valor del mercado. (Ministerio de Energía, 2021b)

4.6 Vulnerabilidad Energética en Chile

Para entender el concepto de vulnerabilidad energética, es importante conocer cuál es la realidad de nuestro país en esta materia. Hoy en día, en Chile existen miles de hogares y familias que carecen de electricidad, o tan solo poseen un acceso parcial a ella, lo cual se traduce en múltiples dificultades para la vida doméstica y para las necesidades básicas actuales. En la mayoría de estos casos, el acceso nulo o parcial a la energía eléctrica condiciona la capacidad

de iluminación, calefacción, refrigeración y/o uso de equipamiento médico, con situaciones de mayor requerimiento eléctrico que debe suplirse con otro tipo de alternativas, tales como generadores, con mayores costos y dependientes de energías fósiles. Por esta razón, existen distintas iniciativas del Ministerio de Energía que buscan acortar esta brecha en materia energética en el mediano y largo plazo, y así asegurar un suministro continuo, seguro, estable y accesible a todos los hogares del país.

Por otro lado, para dimensionar la vulnerabilidad energética de un hogar o individuo en características económicas, es necesario considerar dos aspectos relevantes; en primer lugar, el precio de las tecnologías y fuentes energéticas relativo a su ingreso, y en segundo lugar, el desarrollo de una oferta de alternativas energéticas que puedan satisfacer sus necesidades.
Estas dos características son fundamentales y determinarán las posibilidades de acceso a la electricidad de un individuo u hogar, principalmente de aquellos con menores recursos económicos o aislados de redes de distribución importantes. Por ejemplo, individuos u hogares que poseen altos consumos de energía respecto a su ingreso son más sensibles altos precios, lo que se traduce en una mayor presión sobre sus presupuestos y por ende, otorga la condición de pobreza energética, la cual es mayor frente a alzas en las tarifas de electricidad (Red de Pobreza Energética, 2020).

Respecto al segundo aspecto, relacionado con la oferta de alternativas energéticas que puedan satisfacer necesidades, es importante considerar que la construcción de redes de suministro eléctrico no siempre es eficiente, ya que la expansión de ellas a zonas aisladas no es atractiva económicamente, siendo en algunos casos tales construcciones fomentadas por distintas regulaciones e intervenciones del sector público. Además, tales casos crean la existencia de

monopolios que en algunas ocasiones poseen irregularidades en su suministro, lo que aumenta las brechas de acceso a electricidad y genera condiciones de pobreza energética (Red de Pobreza Energética, 2020).

En el caso de personas electrodependientes, los dos aspectos mencionados anteriormente se encuentran muy presentes, puesto que corresponden a un grupo que posee una alta demanda de energía eléctrica, lo cual significa grandes gastos respecto a sus ingresos mensuales, siendo altamente sensibles ante alzas en los precios. Además, al tener este grupo una dependencia total de energía, las variabilidades en el suministro son particularmente perjudiciales, llegando a poner sus vidas en riesgo, por lo que estas condiciones los vuelven aún más susceptibles y vulnerables energéticamente.

4.7 Ruta de La Luz

Desde julio de 2018 a marzo de 2019 divisiones del Ministerio de Energía, junto con el apoyo técnico de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) trabajaron en el levantamiento del Mapa de Vulnerabilidad Energética (Ministerio de Energía, 2019a).

La elaboración de este mapa tiene como objetivo identificar las viviendas que no cuentan con energía eléctrica o tan solo cuentan con un acceso parcial a ella. Esto permitirá conocer las brechas de acceso a la electricidad y dimensionar de mejor manera la vulnerabilidad energética de Chile, por lo que con esta información se podrá focalizar y priorizar adecuadamente los recursos destinados a la reducción de esta brecha a través de la iniciativa “Ruta de La Luz”. A continuación, se muestran algunos resultados por región:

Tabla 12*: Cifras regionales de viviendas sin energía.*

Región	Viviendas sin energía a nivel regional	Porcentaje de viviendas sin energía sobre el total de viviendas regional	Porcentaje de viviendas sin energía sobre total de viviendas rurales regional
Arica y Parinacota	873	1,3%	15,2%
Tarapacá	384	0,4%	8,2%
Antofagasta	1.016	0,6%	21,8%
Atacama	1.687	1,8%	16,6%
Coquimbo	3.181	1,3%	6,3%
Valparaíso	735	0,1%	1,3%
Metropolitana	814	0,0%	1,0%
O'Higgins	147	0,0%	0,2%
Maule	920	0,3%	0,9%
Ñuble	394	0,2%	0,7%
Biobío	2.901	0,6%	4,7%
La Araucanía	3.225	1,0%	3,3%
Los Ríos	1.819	1,4%	4,6%
Los Lagos	4.383	1,5%	5,4%
Aysén	1.058	2,7%	11,8%
Magallanes	1.019	1,8%	26,8%
Total	24.556		

Nota: Resultados obtenidos para el total de viviendas sin energía a nivel regional, además de su porcentaje respecto a la cantidad total de viviendas, y de la cantidad de viviendas rurales. Fuente: Ministerio de Energía, 2019a.

Por otro lado, para realizar el Mapa de Vulnerabilidad Energética se consideraron las viviendas sin energía eléctrica pero que poseen un proyecto de electrificación rural informado por empresas distribuidoras y cooperativas eléctricas, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 13: *Cifras regionales de viviendas sin energías con y sin proyectos de energía.*

Región	Viviendas sin energía ni proyectos a nivel regional	Viviendas sin energía con proyecto a nivel regional	Total viviendas sin energía a nivel regional
Arica y Parinacota	533	340	873
Tarapacá	219	165	384

Antofagasta	1.016	0	1.016
Atacama	1.337	350	1.687
Coquimbo	2.669	512	3.181
Valparaíso	735	0	735
Metropolitana	814	0	814
O'Higgins	147	0	147
Maule	920	0	920
Ñuble	355	39	394
Biobío	1.423	1.478	2.901
La Araucanía	2.258	967	3.225
Los Ríos	752	1.067	1.819
Los Lagos	3.053	1.330	4.383
Aysén	763	295	1.058
Magallanes	925	94	1.019
Total	**17.919**	**6.637**	**24.556**

Nota: Resultados obtenidos por región para el total de viviendas sin energía ni proyectos de electrificación rural, así como aquellas sin energía con proyectos de electrificación. Fuente: Fuente: Ministerio de Energía, 2019a.

Además, se consideraron las viviendas que poseen un suministro parcial de electricidad, es decir, que no es constante o 24/7, presentándose los datos por región a continuación:

Tabla 14*: Cifras regionales de viviendas sin energía y suministro parcial.*

Región	Viviendas sin energía	Viviendas con suministro parcial	Total de viviendas
Arica y Parinacota	873	182	1.055
Tarapacá	384	1.300	1.684
Antofagasta	1.016	376	1.392
Atacama	1.687	95	1.782
Coquimbo	3.181	1.760	4.941
Valparaíso	735	4	739
Metropolitana	814	0	814
O'Higgins	147	4	151
Maule	920	0	920
Ñuble	394	0	394
Biobío	2.901	0	2.901
La Araucanía	3.225	0	3.225
Los Ríos	1.819	0	1.819

Los Lagos	4.383	686	5.069
Aysén	1.058	531	1.589
Magallanes	1.019	148	1.167
Total	**24.556**	**5.086**	**29.642**

Nota: Resultados obtenidos por región para el total de viviendas sin energía y aquellas con un suministro parcial de electricidad. Fuente: Fuente: Ministerio de Energía, 2019a.

Ilustración 11: *Mapa de viviendas sin energía por región de Chile.*

Fuente: Ministerio de Energía, 2019b

4.8 Electrodependencia

4.8.1 ¿Qué es ser electrodependiente?

Según el Artículo 207-1 de la Ley N° 21.304, mejor conocida como "Ley Lucas Riquelme", se considera como persona electrodependiente a aquellos que para el tratamiento de una enfermedad se encuentran bajo hospitalización domiciliaria, necesitando permanecer

conectados a un equipo médico que requiere energía de manera continua, sin el cual su salud se encuentra en riesgo vital o funcional grave (Ley N° 21.304, 2021). Para distribuidoras de electricidad, se excluyen pacientes de asilos de ancianos, casas de reposo, o establecimientos similares con uso comercial (emisión de factura), así como aquellas personas que necesiten el uso de equipos a los cuales no se encuentren físicamente conectados (Ejemplo: refrigeración, climatización, entre otros) (Empresas Eléctricas A.G., s. f.).

4.8.2 Ley Lucas Riquelme

A partir de la publicación de la "Ley Lucas Riquelme" N° 21.304 el día 12 de enero de 2021, hoy existen consideraciones especiales para las personas electrodependientes, siempre y cuando la persona posea un certificado de paciente electrodependiente y haya realizado una solicitud de registro en la empresa distribuidora de electricidad o en la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles). La SEC será la encargada de notificar al paciente y la empresa si el paciente puede ser categorizado como electrodependiente, obligándose a la empresa a cumplir los requisitos presentes en los artículos 207-1 a 207-6 de la Ley anteriormente mencionada, detallándose a continuación algunos de ellos:

- Artículo 207-2.- Las empresas concesionarias del servicio público de distribución eléctrica deberán llevar un registro de personas electrodependientes con residencia en su respectiva zona de concesión … El incumplimiento de la obligación establecida en el inciso anterior se considerará una infracción gravísima que será sancionada de conformidad con las normas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- Artículo 207-3.- Las empresas concesionarias deberán implementar, en forma eficaz y oportuna, las mejores soluciones técnicas disponibles para mitigar los efectos que las interrupciones de suministro eléctrico podrían tener respecto del funcionamiento del

equipamiento de uso médico al que se encuentra conectada una persona electrodependiente … Para dar cumplimiento a lo señalado en el inciso precedente, las empresas concesionarias deberán implementar la entrega temporal o permanente, en comodato, del equipamiento que permita abastecer de energía al dispositivo de uso médico respectivo (Ley N° 21.304, 2021).

- Artículo 207-4.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo anterior, en caso de interrupción del suministro eléctrico, las empresas concesionarias deberán priorizar el restablecimiento del servicio a los usuarios finales donde residan personas electrodependientes … En caso de interrupciones programadas por la empresa concesionaria, ésta deberá informar dicha situación a la persona electrodependiente afectada o a su representante, con al menos cinco días hábiles de anticipación, a través del medio que el beneficiario haya solicitado previamente (Ley N° 21.304, 2021).
- Artículo 207-5.- Las empresas concesionarias descontarán el consumo de energía asociado al funcionamiento de los dispositivos de uso médico que requiera una persona electrodependiente. Para hacer efectiva la obligación establecida en el inciso anterior, las empresas concesionarias deberán incorporar entre el sistema de conexión central del domicilio y los dispositivos de uso médico, un mecanismo de medición de consumo de costo de la empresa, medición que deberá ser descontada del total mensual de consumo del domicilio (Ley N° 21.304, 2021).

4.8.3 Asociación Luz Para Ellos Chile

Luz para Ellos es la principal asociación enfocada en personas electrodependientes en Chile y está conformada principalmente por madres, padres, tutores y/o familiares de quienes padecen enfermedades que los han dejado en situación de electrodependencia, siendo la mayor parte de estas enfermedades muy poco frecuentes. Además, la asociación también se encuentra conformada por profesionales de la salud, así como personas sensibilizadas con el tema.

La asociación nace por las distintas necesidades que llegan a tener las familias o cercanos de personas electrodependientes, principalmente debido a altos consumos de electricidad que sus equipos requieren, esenciales para poder mantener sus funciones vitales, lo que conlleva grandes costos en electricidad. Por otro lado, la asociación también nace por el miedo que tienen las familias a que su familiar o cercano electrodependiente pueda morir a causa de un corte de suministro eléctrico, ya sea programado o no (Luz Para Ellos, 2019).

4.8.4 Equipos eléctricos de pacientes electrodependientes

La electrodependencia es una condición bastante variable, ya que dependiendo de la enfermedad o condición que la genere se necesitarán distintos equipos, así como también modalidades de uso. En algunos casos, los pacientes deben usar los equipos una determinada cantidad de horas al día, o incluso cada ciertos días, mientras que en otros casos es necesaria la utilización de los equipos las 24 horas del día, lo que se denomina comúnmente como “Paciente 24/7”. A continuación, se detalla algunos de los equipos eléctricos más comunes para pacientes electrodependientes (Luz Para Ellos, 2019):

- Ventilador mecánico
- Monitores de saturación y frecuencia cardiaca

- Bomba de aspiración
- Bomba de alimentación
- Oxigeno concentrador portátil
- Asistente de tos
- Purificador de aire
- Nebulizadores
- Humificador
- Base calefactora
- Catre clínico
- Colchón antiescaras
- Ups
- Calefacción
- Aire acondicionado
- Estufas eléctricas

Cada uno de estos equipos posee distintos consumos eléctricos dependiendo de sus características, las cuales deben suplir las necesidades de la condición del paciente. Generalmente, los pacientes deben utilizar 3 o más tipos de equipos distintos para mantenerse fuera de riesgo vital o de secuela funcional severa grave.

4.8.5 Estadísticas de electrodependencia en Chile

Hoy en día, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) busca realizar un

registro para contabilizar la cantidad total de pacientes electrodependientes que existen a nivel nacional, con la finalidad de que puedan acceder a los beneficios que otorga la Ley N° 21.304, comúnmente denominada como “Lucas Riquelme”. Este registro es voluntario y se realiza a través de la página de la SEC o a través de la distribuidora eléctrica del paciente. A continuación, se muestran la cantidad de pacientes electrodependientes vigentes por región al 30 de marzo de 2022:

Tabla 15*: Pacientes electrodependientes por región de Chile.*

Región	Pacientes electrodependientes
Arica y Parinacota	52
Tarapacá	65
Antofagasta	201
Atacama	171
Coquimbo	351
Valparaíso	811
Metropolitana	2.877
O'Higgins	349
Maule	413
Ñuble	165
Bío Bío	603
Araucanía	315
Los Ríos	125
Los Lagos	285
Aysén	35
Magallanes	58
Total general	**6.876**

Nota: Cantidad de pacientes electrodependientes vigentes por región de Chile registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) al 30 de marzo de 2022 Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

4.9 Radiación Solar en Chile

Recientes investigaciones apuntan a que nuestro país, y particularmente el Desierto de Atacama, es el que concentra la mayor cantidad de radiación solar en el mundo, lo que ha motivado la construcción de grandes plantas fotovoltaicas para abastecer tanto la industria como la red de distribución eléctrica nacional (Revista EI, 2012). Tras 18 meses de investigación sobre la radiación global horizontal que llega a la superficie de todo el país, científicos de la Universidad de Chile confirmaron que existe una radiación solar estimada entre 7 y 7,5 [kWh/m^2], siendo el Norte Grande de Chile la zona con mayor radiación en el mundo (Revista EI, 2012).

Gracias a la herramienta "Explorador Solar", desarrollada en conjunto por el Ministerio de Energía y la Universidad de Chile, se ha podido obtener un mapa con los niveles de radiación global horizontal diaria (en kWh/m^2) de distintas zonas geográficas del país, presentándose a continuación:

Ilustración 12: *Niveles de radiación global horizontal en Chile.*

Nota: Niveles de radiación global horizontal en Chile. Se utiliza la unidad de medida [kWh/m^2/día] para la radiación incidente. Fuente: Ministerio de Energía, s. f.

Además, respecto al caso en estudio y para evaluar las radiaciones en las distintas zonas geográficas de Chile, gracias a la herramienta "Data Access Viewer" de la NASA se ha obtenido los niveles de radiación para las capitales de cada región del país, presentándose sus coordenadas en el Anexo N°1. En específico, se ha conseguido la cantidad de horas solar pico promedio mensual (HSP) para un plano con distintas inclinaciones, presentes en el Anexo N°2. Los datos obtenidos a través de la plataforma provienen de una base de datos que recopila la irradiancia horaria del año 2021, y además consideran distintos factores meteorológicos y geográficos que pueda afectar la radiación, tales como las sombras que la topografía del lugar pueda proyectar en la zona, así como nubosidad, temperatura y altura del sitio.

4.10 Energía Eólica en Chile

Durante las últimas décadas, los costos de la tecnología eólica han disminuido notablemente, lo cual ha otorgado condiciones propicias para el aumento de la capacidad instalada. En Chile, la energía eólica es un abundante recurso dado su extensa línea costera expuesto a los vientos provenientes del Océano Pacífico Sur, además de zonas con alta velocidad promedio de viento en el extremo sur del país.

En Chile, a marzo de 2022 existe una capacidad instalada de 811 [MW] a partir de energía eólica, lo cual significa un 12% de la capacidad total de los sistemas eléctricos de Chile (Generadoras de Chile, s. f.).

A partir de la herramienta “Explorador Eólico”, plataforma que al igual que “Explorador Solar” fue desarrollada en conjunto por el Ministerio de Energía y la Universidad, se ha podido obtener un mapa que indica las velocidades de viento promedio a 100 m de la superficie en distintas zonas geográficas del país, midiéndose estas en metros por segundo [m/s].

Ilustración 13*: Velocidades de viento promedio en Chile a 100m.*

Nota: Se utiliza la unidad de medida metros por segundo [m/s]. Fuente: Ministerio de Energía, s. f.

Con la finalidad de recopilar datos para el dimensionamiento de este estudio y evaluar las zonas más favorables para una generación eólica, se han obtenido las velocidades promedio de viento mensuales a distintas alturas desde la superficie para cada capital regional del país, cuyas coordenadas se indican en el Anexo N°1. Los datos se presentan en el Anexo N°3 y se han obtenido gracias a la herramienta “Data Access Viewer” de la NASA la cual brinda distintos tipos de datos sobre velocidad de viento a nivel mundial, considerando en este caso datos recopilados durante el año 2021. Asimismo, a través de esta misma herramienta, se han obtenido los perfiles eólicos de cada capital regional, el cual detalla la cantidad de horas en la

que se tienen distintas velocidades de viento, presentándose estos datos en el Anexo N°4.

4.11 Temperaturas

Dado la extensión de Chile a través de diversas latitudes, existe una amplia variedad de climas, destacando las ciudades del norte del país por poseer temperaturas más templadas durante todo el año, mientras que la zona centro y sur presentan promedios de temperatura anual menores, donde las temperaturas pueden llegar a los 0°C con facilidad durante los meses de invierno, o incluso los -10°C en el caso del extremo sur. La temperatura es un factor importante a considerar durante el dimensionamiento de un sistema eléctrico, puesto que esta afecta el funcionamiento de los distintos equipos pudiendo disminuir su rendimiento y afectar sus condiciones normales de operación. A través de la herramienta “Servicios Climáticos” de la Dirección Meteorológica de Chile se ha podido obtener las temperaturas máximas y mínimas registradas durante el año 2021 en cada capital regional de Chile, las cuales se presentan en el Anexo N°5.

5. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio, en primera instancia se hace necesaria la identificación de los equipos médicos más utilizados por pacientes electrodependientes para caracterizar un perfil de consumo promedio, buscándose a su vez identificar la demanda de energía total de una vivienda con un paciente electrodependiente. Para ello, se utiliza un caso real de un paciente electrodependiente, el cual podrá utilizarse como base para estimar una demanda energética y realizar el dimensionamiento de distintos sistemas de autogeneración. A su vez, se analizan los niveles de radiación y velocidad promedio de viento en cada región de Chile, categorizándose estas últimas como clusters geográficos, es decir, sea asumirá que las condiciones de radiación y viento en toda la región será igual a la de su ciudad capital.

Posteriormente, se realiza el dimensionamiento y evaluación técnica de distintos tipos de alternativas de instalaciones solares fotovoltaicas, eólicas y eólico-solares en cada cluster, de tal manera que estas puedan cubrir la demanda consumida por la vivienda de un paciente electrodependiente, o tan solo el consumo de sus equipos médicos a nivel mensual o anual. Posteriormente, se realiza una evaluación económica de cada alternativa de instalación dimensionada, con la finalidad de conocer la factibilidad de su implementación al utilizarse créditos de consumo como método de financiamiento para la inversión inicial.

A partir de lo anterior, se obtiene finalmente las alternativas de instalación solar, eólica y eólico-solar más factibles técnica y económicamente que permitan para lograr un autoabastecimiento total del consumo de la vivienda o tan solo de los equipos médicos del paciente electrodependiente, de tal manera que se disminuya el gasto por servicios eléctricos y se asegure un suministro continuo.

6. ANTECEDENTES

6.1 Caso de electrodependencia: Román Zenteno

Al estar este trabajo enfocado en pacientes electrodependientes, su principal objetivo es poder contribuir y beneficiarlos con los resultados de los estudios realizados. Por esta razón, para los distintos análisis a realizar se ha tomado como base un caso real de electrodependencia correspondiente a Román Agustín Zenteno Gutiérrez, hijo de Karina Gutiérrez, quien padece miopatía tubular, una enfermedad genética ligada al cromosoma X. Debido a esta enfermedad, Román se encuentra bajo hospitalización domiciliaria, en condición de electrodependencia durante las 24 horas del día puesto que para mantenerse fuera de riesgo vital es necesario que permanezca conectado a distintos equipos, los cuales se detallan a continuación junto a sus consumos energéticos:

Tabla 16*: Equipos médicos utilizados por Román.*

Equipo	Marca	Modelo	Batería interna	Horas de uso diarias	Consumo instantáneo	Consumo diario
Ventilador mecánico	Philips	Trilogy 202	3 h	24 h	71 W	1.704 Wh
Bomba de aspiración	Schuco	S230 A5	No	24 h	78 W	1.872 Wh
Base calefactora	Fisher Paykel	MR810	No	24 h	60 W	1.440 Wh
Monitor multiparámetros	Comen	Star 8000	5 h	24 h	39 W	936 Wh
				Total	**248 W**	**5.952 Wh**

Nota: Equipos médicos utilizados por Román, junto a sus respectivas horas de uso, consumos instantáneos y diarios totales. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se indican además los consumos de distintos electrodomésticos que se utilizan cotidianamente tanto para entretenimiento, limpieza y alimentación de Román, presentándose estos a continuación:

Tabla 17: *Electrodomésticos utilizados en vivienda de Román.*

Equipo	Marca	Modelo	Horas de uso diarias	Consumo instantáneo [W]	Consumo diario
Smart TV	Samsung	UN32H5500AG	10 h	75 W	750 Wh
Aire acondicionado	Khone	CS-09HA	8 h	Calefacción: 800 W	6.400 Wh
				Verano: 725 W	5.800 Wh
Juguera	Thomas	TH-320v	0,5 h	400 W	2.00 Wh
Lavadora	LG	T7503TDFP1	6 h	320 W	1.920 Wh
			Total	**1.525 W (máx)**	**9.270 Wh (máx)**

Nota: Electrodomésticos utilizados cotidianamente en vivienda de Román, junto a sus respectivas horas de uso, consumos instantáneos y diarios totales. Fuente: Elaboración propia.

Al considerar los consumos eléctricos de los equipos mencionados, indicados por sus respectivos fabricantes, es posible observar que sus equipos médicos pueden demandar en conjunto una potencia simultánea de 248 [W]. Suponiendo el caso de Román como un caso base para el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica, si se tiene en cuenta solo la demanda de sus equipos médicos, esta debe lograr un autoabastecimiento diario igual o superior a 5.952 [W], y contar con un almacenamiento de energía que permita una autonomía de 1 día mediante baterías. Por otro lado, considerando tanto equipos médicos como electrodomésticos presentes en el hogar, es posible llegar a picos de demanda de 15.222 [Wh] diarios, para los cuales puede dimensionarse un sistema de autoabastecimiento, o cubrirse parcialmente entre paneles y/o aerogeneradores, en conjunto con la red de suministro eléctrico.

Es importante destacar que los consumos de energía considerados anteriormente corresponden a los consumos teóricos, tanto de los equipos de Román como de los demás electrodomésticos existentes en su vivienda, y estos pueden diferir respecto a los consumos reales. Por esta razón, para realizar un correcto dimensionamiento del sistema de autoabastecimiento, es importante

conocer el consumo real de electricidad de la vivienda de Román, el cual puede obtenerse de la boleta generada por parte de la empresa distribuidora de electricidad. Esta cifra corresponde al consumo de electricidad desde la red eléctrica registrada por el medidor eléctrico, y en este caso, durante el mes de mayo de 2022, en la vivienda se tuvo un consumo total de 415 [kWh]. Respecto a los cálculos teóricos, si se suman los consumos diarios de los equipos de Román y electrodomésticos y se multiplican por 31 días, se obtiene una demanda teórica mensual de 471 [kWh] mensuales, lo que se diferencia en 56 [kWh] de la demanda real, pudiendo esto tener explicación principalmente en los horarios o modos de utilización de los equipos.

7. DESARROLLO

Para el dimensionamiento de un sistema de generación de energía a base de energías renovables es necesario tomar en consideración distintos factores, tales como la necesidad energética existente, el porcentaje de tal energía que se desea cubrir, factores ambientales, técnicos, económicos, entre otros que determinarán la viabilidad del proyecto. En este caso, se han considerado distintas alternativas de sistemas energéticos para cada cluster geográfico, las cuales varían principalmente en la cantidad de energía necesaria a producir, es decir, si se cubrirá solo los equipos médicos de Román o la demanda total de su vivienda, y el tipo de equipos de generación a utilizar, ya sea solo paneles fotovoltaicos, solo aerogeneradores o ambos.

7.1 Selección de alternativas

7.1.1 Sistema de generación de electricidad en base a paneles fotovoltaicos

En este caso se evaluarán sistemas cuya base de generación de electricidad son solo paneles solares, evaluándose particularmente los siguientes subcasos:

- On grid con respaldo (OCR): Busca satisfacer la demanda de energía diaria de la vivienda incluyendo los meses de menor radiación. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica.
- Híbrido: Busca satisfacer la demanda de energía diaria de los equipos de Román incluyendo los meses de menor radiación. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica para satisfacer las demás cargas eléctricas de la vivienda.
- Satisfacción demanda anual: Busca para satisfacer la demanda de energía anual de los equipos de Román a fin de contrarrestar la energía consumida de la red eléctrica durante

el año. Su dimensionamiento considera las radiaciones existentes en el cluster geográfico durante todo el año, sin embargo, es posible que no se cubra la demanda diaria de los equipos de Román en los meses de menor radiación. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica para satisfacer las demás cargas eléctricas de la vivienda.

7.1.2 Sistema de generación de electricidad en base a aerogeneradores

En este caso se evaluarán sistemas cuya base de generación de electricidad son solo aerogeneradores, evaluándose particularmente los siguientes subcasos:

- On grid con respaldo: Dimensionado para satisfacer la demanda de energía diaria de la vivienda incluso en las condiciones de menor velocidad de viento. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día.
- Híbrido: Dimensionado para satisfacer la demanda de energía diaria de los equipos de Román incluso en las condiciones de menor velocidad de viento. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica para satisfacer las demás cargas eléctricas de la vivienda.
- Satisfacción demanda anual: Busca satisfacer la demanda de energía anual de los equipos de Román con el fin de contrarrestar la energía consumida de la red eléctrica durante el año. Su dimensionamiento considera las velocidades de viento existentes durante el año en el cluster geográfico, sin embargo, es posible que no se cubra la demanda diaria de los equipos de Román en los meses con menor viento. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica para satisfacer las demás cargas eléctricas de la vivienda.

7.1.3 Sistema de generación de electricidad en base a paneles fotovoltaicos y aerogeneradores

En este caso se evaluarán sistemas cuya base de generación de electricidad son paneles solares y 1 aerogenerador en conjunto, evaluándose particularmente los siguientes subcasos:

- On grid con respaldo: Dimensionado para satisfacer la demanda diaria de energía de la vivienda considerando las condiciones de menor velocidad de viento y radiación durante el año. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día.
- Híbrido: Dimensionado para satisfacer la demanda de energía diaria de los equipos de Román considerando las condiciones de menor velocidad de viento y radiación durante el año. Cuenta con respaldo de baterías con autonomía de 1 día y se encuentra conectado a la red de distribución eléctrica para satisfacer las demás cargas eléctricas de la vivienda.

7.2 Estudio técnico de un sistema solar fotovoltaico

7.2.1 Dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico

Para realizar el dimensionamiento del sistema es necesario en primera instancia conocer la demanda de electricidad diaria existente en la vivienda, y aquella que se quiere satisfacer a través de la implementación del sistema. En el caso on grid con respaldo, la demanda que se busca satisfacer corresponde al consumo total de electricidad de la vivienda, mientras que en el caso híbrido y de satisfacción a la demanda anual se buscará satisfacer los consumos de los equipos de Román. Por otro lado, es necesario también considerar el tiempo de autonomía que tendrá el sistema, el cual será de 1 día para todos los casos. A continuación, se presentan los datos necesarios para las ecuaciones a utilizar:

$CV = Consumo\ diario\ de\ la\ vivienda\ de\ Román\ [Wh]$

$CR = Consumo\ diario\ de\ equipos\ de\ Román\ [Wh]$

$DA = Días\ de\ autonomía$

$PD = Profundidad\ de\ descarga\ de\ la\ batería\ [\%]$

$EB = Eficiencia\ de\ la\ batería\ [\%]$

$W_p = Potencia\ del\ panel\ [W]$

$CB = Capacidad\ nominal\ de\ la\ batería\ [Ah]$

$VB = Voltaje\ nominal\ de\ la\ batería\ [V]$

$HSP_m = Hora\ solar\ pico\ promedio\ en\ el\ mes\ m\ [h]$

$N°\ días_m = Número\ de\ días\ del\ mes\ m\ [h]$

$V_s = Voltaje\ del\ sistema\ [V]$

$P_i = Potencia\ nominal\ del\ inversor\ [W]$

$VCB_{V_s} = Voltaje\ de\ carga\ de\ baterías\ a\ voltaje\ del\ sistema\ V_s\ [V]$

$Tmin = Temperatura\ mínima\ absoluta\ registrada\ en\ el\ cluster\ geográfico$

$CT_{W_p} = Coeficiente\ de\ temperatura\ de\ la\ potencia\ máxima\ del\ panel\ [\%/°C]$

$K_b = Coeficiente\ por\ pérdidas\ de\ rendimiento\ de\ la\ batería\ [\%]$

$K_a = Coeficiente\ de\ auto - descarga\ diario\ [\%]$

$K_i = Coeficiente\ de\ pérdidas\ en\ el\ inversor\ [\%]$

$K_v = Coeficiente\ por\ pérdidas\ varias\ [\%]$

7.2.2 Cálculo de equipos necesarios por caso

- **Rendimiento global de la instalación**

  Para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica debe considerarse las distintas perdidas asociadas al funcionamiento de los equipos en la instalación y transmisión de energía (BIRT LH, s.f.). El rendimiento global puede calcularse a través de la siguiente ecuación:

Tabla 18: *Ecuación para el rendimiento global de una instalación fotovoltaica.*

On grid con respaldo	$R = (1 - K_b - K_i - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * DA}{PD}\right)$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Fuente: BIRT LH, s.f.

Para conceptos de este trabajo se considerarán los siguientes coeficientes:

$K_b = 0{,}05\ (5\%)$

$K_i = 0{,}1\ (10\%), suponiendo\ el\ inversor\ cotizado\ con\ menor\ eficiencia$

$K_a = 0{,}01\ (1\%), según\ ficha\ técnica\ Batería\ Nimac\ N.6GFM.200J$

$K_v = 0{,}05\ (5\%)$

- **Paneles fotovoltaicos**

La cantidad de paneles a utilizar en el sistema dependerá de radiación existente en el cluster geográfico y el porcentaje de la demanda total de electricidad que se desea satisfacer. Para todos los casos, se ha utilizado el panel Risen RSM150-8-500M de potencia nominal 500 [W], ya que corresponde al que entrega una mayor potencia a menor precio, siendo cotizado a la empresa Solartex. A continuación, se presenta la ecuación utilizada para el cálculo del número de paneles en cada caso:

Tabla 19: *Ecuaciones para la obtención de cantidad de paneles a implementar en sistema solar.*

On grid con respaldo	$N°\ paneles = \frac{CV}{HSP_m\ [h] * W_p\ [W] * R}$ Siendo m el mes de menor radiación

Híbrido	$N° \ paneles = \frac{CR}{HSP_m\ [h] * W_p\ [W] * R}$ Siendo m el mes de menor radiación
Satisfacción demanda anual	$N° \ paneles = \frac{CR}{\left(\sum_{m=1}^{12} HSP_m\ [h] * N° \ días_m\right) * W_p\ [W] * R}$

Nota: Ecuaciones utilizadas para la obtención del número de paneles a implementar en los distintos tipos de sistemas donde solo se utilizarán paneles fotovoltaicos como medio de generación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

- **Baterías**

Para calcular el número de baterías necesarias en un sistema se debe conocer en primer lugar la capacidad que estas deben tener en conjunto para así proveer de energía al sistema durante las horas en las que no hay producción de electricidad por parte de los paneles fotovoltaicos. La capacidad del conjunto de baterías debe calcularse a través de la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 20: *Ecuación para la capacidad de baterías en un sistema fotovoltaico.*

On grid con respaldo	$Capacidad\ baterias[Ah] = \frac{CV * DA}{PD * EB * V_S}$
Híbrido	$Capacidad\ baterias[Ah] = \frac{CR * DA}{PD * EB * V_S}$
Satisfacción demanda anual	$Capacidad\ baterias[Ah] = \frac{CR * DA}{PD * EB * V_S}$

Nota: Ecuación utilizada para la obtención de la capacidad necesaria del conjunto de baterías del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocida la capacidad necesaria para el conjunto de baterías, es posible conocer el número de baterías a utilizar teniendo en consideración que la capacidad de un

conjunto de baterías aumenta mientras estas se conecten en paralelo, mientras que su voltaje aumentará al conectarse en serie. A partir de este principio, conociendo la capacidad y voltaje nominal de cada batería, es posible calcular el número de baterías necesarias mediante la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 21: *Ecuación para la obtención de cantidad de baterías necesarias en un sistema solar.*

On grid con respaldo	$N° \; baterías = \frac{Capacidad \; baterías \; [Ah]}{CB} * \frac{V_s}{VB}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Nota: Ecuación utilizada para la obtención del número de baterías necesarias en el sistema para todos los casos. Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos, se ha utilizado la batería Nimac N.6GFM.200J de 200 [Ah] de capacidad nominal y 12 [V] de voltaje nominal, ofreciendo la mayor capacidad a menor precio dentro de las baterías cotizadas.

- **Controlador/Regulador de carga**

Respecto al regulador, es necesario conocer la corriente máxima producida por los paneles, lo cual dependerá de su configuración, es decir, de cuantos se encuentran conectados en paralelo y en serie. Dependiendo del tipo de regulador, este permitirá configuraciones donde el voltaje generado por los paneles puede ser superior al voltaje del sistema o igual este, correspondiendo tales casos a reguladores MPPT o PWM respectivamente, siendo imprescindible para la elección del regulador de carga que este

pueda soportar los voltajes y corrientes generados por la configuración de paneles.

Por otro lado, si el panel opera fuera de las condiciones estándar (STC), es decir, a 25°C, la corriente que este entrega será distinta a la de sus especificaciones, incrementándose a medida que la temperatura ambiente disminuye. Por ello, para dimensionar correctamente el regulador de carga, debe considerarse la corriente que otorgará el panel en la menor temperatura que se experimente en el cluster geográfico (ver en Anexo N°5), pudiéndose calcular tal corriente gracias a la siguiente ecuación:

Tabla 22: *Ecuación para el cálculo de la corriente máxima por panel según temperatura.*

On grid con respaldo	$I\ @\ Tmin = \dfrac{(25 - Tmin) * \dfrac{CT_{W_p}}{-100} * W_p + W_p}{VCB_{V_s}}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Nota: Cálculo de la corriente máxima generada por un panel a la temperatura mínima absoluta del cluster geográfico. Fuente: Elaboración propia.

- **Inversor**

Para la selección de este equipo, es importante considerar la máxima potencia instantánea consumida por la vivienda o los equipos de Román, según el caso. Además, es importante considerar un sobredimensionamiento de un 50% respecto a la máxima potencia instantánea considerada. A continuación, se detallan las potencias mínimas de los inversores a considerar en cada caso:

Tabla 23: *Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema fotovoltaico.*

	Máxima potencia instantánea consumida	**Máxima potencia instantánea consumida sobredimensionada (50%)**	**Potencia mínima del inversor**
On grid con respaldo	1.843 W	2.764 W	3000 W
Híbrido	248 W	372 W	500 W
Satisfacción demanda anual	248 W	372 W	500 W

Fuente: Elaboración propia.

- **Cables**

Para el dimensionamiento de este componente es importante considerar las corrientes que pasan por todos los tramos entre equipos en los que se requiere el transporte de electricidad, debiendo además utilizar cables que puedan resistir las condiciones de intemperie a la que serán sometidos. Para ello, es necesario inicialmente calcular las corrientes que se tendrán entre los distintos equipos, debiendo utilizarse las siguientes relaciones:

Tabla 24: *Cálculo de corriente máxima por tramo de cables en un sistema fotovoltaico.*

Tramo	**Intensidad máxima**
Panel - Controlador	Corresponde a la generada por los paneles conectados en paralelo, considerándose como máxima la que podrían generar al existir un corto circuito.
Controlador - Baterías	Se considera como máxima la misma corriente proveniente desde paneles a controlador
Baterías - Inversor	$I_{max} = \frac{P_i}{V_s}$

Fuente: Elaboración propia.

Junto a la corriente máxima, se debe conocer las longitudes que deben tener los cables de cada tramo, para lo cual se considerarán las siguientes medidas:

Tabla 25: *Longitud por tramo de cables en un sistema fotovoltaico.*

Tramo	**Longitud de cable**
Paneles – Controlador	20 metros desde paneles al controlador
Controlador – Baterías	2 metros por cada controlador
Batería – Batería	0,2 metros por tramo entre batería
Baterías – Inversor	3 metros

Fuente: Elaboración propia.

Con los parámetros anteriores podrá calcularse la sección del cable a través de la siguiente ecuación:

Tabla 26*: Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema fotovoltaico.*

On grid con respaldo	$$S\ [mm^2] = \frac{2 * L\ [m] * I\ [A]}{k\ \left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right] * \Delta V\ [V]}$$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	Donde: $L = Longitud\ del\ cable$ $I = Intensidad\ de\ corriente\ en\ el\ cable$ $k = Constante\ de\ conductividad\ del\ material\ conductor$ $\Delta V = Máxima\ caída\ de\ tensión\ permitida\ en\ el\ cable$

Nota: Dado los que todos los cables a utilizar tienen como elemento conductor el cobre, se utilizará una constante de conductividad de 56 $\left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right]$. Por otro lado, la máxima

caída de tensión permitida en el cable será de un 3% para el tramo entre paneles y controlador de carga, mientras que para los demás será de solo un 1%. Fuente: Elaboración propia.

- **Disyuntor**

  Para proteger los equipos del sistema, se hace necesaria la instalación de dispositivos de seguridad eléctricos, los cuales interrumpirán la conducción de electricidad entre distintos equipos ante condiciones eléctricas anómalas. Estos se instalarán solo en los tramos entre paneles fotovoltaicos y controladores, y aquel entre las baterías e inversor. La elección de los disyuntores o automáticos se hacen en base a la corriente máxima que circula por un cable, por lo que estos serán elegidos en ambos tramos con los cálculos realizados en el punto anterior.

7.3 Estudio técnico de un sistema solar eólico

7.3.1 Dimensionamiento de un sistema eólico

Al igual que en un sistema fotovoltaico, para realizar el dimensionamiento de un sistema eólico es necesario conocer la demanda de electricidad diaria existente en la vivienda, y aquella que se quiere satisfacer a través de la implementación del sistema. En el caso on grid con respaldo, la demanda a satisfacer corresponderá al consumo total de electricidad de la vivienda, mientras que en el caso híbrido y de satisfacción a la demanda anual se buscará satisfacer los consumos de los equipos de Román. La autonomía que tendrá el sistema, de igual manera que el sistema fotovoltaico, será de 1 día para todos los casos. A continuación, se presentan los datos necesarios para las ecuaciones a utilizar:

$CV = Consumo\ diario\ de\ la\ vivienda\ de\ Román\ [Wh]$

$CR = Consumo\ diario\ de\ equipos\ de\ Román\ [Wh]$

$DA = Días\ de\ autonomía$

$PD = Profundidad\ de\ descarga\ de\ la\ batería\ [\%]$

$EB = Eficiencia\ de\ la\ batería\ [\%]$

$CB = Capacidad\ nominal\ de\ la\ batería\ [Ah]$

$VB = Voltaje\ nominal\ de\ la\ batería\ [V]$

$W_a = Potencia\ nominal\ del\ aerogenerador\ [W]$

$N°\ días_m = Número\ de\ días\ del\ mes\ m\ [h]$

$V_s = Voltaje\ del\ sistema\ [V]$

$P_i = Potencia\ nominal\ de\ inversor\ [W]$

$VV_m = Velocidad\ del\ viento\ en\ el\ mes\ m\ [m/s]$

$P_v = Potencia\ del\ aerogenerador\ a\ velocidad\ de\ viento\ v\ [W]$

$H_V = Horas\ al\ año\ con\ velocidad\ de\ viento\ v\ [h]$

$VCB_{V_s} = Voltaje\ de\ carga\ de\ baterías\ a\ voltaje\ del\ sistema\ V_s\ [V]$

$K_b = Coeficiente\ por\ pérdidas\ de\ rendimiento\ de\ la\ batería\ [\%]$

$K_a = Coeficiente\ de\ auto - descarga\ diario\ [\%]$

$K_i = Coeficiente\ de\ pérdidas\ en\ el\ inversor\ [\%]$

$K_v = Coeficiente\ por\ pérdidas\ varias\ [\%]$

7.3.2 Cálculo de equipos necesarios por caso

- **Rendimiento global de la instalación**

  En el caso de una instalación eólica, al igual que una fotovoltaica, debe considerarse las distintas perdidas asociadas al funcionamiento de los equipos en la instalación y transmisión de energía. El rendimiento global de este tipo de instalación puede calcularse a través de la siguiente ecuación:

Tabla 27: *Ecuación para el rendimiento global de una instalación eólica.*

On grid con respaldo	$R = (1 - K_b - K_i - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * DA}{PD}\right)$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Fuente: BIRT LH, s.f.

Para conceptos de este trabajo se considerarán los siguientes coeficientes:

$K_b = 0{,}05\ (5\%)$

$K_i = 0{,}1\ (10\%), suponiendo\ el\ inversor\ cotizado\ con\ menor\ eficiencia$

$K_a = 0{,}01\ (1\%), según\ ficha\ técnica\ Batería\ Nimac\ N.6GFM.200J$

$K_v = 0{,}05\ (5\%)$

- **Aerogeneradores**

La cantidad de aerogeneradores a utilizar en el sistema dependerá de la velocidad de viento existente en el cluster geográfico y el porcentaje de la demanda total de electricidad que se desea satisfacer. Para todos los casos, se ha utilizado el aerogenerador SMAARAD SX-2000 de potencia nominal 2000 [W], ya que corresponde al que entrega una mayor potencia a bajas velocidades de viento, encontrándose su curva de potencia en el Anexo N°6. A continuación, se presenta la ecuación utilizada para el cálculo del número de aerogeneradores en cada caso:

Tabla 28: *Ecuaciones para la obtención del número de aerogeneradores necesarios.*

On grid con respaldo	$N°\ aerogeneradores = \frac{CV*365}{24*365*VV_m*P_{VV_m}*R}$ Siendo m el mes de menor viento promedio
Híbrido	$N°\ aerogeneradores = \frac{CR*365*1{,}3}{24*365*VV_m*P_{VV_m}*R}$

	Siendo m el mes de menor viento promedio
Satisfacción demanda anual	$N° \ aerogeneradores = \frac{CR}{\left(\sum_{v=1}^{16} H_v * H_v\right) * R}$

Fuente: Elaboración propia.

- **Baterías**

Para calcular el número de baterías necesarias en un sistema eólico se debe conocer en primer lugar la capacidad que estas deben tener en conjunto para así proveer de energía al sistema durante las horas en las que no hay producción de electricidad por parte de los aerogeneradores. La capacidad del conjunto de baterías debe calcularse a través de la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 29: *Ecuación para la capacidad necesaria de baterías en instalación eólica.*

On grid con respaldo	$Capacidad \ baterias[Ah] = \frac{CV * DA}{PD * EB * V_S}$
Híbrido	$Capacidad \ baterias[Ah] = \frac{CCR * DA}{PD * EB * V_S}$
Satisfacción demanda anual	$Capacidad \ baterias[Ah] = \frac{CCR * DA}{PD * EB * V_S}$

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocida la capacidad necesaria para el conjunto de baterías, es posible conocer el número de baterías a utilizar teniendo en consideración que la capacidad de un conjunto de baterías aumenta mientras estas se conecten en paralelo, mientras que su voltaje aumentará al conectarse en serie. A partir de este principio, conociendo la capacidad y voltaje nominal de cada batería, es posible calcular el número de baterías necesarias mediante la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 30: *Ecuación para la cantidad de baterías necesarias en una instalación eólica.*

On grid con respaldo	$N° \; baterías = \frac{Capacidad \; baterías \; [Ah]}{CB} * \frac{V_s}{VB}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos, se ha utilizado la batería Nimac N.6GFM.200J de 200 [Ah] de capacidad nominal y 12 [V] de voltaje nominal, ofreciendo la mayor capacidad a menor precio dentro de las baterías cotizadas.

- **Controlador/Regulador de carga**

Respecto al regulador, es necesario conocer la corriente máxima producida por los aerogeneradores, lo cual dependerá de su configuración, es decir, de cuantos se encuentran conectados en paralelo y en serie. En cada caso, se utilizará el regulador de carga incluido con el aerogenerador, el cual admite las corrientes máximas que este puede generar, además de controlador el freno de rotor ante condiciones extremas de viento.

- **Inversor**

Para la selección de este equipo, es importante considerar la máxima potencia instantánea consumida por la vivienda o los equipos de Román, según el caso. Además, es importante considerar un sobredimensionamiento de un 50% respecto a la máxima

potencia instantánea considerada. A continuación, se detallan las potencias mínimas de los inversores a considerar en cada caso:

Tabla 31: *Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema eólico.*

	Máxima potencia instantánea consumida	**Máxima potencia instantánea consumida sobredimensionada (50%)**	**Potencia mínima del inversor**
On grid con respaldo	1.843 W	2.764 W	3000 W
Híbrido	248 W	372 W	500 W
Satisfacción demanda anual	248 W	372 W	500 W

Fuente: Elaboración propia.

- **Cables**

Para el dimensionamiento de este componente es importante considerar las corrientes que pasan por todos los tramos entre equipos en los que se requiere el transporte de electricidad, debiendo además utilizar cables que puedan resistir las condiciones de intemperie a la que serán sometidos. Para ello, es necesario inicialmente calcular las corrientes que se tendrán entre los distintos equipos, debiendo utilizarse las siguientes relaciones:

Tabla 32: *Cálculo de corriente máxima por tramo de cables en sistema eólico.*

Tramo	**Intensidad máxima**
Aerogenerador - Controlador	Corresponde a la generada por un aerogenerador funcionando a máxima potencia.

Controlador - Baterías	Se considera como máxima la misma corriente proveniente desde aerogenerador al controlador.
Batería - Batería	$I_{max} = \frac{W_a}{VCB_{V_s}}$
Baterías - Inversor	$I_{max} = \frac{P_i}{V_s}$

Fuente: Elaboración propia.

Junto a la corriente máxima, se debe conocer las longitudes que debe tener el cable de cada tramo, para lo cual se considerarán las siguientes medidas:

Tabla 33: *Longitud por tramo de cables en una instalación eólica.*

Tramo	**Longitud de cable**
Aerogenerador - Controlador	20 metros por cada aerogenerador
Controlador - Baterías	2 metros por cada controlador
Batería - Batería	0,2 metros por tramo entre batería
Baterías - Inversor	3 metros

Fuente: Elaboración propia.

Con los parámetros anteriores podrá calcularse la sección del cable a través de la siguiente ecuación:

Tabla 34: *Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema eólico.*

On grid con respaldo	$S\ [mm^2] = \frac{2 * L\ [m] * I\ [A]}{k\ \left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right] * \Delta V\ [V]}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	Donde: $L = Longitud\ del\ cable$

	$I = Intensidad\ de\ corriente\ en\ el\ cable$ $k = Constante\ de\ conductividad\ del\ material\ conductor$ $\Delta V = Máxima\ caída\ de\ tensión\ permitida\ en\ el\ cable$

Fuente: Elaboración propia.

Dado los que todos los cables a utilizar tienen como elemento conductor el cobre, se utilizará una constante de conductividad de 56 $\left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right]$. Por otro lado, la máxima caída de tensión permitida en el cable será de un 3% para el tramo entre aerogeneradores y controlador de carga, mientras que para los demás será de solo un 1%.

- **Disyuntor**

  Para proteger los equipos del sistema, se hace necesaria la instalación de dispositivos de seguridad eléctricos, los cuales interrumpirán la conducción de electricidad entre distintos equipos ante condiciones eléctricas anómalas. Estos se instalarán solo en los tramos entre un aerogenerador y controlador, y aquel entre las baterías e inversor. La elección de los disyuntores o automáticos se hacen en base a la corriente máxima que circula por un cable, por lo que estos serán elegidos en ambos tramos con los cálculos realizados en el punto anterior.

7.4 Estudio técnico de un sistema solar eólico-solara

7.4.1 Dimensionamiento de un sistema eólico-solar

Para realizar el dimensionamiento de un sistema con paneles fotovoltaicos y aerogeneradores, al igual que en los caos anteriores es necesario conocer la demanda de electricidad diaria

existente en la vivienda, y aquella que se quiere satisfacer a través de la implementación del sistema. En el caso On grid con respaldo, la demanda a satisfacer corresponderá al consumo total de electricidad de la vivienda, mientras que en el caso híbrido se buscará satisfacer los consumos de los equipos de Román. La autonomía que tendrá el sistema será de 1 día para ambos casos. A continuación, se presentan los datos necesarios para las ecuaciones a utilizar:

$CV = Consumo\ diario\ de\ la\ vivienda\ de\ Román\ [Wh]$

$CR = Consumo\ diario\ de\ equipos\ de\ Román\ [Wh]$

$DA = Días\ de\ autonomía$

$PD = Profundidad\ de\ descarga\ de\ la\ batería\ [\%]$

$EB = Eficiencia\ de\ la\ batería\ [\%]$

$W_p = Potencia\ nominal\ del\ panel\ [W]$

$CB = Capacidad\ nominal\ de\ la\ batería\ [Ah]$

$VB = Voltaje\ nominal\ de\ la\ batería\ [V]$

$W_a = Potencia\ nominal\ del\ aerogenerador\ [W]$

$HSP_m = Hora\ solar\ pico\ promedio\ en\ el\ mes\ m\ [h]$

$N°\ días_m = Número\ de\ días\ del\ mes\ m\ [h]$

$V_s = Voltaje\ del\ sistema\ [V]$

$P_i = Potencia\ nominal\ de\ inversor\ [W]$

$VV_m = Velocidad\ del\ viento\ en\ el\ mes\ m\ [m/s]$

$P_v = Potencia\ del\ aerogenerador\ a\ velocidad\ de\ viento\ v\ [W]$

$H_v = Horas\ al\ año\ con\ velocidad\ de\ viento\ v\ [h]$

$VCB_{V_s} = Voltaje\ de\ carga\ de\ baterías\ a\ voltaje\ del\ sistema\ V_s\ [V]$

$Tmin = Temperatura\ mínima\ absoluta\ registrada\ en\ el\ cluster\ geográfico$

$CT_{W_p} = Coeficiente\ de\ temperatura\ de\ la\ potencia\ máxima\ del\ panel\ [\%/°C]$

$K_b = Coeficiente\ por\ pérdidas\ de\ rendimiento\ de\ la\ batería\ [\%]$

$K_a = Coeficiente\ de\ auto - descarga\ diario\ [\%]$

$K_i = Coeficiente\ de\ pérdidas\ en\ el\ inversor$ [%]

$K_v = Coeficiente\ por\ pérdidas\ varias$ [%]

7.4.2 Cálculo de equipos necesarios por caso

- **Rendimiento global de la instalación**

En el caso de una instalación eólico-solar, al igual que en los casos anteriores, es fundamental considerar las pérdidas asociadas al funcionamiento de los equipos en la instalación y transmisión de energía. El rendimiento global puede calcularse a través de la siguiente ecuación:

Tabla 35: *Ecuación para el rendimiento global de una instalación eólico-solar.*

On grid con respaldo	$R = (1 - K_b - K_i - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * DA}{PD}\right)$
Híbrido	

Fuente: Elaboración propia.

Para conceptos de este trabajo se considerarán los siguientes coeficientes:

$K_b = 0{,}05\ (5\%)$

$K_i = 0{,}1\ (10\%), suponiendo\ el\ inversor\ cotizado\ con\ menor\ eficiencia$

$K_a = 0{,}01\ (1\%), según\ ficha\ técnica\ Batería\ Nimac\ N.6GFM.200J$

$K_v = 0{,}05\ (5\%)$

- **Aerogeneradores**

En este caso, la cantidad de aerogeneradores a utilizar será solo 1 debido a que la presencia de un aerogenerador genera turbulencias en el aire que se encuentra a su alrededor, por lo que la instalación de 2 o más paneles es una alternativa ineficiente, considerando además que estos requieren un área despejada para un óptimo

aprovechamiento de las corrientes de viento, lo cual es limitado en las viviendas urbanas o rurales promedio. Para todos los casos, se ha utilizado el aerogenerador SMAARAD SX-2000 de potencia nominal 2000 [W], ya que corresponde al que entrega una mayor potencia a bajas velocidades de viento, encontrándose su curva de potencia en el Anexo N°6.

Asimismo, es importante tener en cuenta la cantidad de energía generada por un aerogenerador, lo cual puede calcularse a través de la siguiente ecuación:

Tabla 36: *Ecuación para la energía generada por un aerogenerador en un mes.*

On grid con respaldo	$Potencia\ aerogenerador = \sum_{v=1}^{16} P_v * H_v$
Híbrido	

Fuente: Elaboración propia.

- **Paneles fotovoltaicos**

La cantidad de paneles a utilizar en el sistema dependerá de la radiación existente en el cluster geográfico y el porcentaje de energía que el aerogenerador no ha podido generar respecto al total que se desea satisfacer, el cual deberá ser generado mediante paneles. En este tipo de sistema eólico solar, el dimensionamiento de la cantidad de paneles solares, tanto en el caso on grid con respaldo como híbrido, debe asegurarse que la demanda energética sea cubierta en las condiciones menos favorables, especialmente en los meses de menor radiación, por lo que es en función de estos meses que se realizará el dimensionamiento de este sistema. Para todos los casos, se ha utilizado el panel Risen

RSM150-8-500M de potencia nominal 500 [W], ya que corresponde al que entrega una mayor potencia a menor precio, siendo cotizado a la empresa Solartex.

A continuación, se presenta la ecuación utilizada para el cálculo del número de paneles en cada caso:

Tabla 37: *Ecuación para el número de paneles a implementar en sistema eólico-solar.*

On grid con respaldo	$N° \, paneles = \frac{CV * N° \, días_m - \frac{24 * N° \, días_m * P_{VV_m}}{R}}{\frac{HSP_m * W_p * N° \, días_m}{R}}$ Siendo m el mes de menor radiación
Híbrido	$N° \, paneles = \frac{CR * N° \, días_m - \frac{24 * N° \, días_m * P_{VV_m}}{R}}{\frac{HSP_m * W_p * N° \, días_m}{R}}$ Siendo m el mes de menor radiación

Fuente: Elaboración propia.

Con esta ecuación, se asegura que los paneles puedan satisfacer la demanda requerida incluso en los meses de menor radiación, asegurando así la generación de energía durante todos los meses del año.

- **Baterías**

Para calcular el número de baterías necesarias en un sistema eólico solar se debe conocer en primer lugar la capacidad que estas deben tener en conjunto para así proveer de energía al sistema durante las horas en las que no hay producción de electricidad por parte del aerogenerador y panel. La capacidad del conjunto de baterías debe calcularse a través de la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 38: *Ecuación para la capacidad de baterías necesaria en sistema eólico-solar.*

On grid con respaldo	$Capacidad\ baterias[Ah] = \frac{CV * DA}{PD*EB*V_S}$
Híbrido	$Capacidad\ baterias[Ah] = \frac{CR * DA}{PD*EB*V_S}$

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocida la capacidad necesaria para el conjunto de baterías, es posible conocer el número de baterías a utilizar teniendo en consideración que la capacidad de un conjunto de baterías aumenta mientras estas se conecten en paralelo, mientras que su voltaje aumentará al conectarse en serie. A partir de este principio, conociendo la capacidad y voltaje nominal de cada batería, es posible calcular el número de baterías necesarias mediante la siguiente ecuación para todos los casos:

Tabla 39: *Ecuación para el número de baterías necesarias en instalación eólico-solar.*

On grid con respaldo	$N°\ baterías = \frac{Capacidad\ baterías\ [Ah]}{CB} * \frac{V_S}{VB}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos, se ha utilizado la batería Nimac N.6GFM.200J de 200 [Ah] de capacidad nominal y 12 [V] de voltaje nominal, ofreciendo la mayor capacidad a menor precio dentro de las baterías cotizadas.

- **Controlador/Regulador de carga**

Respecto al regulador, es necesario conocer la corriente máxima producida por los aerogeneradores y paneles. En este caso, es importante la configuración de los paneles, es decir, cuantos se encuentran conectados en paralelo y en serie, ya que de ello esto determinará la corriente con la que debe ser capaz de operar el regulador a utilizar. Dependiendo de las corrientes máximas que genere cada tipo de configuración, es posible utilizar tanto controladores de carga híbridos, es decir, que puedan controlar la carga proveniente de aerogeneradores y paneles simultáneamente, o controlares de carga solares y eólicos convencionales.

Por otro lado, si el panel opera fuera de las condiciones estándar (STC), es decir, a 25°C, la corriente que este entrega será distinta a la de sus especificaciones, incrementándose a medida que la temperatura ambiente disminuye. Por ello, para dimensionar correctamente el regulador de carga, debe considerarse la corriente que otorgará el panel en la menor temperatura que se experimente en el cluster geográfico (ver en Anexo N°5), pudiéndose calcular tal corriente gracias a la siguiente ecuación:

Tabla 40*: Ecuación para el cálculo de la corriente máxima por panel según temperatura.*

On grid con respaldo	$I\ @\ Tmin = \dfrac{(25 - Tmin) * \dfrac{CT_{W_p}}{-100} * W_p + W_p}{VCB_{V_s}}$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	

Nota: Cálculo de la corriente máxima generada por un panel a la temperatura mínima absoluta del cluster geográfico. Fuente: Elaboración propia.

- **Inversor**

Al igual que en los casos anteriores, para la selección de este equipo, es importante considerar la máxima potencia instantánea consumida por la vivienda o los equipos de Román, según el caso. Además, es importante considerar un sobredimensionamiento de un 50% respecto a la máxima potencia instantánea considerada. A continuación, se detallan las potencias mínimas de los inversores a considerar en cada caso:

Tabla 41: *Potencia mínima requerida para inversor en cada tipo de sistema eólico-solar.*

	Máxima potencia instantánea consumida	**Máxima potencia instantánea consumida sobredimensionada (50%)**	**Potencia mínima del inversor**
On grid con respaldo	1.843 W	2.764 W	3000 W
Híbrido	248 W	372 W	500 W
Satisfacción demanda anual	248 W	372 W	500 W

Fuente: Elaboración propia.

- **Cables**

Para el dimensionamiento de este componente es importante considerar las corrientes que pasan por todos los tramos entre equipos en los que se requiere el transporte de electricidad, debiendo además utilizar cables que puedan resistir las condiciones de intemperie a la que serán sometidos. Para ello, es necesario inicialmente calcular las corrientes que se tendrán entre los distintos equipos, debiendo utilizarse las siguientes

relaciones:

Tabla 42: *Calculo de corriente máxima por tramo de cables en un sistema eólico-solar.*

Tramo	**Intensidad máxima**
Aerogenerador - Controlador	Corresponde a la generada por un aerogenerador funcionando a máxima potencia.
Panel - Controlador	Corresponde a la generada por los paneles conectados en paralelo, considerándose como máxima la que podrían generar al existir un corto circuito.
Controlador - Baterías	Se considera como máxima la misma corriente proveniente desde aerogenerador al controlador.
Batería - Batería	$I_{max} = \frac{W_a}{VCB_{V_s}}$
Baterías - Inversor	$I_{max} = \frac{P_i}{V_s}$

Fuente: Elaboración propia.

Junto a la corriente máxima, se debe conocer las longitudes que debe tener el cable de cada tramo, para lo cual se considerarán las siguientes medidas:

Tabla 43: *Longitud por tramo de cables en un sistema eólico-solar.*

Tramo	**Longitud de cable**
Aerogenerador - Controlador	20 metros por cada aerogenerador
Panel - Controlador	20 metros
Controlador - Baterías	2 metros por cada controlador
Batería - Batería	0,2 metros por tramo entre batería
Baterías - Inversor	3 metros

Fuente: Elaboración propia.

Con los parámetros anteriores podrá calcularse la sección del cable a través de la siguiente ecuación:

Tabla 44: *Ecuación de cálculo de sección de cable en un sistema fotovoltaico.*

On grid con respaldo	$$S\ [mm^2] = \frac{2 * L\ [m] * I\ [A]}{k\ \left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right] * \Delta V\ [V]}$$
Híbrido	
Satisfacción demanda anual	Donde: $L = Longitud\ del\ cable$ $I = Intensidad\ de\ corriente\ en\ el\ cable$ $k = Constante\ de\ conductividad\ del\ material\ conductor$ $\Delta V = Máxima\ caída\ de\ tensión\ permitida\ en\ el\ cable$

Fuente: Elaboración propia.

Dado los que todos los cables a utilizar tienen como elemento conductor el cobre, se utilizará una constante de conductividad de 56 $\left[\frac{m}{\Omega\ mm^2}\right]$. Por otro lado, la máxima caída de tensión permitida en el cable será de un 3% para el tramo entre aerogeneradores y controlador de carga, mientras que para los demás será de solo un 1%.

- **Disyuntor**

Para proteger los equipos del sistema, se hace necesaria la instalación de dispositivos de seguridad eléctricos, los cuales interrumpirán la conducción de electricidad entre distintos equipos ante condiciones eléctricas anómalas. Estos se instalarán en los tramos entre un aerogenerador y controlador, paneles y controlador, y aquel entre las baterías

e inversor. La elección de los disyuntores o automáticos se hacen en base a la corriente máxima que circula por un cable, por lo que estos serán elegidos en función de los cálculos realizados en el punto anterior.

8. RESULTADOS

A partir de las ecuaciones de dimensionamiento técnico para instalaciones solares, eólicas y eólico-solares, se ha obtenido resultados para cada cluster geográfico. En específico, se ha realizado en cada cluster geográfico un dimensionamiento energético de sistemas on grid con respaldo, híbridos y que buscan la satisfacción de demanda anual, teniendo como fuente de generación eléctrica paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, o ambos. Además, para cada caso, se ha realizado el dimensionamiento técnico con los equipos cotizados en la sección "Alternativas de equipos para el dimensionamiento de sistemas", presentándose el detalle de los costos unitarios y totales para la implementación de los sistemas de cada cluster geográfico en el Anexo N°7.

8.1 Instalación solar fotovoltaica

- **On grid con respaldo**

Tabla 45*: Resultados para instalación fotovoltaica tipo on grid con respaldo en cada cluster.*

Región	Ciudad	Número de paneles	Generación eléctrica mes menor radiación [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	10	556,45	10109,85
Tarapacá	Iquique	11	545,6	11136,18
Antofagasta	Antofagasta	9	595,665	10285,335
Atacama	Copiapó	8	600,16	9366,08
Coquimbo	La Serena	12	621,24	10887,06
Valparaíso	Valparaíso	12	546,84	11919,66
Metropolitana	Santiago	14	590,24	14647,08
O'Higgins	Rancagua	16	607,6	15750,8
Maule	Talca	14	607,6	14016,94
Ñuble	Chillán	14	555,52	14181,02
Biobío	Concepción	14	594,58	13864,34
La Araucanía	Temuco	16	543,12	14537,12
Los Ríos	Valdivia	18	571,95	15619,59
Los Lagos	Puerto Montt	20	561,1	14865,5
Aysén	Coyhaique	24	543,12	14762,76
Magallanes	Punta Arenas	30	567,3	17534,85

Nota: Número de paneles, generación eléctrica en el mes de menor radiación y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación on grid con respaldo fotovoltaica en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de la vivienda de Román y sus equipos médicos durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

- **Híbrido**

Tabla 46: *Resultados para instalación fotovoltaica tipo híbrida en cada cluster.*

Región	Ciudad	Número de paneles	Generación eléctrica mes menor radiación [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	5	278,225	5054,925
Tarapacá	Iquique	5	248	5061,9
Antofagasta	Antofagasta	4	264,74	4571,26
Atacama	Copiapó	4	300,08	4683,04
Coquimbo	La Serena	5	258,85	4536,275
Valparaíso	Valparaíso	6	273,42	5959,83
Metropolitana	Santiago	6	252,96	6277,32
O'Higgins	Rancagua	7	265,825	6890,975
Maule	Talca	6	260,4	6007,26
Ñuble	Chillán	7	277,76	7090,51
Biobío	Concepción	6	254,82	5941,86
La Araucanía	Temuco	8	271,56	7268,56
Los Ríos	Valdivia	8	254,2	6942,04
Los Lagos	Puerto Montt	9	252,495	6689,475
Aysén	Coyhaique	12	271,56	7381,38
Magallanes	Punta Arenas	14	264,74	8182,93

Nota: Número de paneles, generación eléctrica en el mes de menor radiación y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación híbrida fotovoltaica en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de los equipos médicos de Román durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

- **Satisfacción de la demanda anual**

Tabla 47: *Resultados para instalación fotovoltaica tipo SDA en cada cluster.*

Región	Ciudad	Número de paneles	Generación eléctrica mes menor radiación [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	3	166,935	3032,955
Tarapacá	Iquique	3	148,8	3037,14
Antofagasta	Antofagasta	3	198,555	3428,445
Atacama	Copiapó	3	225,06	3512,28
Coquimbo	La Serena	4	207,08	3629,02
Valparaíso	Valparaíso	3	136,71	2979,915
Metropolitana	Santiago	3	126,48	3138,66
O'Higgins	Rancagua	3	113,925	2953,275
Maule	Talca	3	130,2	3003,63
Ñuble	Chillán	3	119,04	3038,79
Biobío	Concepción	3	127,41	2970,93
La Araucanía	Temuco	4	135,78	3634,28
Los Ríos	Valdivia	4	127,1	3471,02
Los Lagos	Puerto Montt	4	112,22	2973,1
Aysén	Coyhaique	5	113,15	3075,575
Magallanes	Punta Arenas	5	94,55	2922,475

Nota: Número de paneles, generación eléctrica en el mes de menor radiación y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación fotovoltaica de satisfacción de demanda anual en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda anual de energía eléctrica de los equipos médicos de Román, con el fin de generar la misma energía consumida a la red eléctrica, sin embargo, no se cubre la demanda diaria de los equipos de Román en los meses de menor radiación. El desglose de los equipos y costos totales puede encontrarse en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

8.2 Instalación eólica

- **On grid con respaldo**

Tabla 48: *Resultados para instalación eólica tipo on grid con respaldo en cada cluster.*

Región	Ciudad	Número de aerogeneradores	Generación eléctrica mes menor velocidad de viento [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	4	642,4	14795
Tarapacá	Iquique	8	584	9810,08
Antofagasta	Antofagasta	8	584	11505,12
Atacama	Copiapó	No aplica	0	No aplica
Coquimbo	La Serena	No aplica	0	No aplica
Valparaíso	Valparaíso	4	642,4	16023,24
Metropolitana	Santiago	No aplica	0	No aplica
O'Higgins	Rancagua	No aplica	0	No aplica
Maule	Talca	8	584	7856,08
Ñuble	Chillán	No aplica	0	No aplica
Biobío	Concepción	8	584	11820,88
La Araucanía	Temuco	8	584	9280,88
Los Ríos	Valdivia	No aplica	0	No aplica
Los Lagos	Puerto Montt	No aplica	0	No aplica
Aysén	Coyhaique	8	584	13864,64
Magallanes	Punta Arenas	2	730	15546,62

Nota: Número de aerogeneradores, generación eléctrica en el mes con menor velocidad de viento promedio y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación on grid con respaldo eólica en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de la vivienda de Román y sus equipos médicos durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

- **Híbrido**

Tabla 49*: Resultados para instalación eólica tipo híbrida en cada cluster*

Región	Ciudad	Número de aerogeneradores	Generación eléctrica mes menor velocidad de viento [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	2	321,2	7397,5
Tarapacá	Iquique	4	292	4905,04
Antofagasta	Antofagasta	4	292	5752,56
Atacama	Copiapó	No aplica	0	0
Coquimbo	La Serena	No aplica	0	0

Valparaíso	Valparaíso	2	321,2	8011,62
Metropolitana	Santiago	No aplica	0	0
O'Higgins	Rancagua	No aplica	0	0
Maule	Talca	4	292	3928,04
Ñuble	Chillán	No aplica	0	0
Biobío	Concepción	4	292	5910,44
La Araucanía	Temuco	4	292	4640,44
Los Ríos	Valdivia	No aplica	0	0
Los Lagos	Puerto Montt	No aplica	0	0
Aysén	Coyhaique	4	292	6932,32
Magallanes	Punta Arenas	1	365	7773,31

Nota: Número de paneles, generación eléctrica en el mes con menor velocidad de viento promedio y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación híbrida eólica en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de los equipos médicos de Román durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

- **Satisfacción de la demanda anual**

Tabla 50: *Resultados para instalación eólica tipo SDA en cada cluster*

Región	Ciudad	Número de aerogeneradores	Generación eléctrica mes menor velocidad de viento [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	1	160,6	3698,75
Tarapacá	Iquique	2	146	2452,52
Antofagasta	Antofagasta	2	146	2876,28
Atacama	Copiapó	2	0	2791,34
Coquimbo	La Serena	2	0	2469,28
Valparaíso	Valparaíso	1	160,6	4005,81
Metropolitana	Santiago	3	0	2615,01
O'Higgins	Rancagua	3	0	2502,36
Maule	Talca	3	219	2946,03
Ñuble	Chillán	7	0	2174,48
Biobío	Concepción	2	146	2955,22
La Araucanía	Temuco	2	146	2320,22
Los Ríos	Valdivia	7	0	2258,55
Los Lagos	Puerto Montt	5	0	2642,95
Aysén	Coyhaique	2	146	3466,16

Magallanes	Punta Arenas	1	365	7773,31

Nota: Número de paneles, generación eléctrica en el mes de menor radiación y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación eólica de satisfacción de demanda anual en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda anual de energía eléctrica de los equipos médicos de Román, con el fin de generar la misma energía consumida a la red eléctrica, sin embargo, no se cubre la demanda diaria de los equipos de Román en los meses de menor radiación. El desglose de los equipos y costos totales puede encontrarse en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

8.3 Instalación eólico - solar

- **On grid con respaldo**

Tabla 51*: Resultados para instalación eólico-solar tipo on grid con respaldo en cada cluster.*

Región	Ciudad	Número de aerogeneradores	Número de paneles	Generación eléctrica mes condiciones menos favorables [kWh]	Generación eléctrica anual [kWh]
Arica y Parinacota	Arica	1	8	445,16	8087,88
Tarapacá	Iquique	1	11	545,6	11136,18
Antofagasta	Antofagasta	1	9	595,665	10285,335
Atacama	Copiapó	1	9	675,18	10536,84
Coquimbo	La Serena	1	12	621,24	10887,06
Valparaíso	Valparaíso	1	9	410,13	8939,745
Metropolitana	Santiago	1	15	632,4	15693,3
O'Higgins	Rancagua	1	17	645,575	16735,225
Maule	Talca	1	12	520,8	12014,52
Ñuble	Chillán	1	16	634,88	16206,88
Biobío	Concepción	1	13	552,11	12874,03
La Araucanía	Temuco	1	15	509,175	13628,55
Los Ríos	Valdivia	1	20	635,5	17355,1
Los Lagos	Puerto Montt	1	24	673,32	17838,6
Aysén	Coyhaique	1	24	543,12	14762,76
Magallanes	Punta Arenas	1	10	189,1	5844,95

Nota: Número de paneles y aerogeneradores junto a la generación eléctrica en el mes con menor velocidad de viento promedio y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación on grid con respaldo eólico solar en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de la vivienda de Román y sus equipos médicos durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

- **Híbrido**

Tabla 52: *Resultados para instalación eólico-solar tipo híbrida en cada cluster.*

Región	Ciudad	N° aerogeneradores	N° paneles	Costo total sistema
Arica y Parinacota	Arica	1	1	$ 4.230.565
Tarapacá	Iquique	1	3	$ 4.571.733
Antofagasta	Antofagasta	1	2	$ 4.335.583
Atacama	Copiapó	1	3	$ 4.571.733
Coquimbo	La Serena	1	2	$ 4.335.583
Valparaíso	Valparaíso	1	2	$ 4.335.583
Metropolitana	Santiago	1	5	$ 4.896.501
O'Higgins	Rancagua	1	5	$ 4.896.501
Maule	Talca	1	3	$ 4.421.733
Ñuble	Chillán	1	5	$ 4.896.501
Biobío	Concepción	1	3	$ 4.421.733
La Araucanía	Temuco	1	2	$ 4.185.583
Los Ríos	Valdivia	1	6	$ 5.410.983
Los Lagos	Puerto Montt	1	5	$ 5.286.501
Aysén	Coyhaique	1	5	$ 5.286.501
Magallanes	Punta Arenas	1	0	$ 4.079.757

Nota: Número de paneles y aerogeneradores junto a la generación eléctrica en el mes con menor velocidad de viento promedio y generación eléctrica anual obtenidos para una instalación híbrida eólico solar en cada cluster geográfico. La instalación cubre la demanda eléctrica diaria de los equipos médicos de Román durante todos los meses del año, encontrándose el desglose de los equipos y costos totales en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

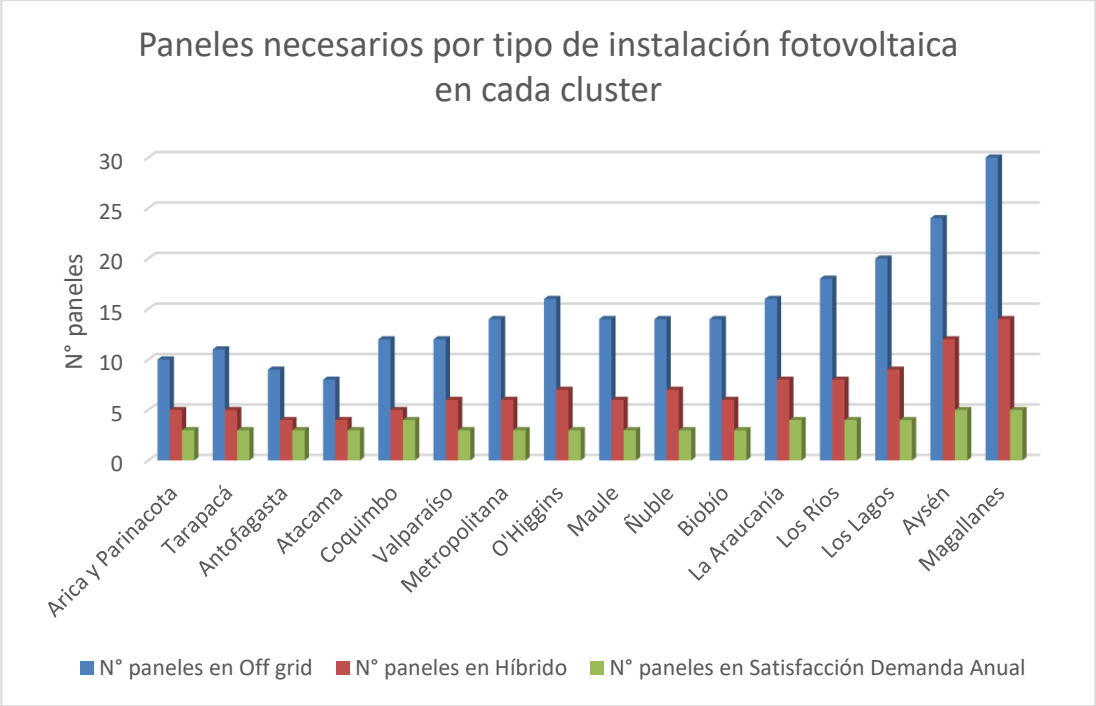
9.1 Análisis técnico

- **Instalación solar fotovoltaica**

Acorde a los resultados presentes la **Tabla *45***, **Tabla *46*** y **Tabla *47***, es posible notar en primera instancia que a medida que los clusters se encuentran más al sur, se necesita un mayor número de paneles para satisfacer la demanda eléctrica requerida, lo cual encuentra explicación en la disminución de la radiación solar promedio a conforme se aumenta de latitud.

Esto puede evidenciarse de mejor manera al observar que para el caso on grid con respaldo (**Tabla *45***), en la ciudad de Arica se necesitan 10 paneles de 500 [W] para generar la cantidad de energía demandada por la vivienda de Román durante el mes de menor radiación. En cambio, en el extremo sur del país, específicamente en la ciudad de Punta Arenas, se necesitan 30 paneles fotovoltaicos de la misma potencia nominal, lo cual teniendo en cuenta las dimensiones del panel según su ficha técnica, es decir, 1102 [mm] x 2220 [mm], abarcaría un área de aproximadamente 73,39 [m^2].

Gráfico 1: *Número de paneles solares necesarios por caso en cada cluster geográfico.*

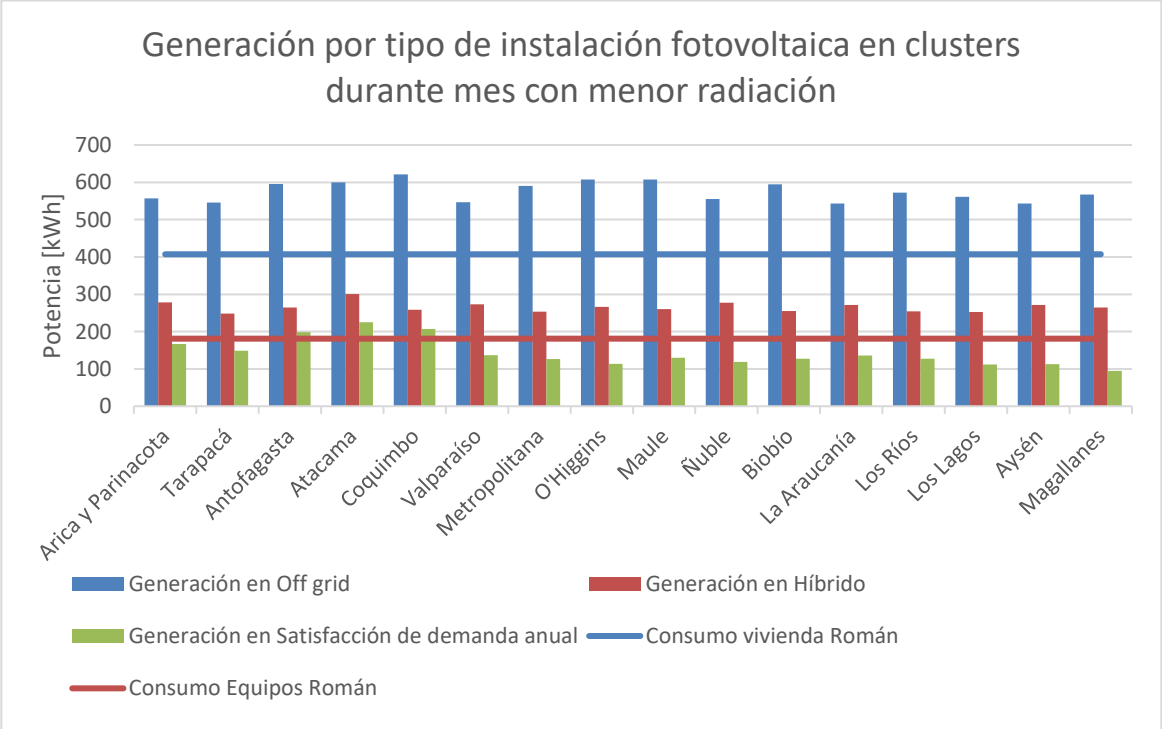


Fuente: Elaboración propia.

En el **Gráfico *1***, puede notarse que en el caso híbrido la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios en cada cluster geográfico es menor que en el caso on grid con respaldo, debido a que la energía a generar corresponde a la demanda eléctrica diaria de los equipos de Román, no así en el caso on grid con respaldo, que busca generar la demanda diaria de todos los electrodomésticos de su vivienda. Esta disminución de la cantidad de paneles necesarios es más aún más evidente en el caso de satisfacción de la demanda anual, dado que este no busca satisfacer la demanda energética de los equipos de Román durante todos los días del año, sino generar durante el año la misma energía que tales equipos utilizan, por lo que no es necesario contar con una cantidad de paneles que genere la energía diaria consumida por los equipos de Román. Esto puede comprobarse con los resultados obtenidos, al notarse que es el caso donde menor

número de paneles se necesitan por cluster, e incluso, en aquel con menor radiación promedio solo se necesitan 5 paneles. Cabe destacar que, al ser el caso con menor cantidad de paneles, también supone los menores costos totales de instalación.

Gráfico 2: *Generación por tipo de instalación fotovoltaica durante mes menor radiación.*

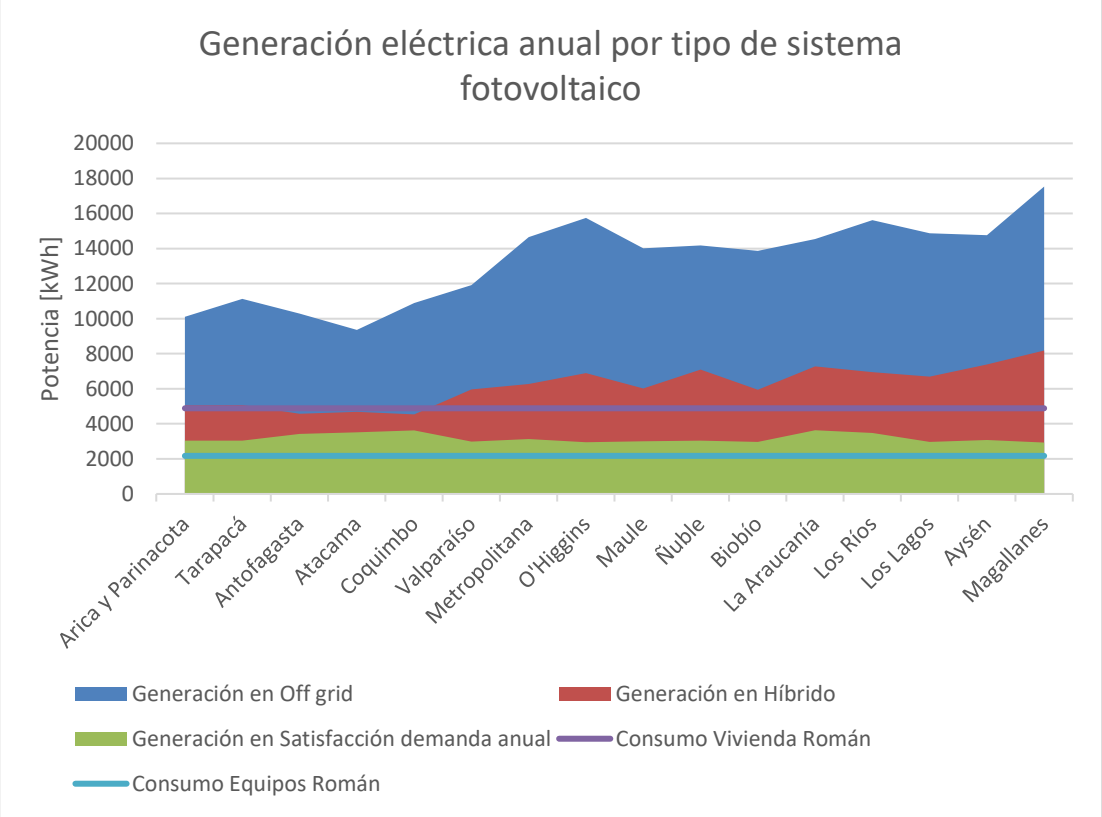


Nota: Potencia generada por paneles durante los meses de menor radiación de cada cluster para los casos on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de la demanda, junto al nivel de demanda de la vivienda y equipos de Román. Fuente: Elaboración propia.

A partir del **Gráfico *2***, es posible notar que durante los meses de menor radiación de cada cluster, la generación de potencia por parte de los sistemas que operan de manera on grid con respaldo e híbrida efectivamente superan la demanda diaria de energía de la vivienda y equipos de Román respectivamente. Sin embargo, en el caso de los

sistemas de satisfacción de demanda anual, solo en 3 clusters se supera la demanda diaria de los equipos de Román, correspondiendo a las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, las cuales precisamente poseen las mayores radiaciones globales en el país. Cabe destacar que, tanto en sistemas de tipo on grid con respaldo e híbrido, la generación diaria durante estos meses supera ampliamente el nivel de demandas a cubrir, lo cual se debe al sobredimensionamiento considerado por las pérdidas de energía.

Gráfico 3*: Generación eléctrica anual por tipo de sistema fotovoltaico.*



Nota: Potencia generada anualmente por paneles en cada cluster por sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual. Se indica además el nivel de demanda energética de la vivienda de Román y sus equipos médicos. Fuente: Elaboración propia.

A partir del **Gráfico *3***, es importante destacar que en todos los clusters cada tipo de sistema logra cubrir el nivel de energía demandado, pudiendo notarse que a nivel general el sistema on grid con respaldo es el que lo supera en mayor medida, logrando grandes excedentes de energía, seguido en menor medida por el sistema híbrido. Al ser las instalaciones dimensionadas en función de los meses de menor radiación, durante el verano cada sistema generará niveles de energía superiores a los del nivel de demanda requerido, lo cual explica los excedentes obtenidos. Por otro lado, los sistemas del tipo satisfacción de demanda anual, a pesar de no lograr satisfacer el nivel de demanda diario en la mayoría de clusters, logran cubrir el nivel de demanda anual en todos los casos sin mayores excedentes.

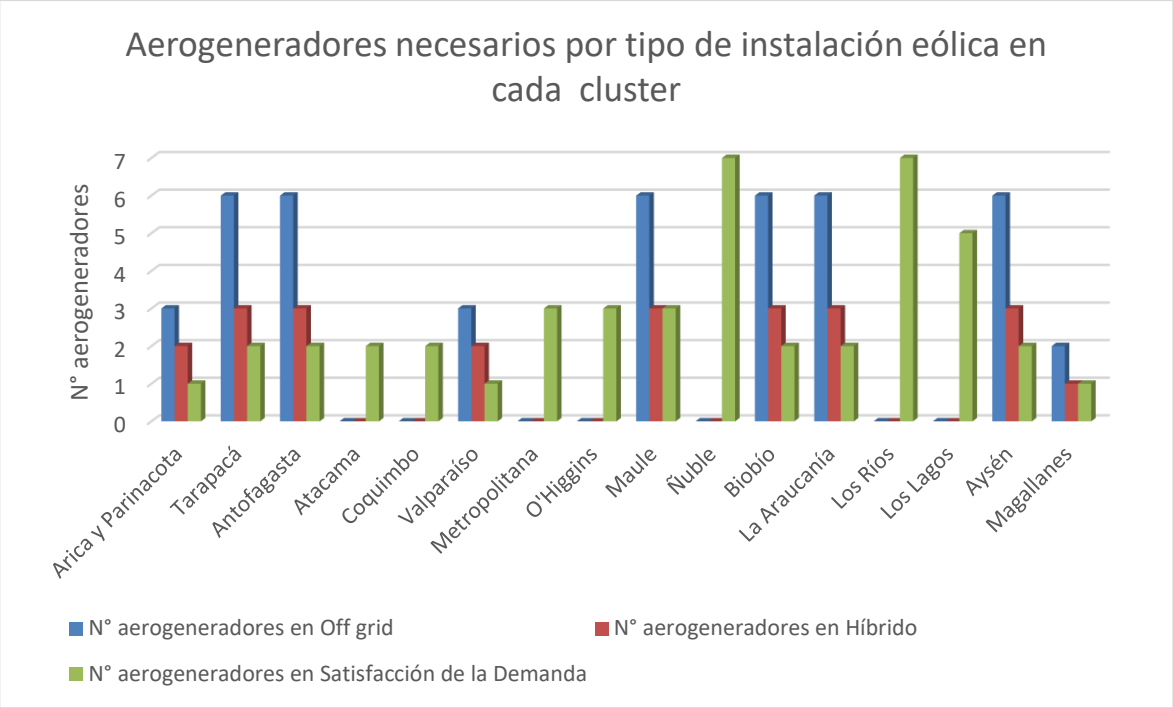
- **Instalación eólica**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla *48***, **Tabla *49*** y **Tabla *50***, es posible notar en primera instancia que en el caso on grid con respaldo e híbrido existen clusters en los que la instalación de aerogeneradores no aplicable, lo que se debe a que en estas ciudades la velocidad mensual promedio mínima durante el año es menor a la velocidad mínima en la que el aerogenerador genera potencia. Por esta razón, en tales clusters habría meses en los que no habría generación de electricidad, por ende, no se cubriría la demanda energética de la vivienda en lo absoluto.

A rasgos generales, es posible observar que la Región de Magallanes constituye el cluster más favorable para una instalación de tipo eólica, pues en el caso on grid con respaldo se puede satisfacer la demanda diaria de la vivienda de Román con 2

aerogeneradores en el mes de menor velocidad de viento promedio. Asimismo, para los casos híbridos y de satisfacción de demanda anual solo es necesario 1 aerogenerador para generar la demanda de energía requerida por los equipos médicos de Román.

Gráfico 4: *Aerogeneradores necesarios tipo de instalación eólica en cada cluster.*



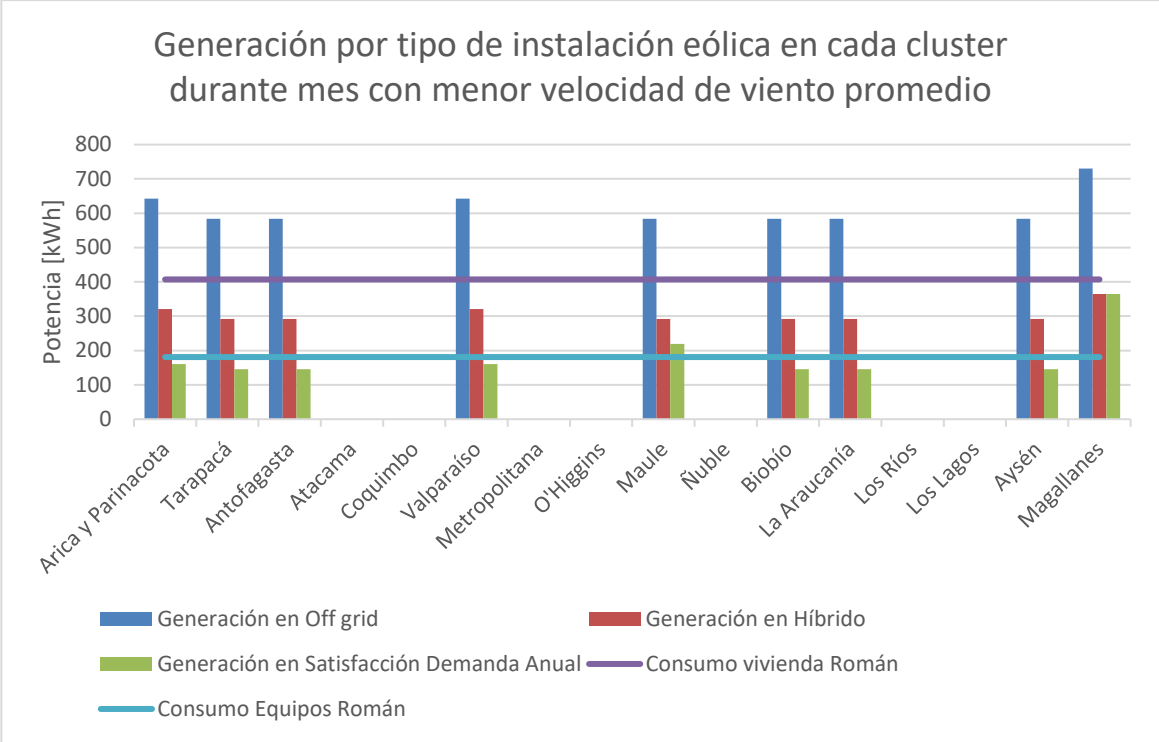
Fuente: Elaboración propia.

Del Grafico X es posible notar que tanto para el caso on grid con respaldo e híbrido, además de las regiones donde una instalación eólica no es aplicable, existe una gran cantidad de regiones donde la energía eólica no es favorable, principalmente en la de Tarapacá, Antofagasta, Maule, Biobío, La Araucanía y Aysén. Esto puede explicarse a que algunas de estas capitales regionales se ubican en valles rodeados por la Cordillera de la Costa y/o Andes, lo que impide el desplazamiento de masas de aire.

Respecto al caso de satisfacción de la demanda anual, existen 3 ciudades en las que existen condiciones de viento favorables para una generación anual equivalente al consumo de los equipos médicos de Román; Arica, Valparaíso y Punta Arenas. Por otro lado, en las ciudades de Chillán y Valdivia se necesitan 7 aerogeneradores para satisfacer esta demanda anual, lo que demuestra que no son favorables para generación de electricidad en base a energía eólica.

A diferencia de los resultados obtenidos para una instalación solar, donde a mayor latitud se tiene una menor radiación y por ende es necesaria una mayor cantidad de paneles para generar la misma energía, los resultados obtenidos para una instalación eólica demuestran que las velocidades de viento poseen gran incertidumbre, teniendo la geografía del lugar un rol importante en ello, más que la latitud en sí.

Gráfico 5*: Generación por tipo de instalación eólica en clusters durante mes menor viento.*

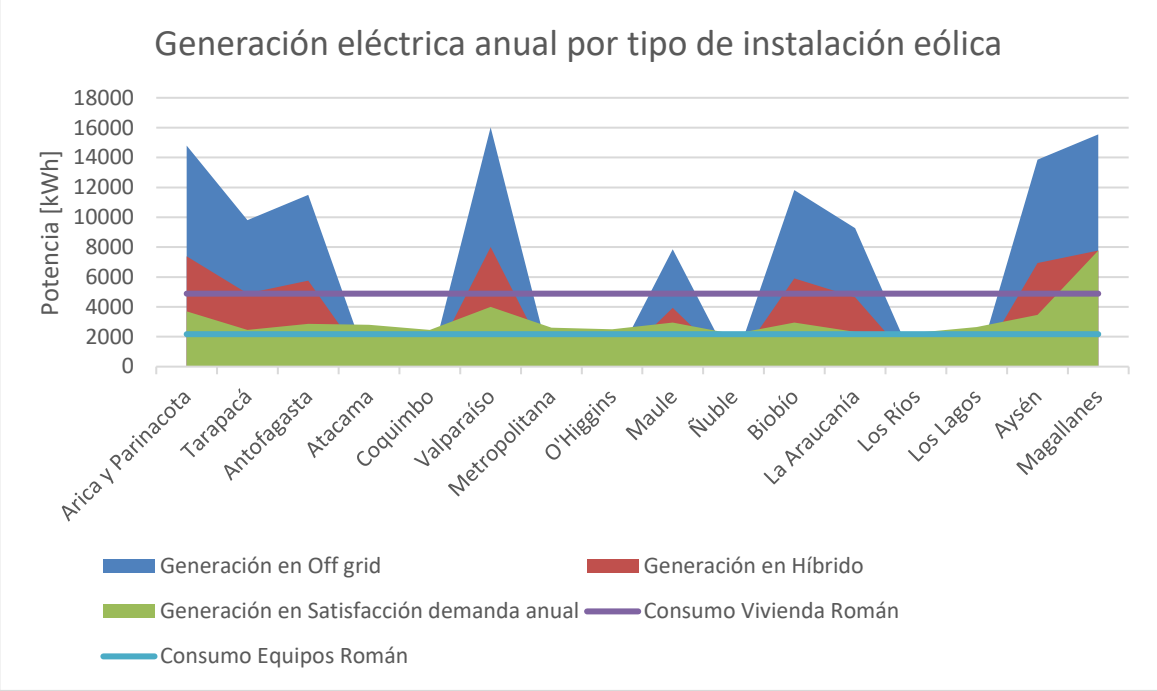


Nota: Potencia generada por aerogeneradores durante los meses con menor velocidad de viento promedio en cada cluster para los casos on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de la demanda. Se indica el nivel de demanda de la vivienda y equipos de Román. Fuente: Elaboración propia.

A partir del **Gráfico *5***, es posible observar que para el caso off e híbrido, en todos los clusters en los que existen condiciones de velocidad de viento mínimo favorables para una instalación eólica se ha logrado satisfacer los niveles de demanda requeridos. Sin embargo, en el caso de satisfacción de demanda anual, esto solo se ha logrado en las regiones de Punta Arenas y el Maule en menor medida lo cual significa que no es posible cubrir la energía diaria requerida por los equipos de Román en los meses de menor velocidad de viento. Por otro lado, puede notarse en el caso on grid con respaldo e híbrido que las potencias generadas en cada cluster son ampliamente mayores a las de

sus demandas respectivas, lo cual se debe al sobredimensionamiento considerado por las pérdidas de energía entre equipos.

Gráfico 6: *Generación anual por tipo de instalación eólica.*



Nota: Potencia generada anualmente por aerogeneradores en cada cluster por sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual. Se indica además el nivel de demanda energética de la vivienda de Román y sus equipos médicos. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la potencia generada anualmente por aerogeneradores en cada cluster, es posible observar que en cada tipo de sistema se logra satisfacer sus respectivas demandas anuales a cubrir, destacando el sistema on grid con respaldo por generar la mayor cantidad de potencia anual. Es importante mencionar que el único tipo de sistema eólico que puede instalarse en todos los clusters y cubrir su demanda anual es

precisamente el sistema de satisfacción de demanda anual. Esto se debe a que al no ser dimensionado en base al mes con menor velocidad de viento, considera todas las horas en las que existen velocidades de viento productivas durante el año, las cuales en conjunto, durante el mes de menor velocidad de viento pueden no ser suficientes para cubrir la demanda de los equipos de Román, pero sí para cubrir la demanda anual al considerarse mayores velocidades de viento durante los meses restantes.

- **Instalación eólico solar**

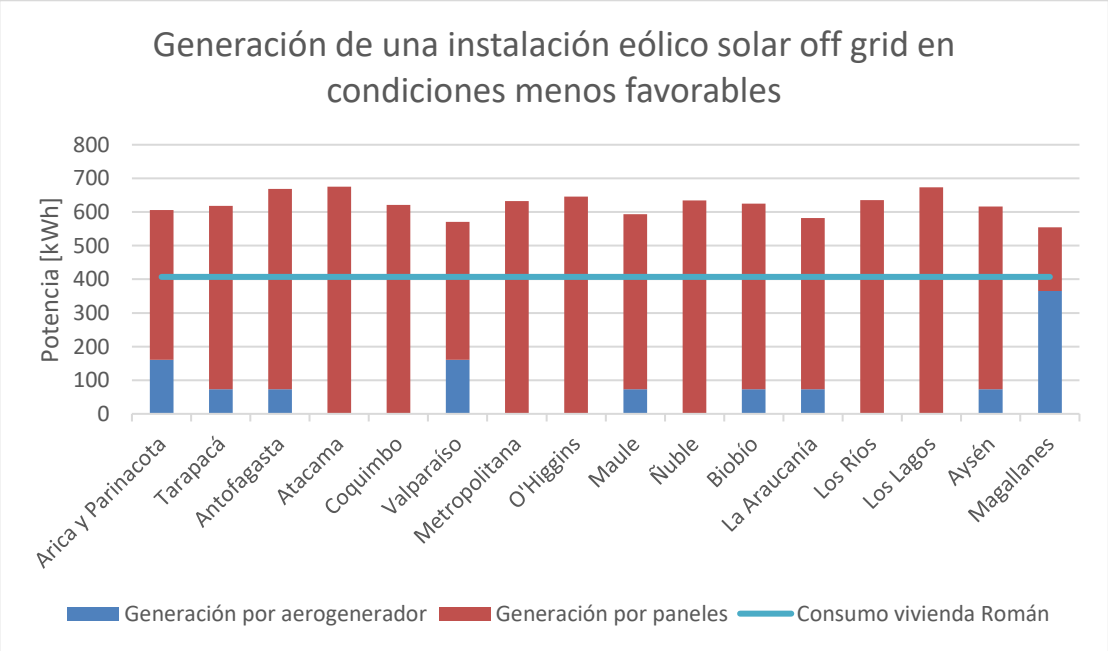
  Dado que en este caso se tiene como base la producción de energía eléctrica por parte de un aerogenerador, los paneles generarán el resto de la energía necesaria para cubrir la demanda energética diaria de la vivienda o los equipos de Román, especialmente en los meses con condiciones más desfavorables.

A partir de la **Tabla *51***, en el caso on grid con respaldo puede notarse que en ciudades como Santiago, Rancagua, Chillán, Valdivia, Puerto Montt y Coyhaique es necesaria una gran cantidad de paneles para cubrir la demanda de energía de la vivienda de Román, lo que indicaría que los aerogeneradores logran una baja producción de potencia, generando los paneles la mayor parte de la necesaria para lograr la potencia esperada. Por otro lado, en ciudades como Arica y Punta Arenas solo se necesitan 2 y 3 paneles respectivamente para complementar la producción del aerogenerador, lo que indica que este funciona bajo condiciones favorables de viento, tal como se ha evidenciado en los resultados de la instalación eólica.

Observando la **Tabla *52*** referente al caso híbrido, también se puede notar que las

ciudades de Arica y Punta Arenas son las más favorables, necesitándose además del aerogenerador solo 1 y 0 paneles respectivamente para lograr producir la cantidad de energía requerida diariamente por los equipos médicos de Román, incluso en las condiciones de radiación y viento menos favorables. Esto confirma lo obtenido en los resultados on grid con respaldo, sumado a que en el caso híbrido ciudades como Santiago, Chillán y Valdivia nuevamente necesitan una mayor cantidad de paneles para lograr el nivel de energía deseado en comparación a las demás ciudades, destacando así condiciones desfavorables para el aprovechamiento de energía eólica.

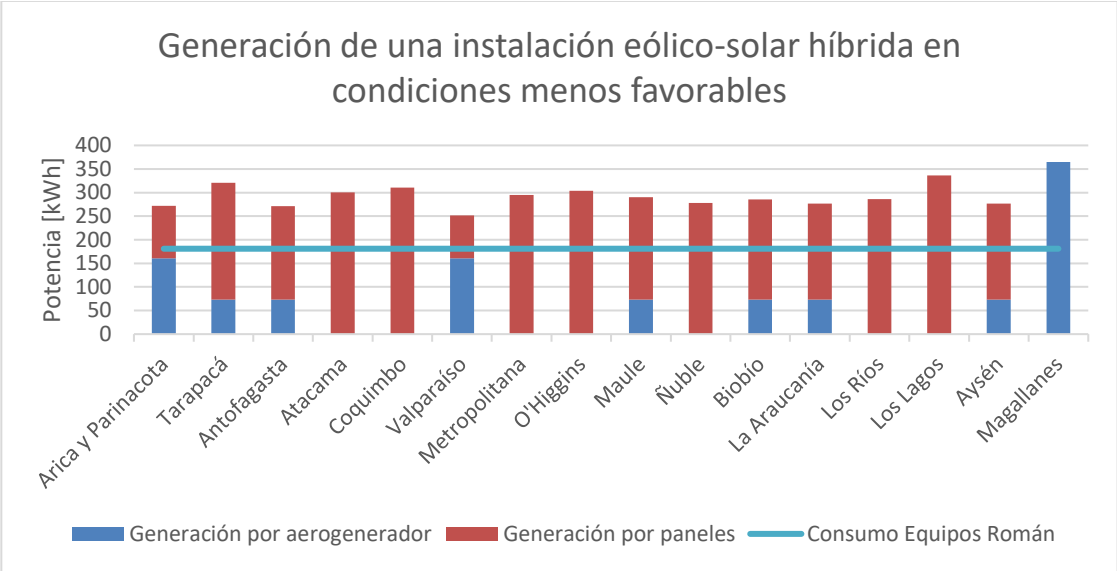
Gráfico 7: *Generación de una instalación eólico-solar on grid con respaldo en condiciones menos favorables.*



Nota: Potencia mensual generada por sistema eólico on grid con respaldo en cada cluster con las condiciones de radiación y velocidad de viento menos favorables. Se indica además el nivel de demanda energética total de la vivienda de Román. Fuente: Elaboración propia.

A partir del **Gráfico *7***, es posible notar que en el caso on grid con respaldo en un mes con las condiciones de radiación y viento menos favorables, en todos los los clusters la mayor parte de la potencia mensual es generada por paneles fotovoltaicos, a excepción de Punta Arenas, ciudad en la que con solo 1 aerogenerador es posible cubrir en mayor parte el nivel de demanda energética diaria de la vivienda de Román. Por otro lado, en el caso de regiones como Atacama, Coquimbo, Metropolitana, entre otras, en el mes con condiciones de radiación y velocidad de viento menos favorables solo existe generación de energía por parte de paneles fotovoltaicos, lo cual indica que con la menor velocidad de viento promedio mensual registrada en tales clusters no es posible lograr generación mediante aerogeneradores. A su vez, en todas las regiones se han generado niveles de potencia superiores a la demanda requerida por la vivienda de Román, lo cual se explica por el sobredimensionamiento de los sistemas debido a las pérdidas de energía existente entre equipos y circuitos.

Gráfico 8: *Generación de una instalación eólico-solar híbrida en condiciones menos favorables.*

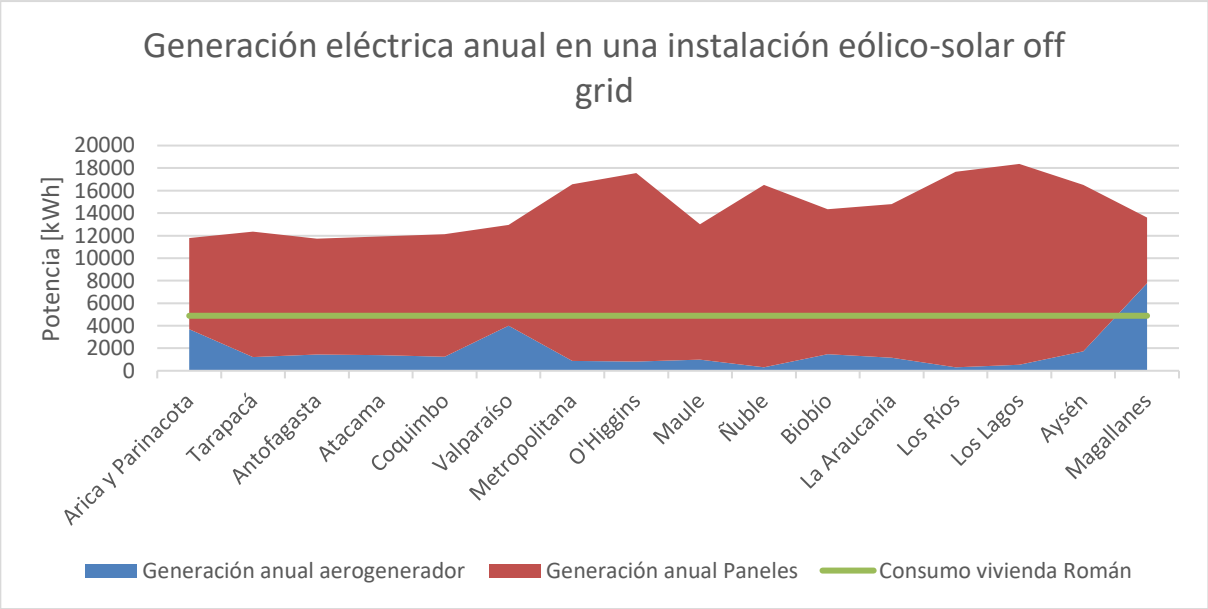


Nota: Potencia mensual generada por sistema eólico híbrido en cada cluster con las condiciones de radiación y velocidad de viento menos favorables. Se indica además el nivel de demanda energética total de la vivienda de Román. Fuente: Elaboración propia.

A partir del

Gráfico *8*, puede notarse que en el caso híbrido, en un mes con las condiciones de radiación y viento menos favorables, en las regiones de Arica y Parinacota y Valparaíso la mayor parte de la generación de potencia necesaria para cubrir la demanda diaria de los equipos de Román es generada mediante el aerogenerador, mientras que en la región de Magallanes la generación por parte del aerogenerador logra satisfacer por completo esta demanda. No así, en regiones tales como Atacama, Coquimbo y Metropolitana, al igual que en el caso on grid con respaldo, no existe generación por parte de los aerogeneradores, lo que indicaría que durante el mes con la menor velocidad de viento promedio no existen condiciones favorables para este tipo de generación.

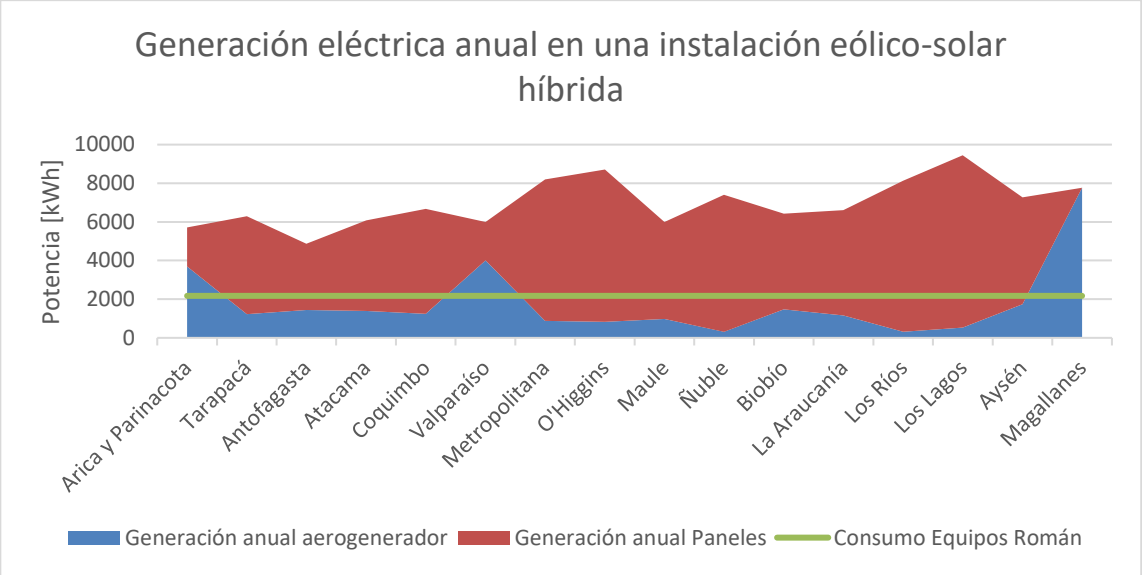
Gráfico 9*: Generación eléctrica anual en una instalación eólico-solar on grid con respaldo.*



Nota: Potencia anual generada por sistema on grid con respaldo en cada cluster. Se indica además el nivel de demanda energética total de la vivienda de Román. Fuente: Elaboración propia.

A partir del **Gráfico *9*** para el caso on grid con respaldo, puede notarse en todos los clusters la mayor parte de la generación anual es lograda mediante paneles fotovoltaicos, a excepción de la región de Magallanes, donde aproximadamente la mitad de la energía requerida anualmente por la vivienda de Román es generada por aerogeneradores. Por otro lado, la región de Los Lagos es aquella con mayor generación de energía anual, lo que se debe a que es la que necesita mayor cantidad de paneles fotovoltaicos durante el mes con condiciones menos favorables, por lo que en los meses de mayor radiación y viento generará grandes excedentes. A su vez, puede notarse que en todos los clusters anualmente se logran niveles de generación de energía muy superiores a la demanda energética anual de la vivienda de Román, ya que el sistema ha sido dimensionado para satisfacer la energía demanda en el mes con condiciones menos favorables, por lo que en meses de mayor radiación y velocidad de viento se generarán excedentes energéticos. Los excedentes pueden notarse en el gráfico como el área comprendida entre la potencia total generada anualmente en cada cluster y el nivel de demanda energético anual de la vivienda de Román.

Gráfico 10: *Generación eléctrica anual en una instalación eólico-solar híbrida.*



Nota: Potencia anual generada por sistema híbrido en cada cluster. Se indica además el nivel de demanda energética total de la vivienda de Román. Fuente: Elaboración propia.

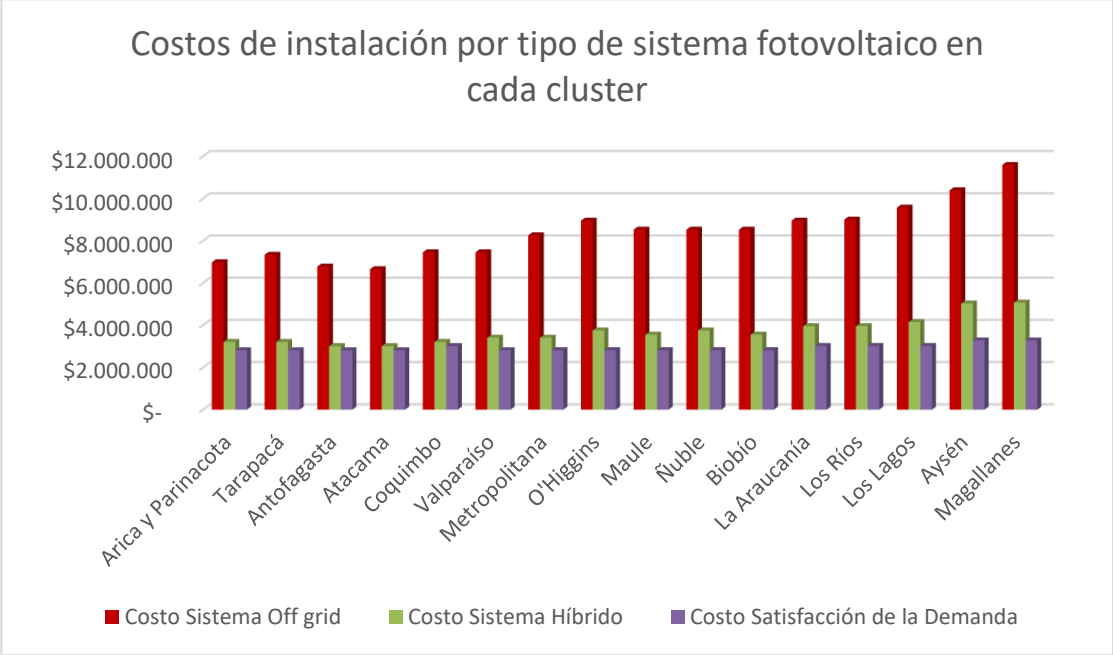
A partir del **Gráfico *10*** para el caso híbrido, a primera vista es posible notar que en las regiones de Arica y Parinacota, Valparaíso y Magallanes la demanda energética anual de los equipos de Román puede ser cubierta en su totalidad mediante un aerogenerador. Sin embargo, en los casos de Arica y Parinacota y Valparaíso se hace necesario el uso de paneles ya que, durante los meses con condiciones menos favorables de radiación y velocidad de viento, la potencia generada por el aerogenerador no es suficiente para satisfacer la demanda requerida, tal como se observa en el **Gráfico *10***. Por otro lado, al igual que en el caso on grid con respaldo, la región de Los Lagos es la que posee la mayor generación de energía anual, debido a que necesita que es la que necesita mayor cantidad de paneles fotovoltaicos durante el mes con condiciones menos favorables, por lo que en los meses de mayor radiación y viento generará grandes excedentes. A su vez, todos los clusters anualmente se logran niveles de generación de energía muy superiores

a la demanda energética anual de la vivienda de Román, ya que el sistema ha sido dimensionado para satisfacer la energía demanda en el mes con condiciones menos favorables, por lo que en meses de mayor radiación y velocidad de viento se generarán excedentes energéticos. Los excedentes pueden notarse en el gráfico como el área comprendida entre la potencia total generada anualmente en cada cluster y el nivel de demanda energético anual de la vivienda de Román.

9.2 Análisis de costos

- **Instalación solar fotovoltaica**

Gráfico 11: *Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster*.



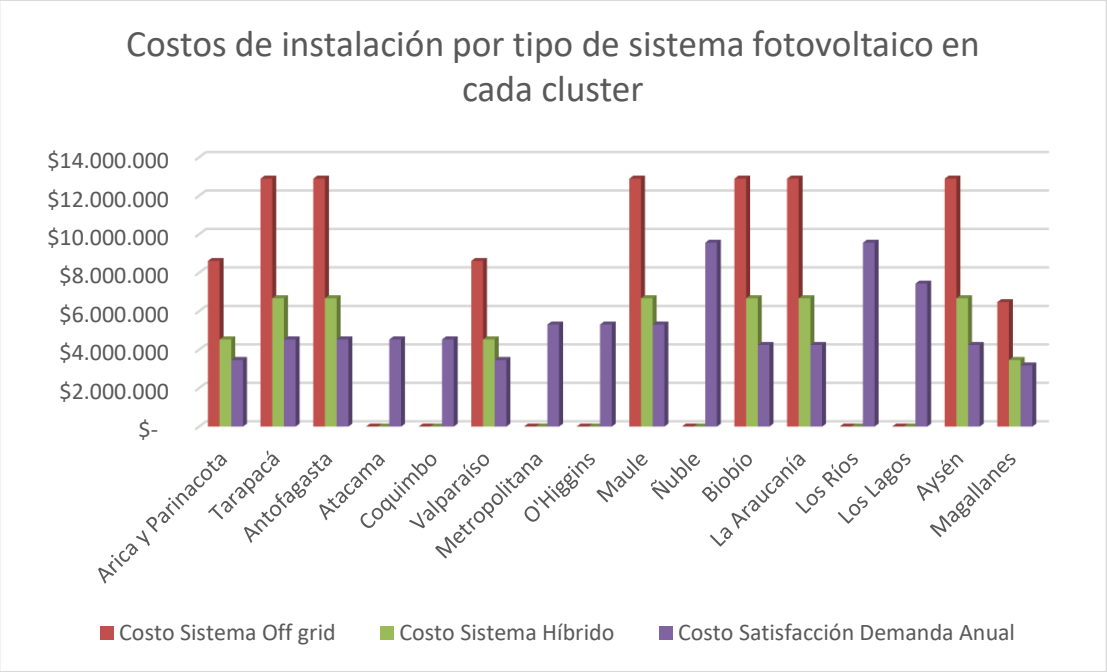
Nota: Costos de instalación de un sistema fotovoltaico en cada cluster para casos on grid con respaldo, híbrido y satisfacción de demanda anual. Datos obtenidos a partir de los costos presentes en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

En primera instancia, es posible notar que entre todos los clusters, la región de

Magallanes posee los costos de instalación más elevados para un sistema fotovoltaico on grid con respaldo, y junto con la región de Aysén poseen también los costos de instalación más elevados para sistemas híbridos y de satisfacción de demanda anual. Por otro lado, la región de Atacama corresponde a la región con los menores costos de instalación para un sistema on grid con respaldo, lo que indicaría que es la zona más favorable para depender totalmente de este tipo de energía y satisfacer la demanda energética requerida. Cabe destacar que en el caso de sistemas de satisfacción de demanda anual, los costos de instalación son similares en todos los clusters, siendo además mucho mejores a los obtenidos para sistemas on grid con respaldo e híbrido.

- **Instalación eólica**

Gráfico 12: *Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster.*



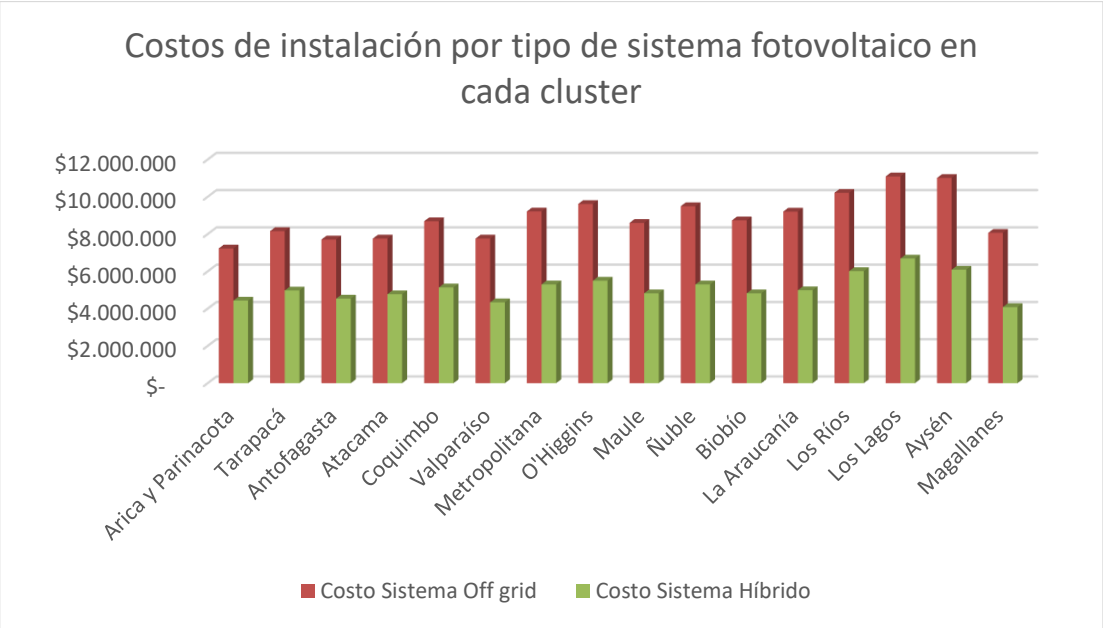
Nota: Costos de instalación de un sistema eólico en cada cluster para casos on grid con respaldo, híbrido y satisfacción de demanda anual. Datos obtenidos a partir de los costos

presentes en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

En primera instancia, es posible notar que entre todos los clusters, la región de Magallanes posee los menores costos de instalación para un sistema eólico on grid con respaldo, seguido por la región de Valparaíso y Arica y Parinacota. Por otro lado, las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Maule, Biobío, Araucanía y Aysén corresponden a la región con los mayores costos de instalación para un sistema on grid con respaldo, lo que indicaría que, junto a las clusters donde la instalación de un sistema eólico no aplica, son zonas poco favorables para depender totalmente de este tipo de energía y satisfacer la demanda energética requerida.

- **Instalación eólico-solar**

Gráfico 13*: Costos de instalación por tipo de sistema fotovoltaico en cada cluster.*



Nota: Costos de instalación de un sistema eólico-solar en cada cluster para casos on grid

con respaldo e híbrido. Datos obtenidos a partir de los costos presentes en el Anexo N°7. Fuente: Elaboración propia.

En primera instancia, es posible notar que entre todos los clusters, la región de Arica y Parinacota posee los menores costos de instalación para un sistema eólico-solar on grid con respaldo, seguido por la región de Antofagasta, Valparaíso y Magallanes. Por otro lado, la región de Los Lagos, seguido por de Aysén, corresponden a las regiones con los mayores costos de instalación para un sistema on grid con respaldo. Puede notarse además que en todos los clusters los costos de instalación de un sistema híbrido es menor a la de un sistema on grid con respaldo, destacando la región de Magallanes por tener el menor costo, seguido por la región de Valparaíso.

9.3 Análisis económico

9.3.1 Parámetros de evaluación

- **Periodo de estudio**

Para efectos de este estudio, se ha elegido un horizonte de evaluación de 20 años, puesto que este plazo corresponde a la vida útil de los distintos equipos cotizados para cada tipo de sistema dimensionado.

- **Tasa de descuento**

Se utilizará una tasa de descuento asociada de un 10%, puesto que es la recomendada por la Agencia Internacional de Energía para proyectos energéticos de tipo domiciliario.

- **Egresos**

  Se considerará como inversión inicial los costos totales requeridos para la instalación de cada sistema, los cuales incluyen los costos de cada equipo necesario para su funcionamiento, detallados para cada caso en el Anexo N°7.

  Por otro lado, respecto a los costos fijos puede considerarse como costos de operación y mantención entre un 0,5% y un 1,5% de la inversión inicial o costo total de sistema (Breyer et al, 2019). En este caso, se considerará un 0,5%.

- **Beneficios económicos**

  Dado que los sistemas dimensionados buscan cubrir tanto la demanda total energética de la vivienda de Román como tan solo la de sus equipos médicos según cada caso, se considerará como beneficio todo ahorro o disminución del valor de las boletas de electricidad. Es decir, en los casos on grid con respaldo se considerará como beneficio el valor de los kWh utilizados por la vivienda de Román durante el año, mientras que en los casos híbrido y de satisfacción de demanda anual se considerará como beneficio el valor de los kWh utilizados por los equipos médicos de Román durante el año. En todos los casos, se considera la tarifa por kWh cobrada por CGE, distribuidora eléctrica de la vivienda, la cual corresponde a 130,78 $/kWh (CGE, 2022, julio).

  Además, puede considerarse también como beneficios los ingresos obtenidos por la venta de excedentes de electricidad generados a la distribuidora eléctrica mediante la Ley N°20.571. Para ello, debe considerarse que el valor de todas las inyecciones de

energía de los clientes conectados en baja tensión será igual a la tarifa de energía de cualquier opción de tarifa en BT distinta a BT1 (Ministerio de Energía, s. f.). Por lo tanto, se valorizarán los kWh inyectados a la red en $90,347, correspondiente al cargo por energía en tarifa BT2 - BT3 en Curicó por parte de la distribuidora eléctrica de la vivienda, CGE.

- **Financiación**

  Para la financiación se ha cotizado distintos créditos de consumo a través del comparador de créditos de consumos del SERNAC, eligiéndose aquellos créditos con menor costo total de crédito (CTC), detallados en el Anexo N°8.

9.3.2 Obtención de indicadores económicos

Tabla 53*: Flujo de caja tipo a utilizar para análisis económico de cada sistema por clusters.*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ingresos (Beneficios)																					
Egresos																					
Depreciación legal																					
UAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuestos																					
UDI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación legal																					
Flujo de caja operacio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión inicial																					
Deuda																					
Pago																					
Flujo de caja neto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos considerados en el punto anterior, se ha realizado un flujo de caja neto para cada tipo de sistema en todos los clusters, utilizándose como horizonte de evaluación un plazo de 20 años, presentándose a continuación los resultados obtenidos para VAN y TIR en cada caso.

- Instalación solar fotovoltaica

Tabla 54: *Valores de VAN y TIR según tipo de instalación solar en cada cluster.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido		Satisfacción demanda anual	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Arica y Parinacota	Arica	$ 40.811	10%	-$ 55.220	10%	-$ 786.760	4%
Tarapacá	Iquique	$ 115.123	10%	-$ 50.342	10%	-$ 783.834	4%
Antofagasta	Antofagasta	$ 355.086	11%	-$ 204.102	8%	-$ 510.214	6%
Atacama	Copiapó	-$ 170.442	9%	-$ 125.939	9%	-$ 451.592	7%
Coquimbo	La Serena	-$ 171.775	10%	-$ 417.886	7%	-$ 866.925	4%
Valparaíso	Valparaíso	$ 550.270	12%	$ 388.214	13%	-$ 823.848	4%
Metropolitana	Santiago	$ 1.389.206	14%	$ 610.219	14%	-$ 716.808	5%
O'Higgins	Rancagua	$ 1.500.836	14%	$ 712.273	14%	-$ 846.438	4%
Maule	Talca	$ 693.893	12%	$ 283.656	12%	-$ 811.227	4%
Ñuble	Chillán	$ 808.626	12%	$ 851.798	15%	-$ 786.642	4%
Biobío	Concepción	$ 587.187	12%	$ 237.925	12%	-$ 834.093	4%
La Araucanía	Temuco	$ 652.170	12%	$ 786.979	14%	-$ 867.208	4%
Los Ríos	Valdivia	$ 1.362.266	13%	$ 558.660	13%	-$ 981.368	3%
Los Lagos	Puerto Montt	-$ 11.169	10%	-$ 114.910	9%	-$ 1.329.538	1%
Aysén	Coyhaique	-$ 1.661.973	7%	-$ 770.697	7%	-$ 1.506.990	1%
Magallanes	Punta Arenas	-$ 1.212.198	8%	-$ 246.921	9%	-$ 1.614.045	0%

Nota: Se destaca en verde aquellos casos en los que se tiene un VAN positivo. Fuente: Elaboración propia.

- Instalación eólica

Tabla 55*: Valores de VAN y TIR según tipo de instalación eólica en cada cluster.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido		Satisfacción demanda anual	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Arica y Parinacota	Arica	$ 1.153.185	13%	$ 18.195	10%	-$ 1.246.605	3%
Tarapacá	Iquique	-$ 8.203.782	-2%	-$ 4.367.757	-3%	-$ 3.439.582	267%
Antofagasta	Antofagasta	-$ 7.018.525	0%	-$ 3.775.128	-1%	-$ 3.143.267	-4%

Atacama	Copiapó	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 3.202.662	260%
Coquimbo	La Serena	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 3.427.862	266%
Valparaíso	Valparaíso	$ 2.012.031	15%	$ 447.619	12%	-$ 1.031.894	4%
Metropolitana	Santiago	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 4.368.690	223%
O'Higgins	Rancagua	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 4.447.460	224%
Maule	Talca	-$ 9.570.116	2964%	-$ 5.050.924	530%	-$ 4.137.224	219%
Ñuble	Chillán	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 9.940.135	648%
Biobío	Concepción	-$ 6.797.730	0%	-$ 3.664.731	-1%	-$ 2.814.935	158%
La Araucanía	Temuco	-$ 8.573.825	-3%	-$ 4.552.778	-4%	-$ 3.258.958	166%
Los Ríos	Valdivia	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 9.881.349	646%
Los Lagos	Puerto Montt	N/A	N/A	N/A	N/A	-$ 6.980.831	384%
Aysén	Coyhaique	-$ 5.368.631	2%	-$ 2.950.181	1%	-$ 2.457.660	-2%
Magallanes	Punta Arenas	$ 4.321.807	33%	$ 1.602.530	24%	$ 1.869.978	53%

Nota: Se destaca en verde aquellos casos en los que se tiene un VAN positivo. Fuente: Elaboración propia.

- Instalación eólico-solar

Tabla 56: *Valores de VAN y TIR según tipo de instalación eólico-solar en cada cluster.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Arica y Parinacota	Arica	$ 670.720	12%	-$ 1.058.343	5%
Tarapacá	Iquique	-$ 117.405	10%	-$ 1.174.237	5%
Antofagasta	Antofagasta	$ 171.495	10%	-$ 1.755.132	2%
Atacama	Copiapó	$ 268.250	11%	-$ 1.131.374	5%
Coquimbo	La Serena	-$ 789.601	8%	-$ 1.363.986	5%
Valparaíso	Valparaíso	$ 976.622	13%	-$ 778.571	6%
Metropolitana	Santiago	$ 1.512.683	14%	-$ 456.186	8%
O'Higgins	Rancagua	$ 1.836.350	14%	-$ 285.876	9%
Maule	Talca	-$ 92.632	10%	-$ 1.241.914	5%
Ñuble	Chillán	$ 1.213.563	13%	-$ 1.011.433	6%
Biobío	Concepción	$ 725.394	12%	-$ 933.475	6%
La Araucanía	Temuco	$ 279.223	11%	-$ 960.774	6%
Los Ríos	Valdivia	$ 541.521	11%	-$ 1.484.658	5%

Los Lagos	Puerto Montt	-$	162.974	10%	-$	1.204.134	6%
Aysén	Coyhaique	-$	1.394.897	7%	-$	2.159.680	3%
Magallanes	Punta Arenas	$	847.976	12%	$	709.185	14%

Nota: Se destaca en verde aquellos casos en los que se tiene un VAN positivo. Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados de VAN y TIR obtenidos anteriormente para cada tipo de instalación y sistema en los distintos clusters, se han identificado cuáles son aquellas soluciones con mayor factibilidad en cada cluster según la cantidad de demanda energética que se desee cubrir, y en caso de que no se cumplan las condiciones se indicará que es no factible, presentándose los resultados a continuación:

Tabla 57*: Tipos de instalación con mayor factibilidad en cada cluster según la demanda energética a cubrir.*

Región	Ciudad	Tipo de sistema		
		On grid con respaldo	Híbrido	Satisfacción demanda anual
Arica y Parinacota	Arica	Eólico	Eólico	No factible
Tarapacá	Iquique	Solar	No factible	No factible
Antofagasta	Antofagasta	Solar	No factible	No factible
Atacama	Copiapó	Eólico-Solar	No factible	No factible
Coquimbo	La Serena	No factible	No factible	No factible
Valparaíso	Valparaíso	Eólico	Eólico	No factible
Metropolitana	Santiago	Eólico-Solar	Solar	No factible
O'Higgins	Rancagua	Eólico-Solar	Solar	No factible
Maule	Talca	Solar	Solar	No factible
Ñuble	Chillán	Eólico-Solar	Solar	No factible
Biobío	Concepción	Eólico-Solar	Solar	No factible
La Araucanía	Temuco	Solar	Solar	No factible
Los Ríos	Valdivia	Solar	Solar	No factible
Los Lagos	Puerto Montt	No factible	No factible	No factible
Aysén	Coyhaique	No factible	No factible	No factible
Magallanes	Punta Arenas	Eólico	Eólico	Eólico

Fuente: Elaboración propia.

9.4 Análisis de sensibilidad en casos no factibles

A partir de los resultados obtenidos en el punto anterior, específicamente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, es posible notar que en algunos clusters no existen sistemas viables económicamente, a pesar de serlo técnicamente, dándose esta situación en las regiones de Coquimbo, Los Lagos y Aysén. Por ello, se ha realizado un análisis de sensibilidad en el que se usa como parámetro de sensibilidad el número de paneles y aerogeneradores de cada sistema según corresponda, variando así su cantidad hasta que se obtenga un sistema factible económicamente. En los siguientes apartados se presentan los resultados de factibilidad obtenidos de estas variaciones en cada cluster.

9.4.1 Resultados con 1 panel fotovoltaico adicional en casos no factibles

- Instalación solar

Tabla 58*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación solar con 1 panel fotovoltaico adicional.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido		SDA	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	$ 369.431	11%	$ 123.320	11%	-$ 325.719	8%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 530.037	11%	$ 426.297	12%	-$ 788.332	5%
Aysén	Coyhaique	-$ 1.120.767	8%	-$ 229.491	9%	-$ 965.784	4%

Fuente: Elaboración propia.

- Instalación eólico-solar

Tabla 59*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel*

fotovoltaico adicional.

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 248.395	9%	-$ 822.780	7%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 378.232	11%	-$ 662.928	8%
Aysén	Coyhaique	-$ 853.690	8%	-$ 1.618.474	5%

Fuente: Elaboración propia.

9.4.2 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos adicionales en casos no factibles

- Instalación solar

Tabla 60*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación solar con 2 paneles fotovoltaicos adicionales.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido		SDA	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	$ 910.637	13%	$ 664.527	14%	$ 215.488	11%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 1.071.243	12%	$ 967.503	15%	-$ 247.126	8%
Aysén	Coyhaique	-$ 579.561	9%	$ 311.715	11%	-$ 424.578	8%

Fuente: Elaboración propia.

- Instalación eólico-solar

Tabla 61*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles fotovoltaicos adicionales.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 14.831	10%	-$ 281.574	9%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 919.438	12%	-$ 429.316	9%
Aysén	Coyhaique	-$ 312.484	9%	-$ 1.077.267	7%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la **Tabla *54*** y **Tabla *56*** es posible notar que al considerar 1 panel fotovoltaico adicional en las instalaciones solares y eólico-solar ya es posible contar con sistemas factibles económicamente para los clusters de la Región de Coquimbo y Los Lagos. Además, al considerarse 2 paneles fotovoltaicos adicionales es posible obtener también un sistema factible económicamente para el cluster de la Región de Aysén, el cual corresponde a una instalación

solar fotovoltaica de tipo híbrido, teniéndose así al menos un tipo de sistema factible económicamente para cada cluster.

9.4.3 Resultados con 1 aerogenerador adicional en casos no factibles

- Instalación eólica

Tabla 62*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólica con 1 aerogenerador adicional.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido		SDA	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	No aplica	N/A	No aplica	N/A	-$ 3.471.493	-3%
Los Lagos	Puerto Montt	No aplica	N/A	No aplica	N/A	-$ 7.024.462	411%
Aysén	Coyhaique	-$ 5.104.620	3%	-$ 2.993.765	2%	-$ 2.501.291	0%

Fuente: Elaboración propia.

- Instalación eólico-solar

Tabla 63*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 aerogenerador adicional.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 833.232	8%	-$ 1.407.617	5%
Los Lagos	Puerto Montt	-$ 251.599	10%	-$ 1.247.717	7%
Aysén	Coyhaique	-$ 1.483.521	8%	-$ 2.203.263	4%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la **Tabla *55*** y **Tabla *56*** puede notarse que al realizar el análisis de sensibilidad con 1 aerogenerador adicional en las instalaciones eólica y eólico-solar el VAN ha disminuido en todos los tipos de sistemas, lo cual indica que depender de energía eólica no es factible en tales clusters a pesar de que aumente el número de aerogeneradores.

9.4.4 Resultados con paneles fotovoltaicos y aerogeneradores adicional en casos no factibles

9.4.4.1 Resultados con 1 panel fotovoltaico y 1 aerogenerador adicional en casos no factibles

- Instalación eólico-solar

Tabla 64: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel y 1 aerogenerador adicional.

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 292.026	9%	-$ 866.411	7%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 289.607	10%	-$ 706.511	8%
Aysén	Coyhaique	-$ 942.315	8%	-$ 1.662.057	5%

Fuente: Elaboración propia.

9.4.4.2 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos y 1 aerogenerador adicional en casos no factibles

- Instalación eólico-solar

Tabla 65*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles y 1 aerogenerador adicional.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 553.489	9%	-$ 325.205	9%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 830.813	11%	-$ 472.947	9%
Aysén	Coyhaique	-$ 401.109	9%	-$ 1.120.851	7%

Fuente: Elaboración propia.

9.4.4.3 Resultados con 1 panel fotovoltaico y 2 aerogeneradores adicionales en casos no factibles

- Instalación eólico-solar

Tabla 66*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 1 panel y 2 aerogeneradores adicionales.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 830.684	8%	-$ 909.995	7%

Los Lagos	Puerto Montt	$ 553.618	11%	-$ 750.142	8%
Aysén	Coyhaique	-$ 678.304	9%	-$ 1.705.688	6%

Fuente: Elaboración propia.

9.4.4.4 Resultados con 2 paneles fotovoltaicos y 2 aerogeneradores adicionales en casos no factibles

- Instalación eólico-solar

Tabla 67*: Resultados de VAN y TIR para tipos de instalación eólico-solar con 2 paneles y 2 aerogeneradores adicionales.*

Región	Ciudad	On grid con respaldo		Híbrido	
		VAN	TIR	VAN	TIR
Coquimbo	La Serena	-$ 642.162	9%	-$ 368.788	9%
Los Lagos	Puerto Montt	$ 1.094.824	12%	-$ 516.578	9%
Aysén	Coyhaique	-$ 137.098	10%	-$ 1.164.482	7%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la **Tabla *56*** es posible notar que al aumentar el número de paneles fotovoltaicos y aerogeneradores solo es posible obtener sistemas factibles económicamente para el cluster de la Región de Los Lagos, los cuales corresponden a sistemas de tipo On grid con respaldo, aumentando su VAN a medida que aumentan los equipos generadores.

10. CONCLUSIONES

Actualmente, en Chile no existe legislación alguna que provea subsidios o energía gratuita a pacientes electrodependientes, sin embargo, se exige a las empresas de distribución eléctrica cumplir ciertas obligaciones que aseguren un suministro continuo a este grupo de personas. A pesar de ello, existen riesgos de interrupción de suministro que pueden ser perjudiciales e incluso fatales para pacientes electrodependientes, por lo que es importante considerar nuevas alternativas de suministro eléctrico confiables y seguras que permitan contar con un respaldo ante estas situaciones, tales como ERNC.

De acuerdo con los objetivos planteados, a partir de la utilización del caso de Román Zenteno como caso base de evaluación, se ha podido determinar el potencial que posee la energía solar y eólica en distintos clusters para lograr un sistema de autoabastecimiento y respaldo energético. A partir de ello, puede decirse que en todas las regiones existe al menos un tipo de instalación viable, ya sea solar, eólica o eólico-solar, destacando principalmente los casos de sistemas on grid con respaldo, lo cual se explica en que estos son los que generan una mayor cantidad de excedentes, por ende, generan una mayor inyección de energía a la red, logrando más beneficios y un VAN positivo. Esto es de suma importancia al considerar que hoy en día a nivel nacional existe una gran cantidad de viviendas sin acceso o acceso parcial a energía eléctrica, principalmente en la zona norte y sur del país, destacando la Región de Los Lagos y Biobío como las más vulnerables energéticamente. En estos clusters, la implementación de una instalación de autogeneración, además de mejorar la calidad de vida, permitirá contar con un abastecimiento seguro de energía y respaldo en caso de interrupciones de suministro, lo cual es fundamental para el caso de pacientes electrodependientes.

Por otro lado, en cuanto a los sistemas híbridos, es decir, aquellos que solo cubren la demanda de los equipos médicos de Román, no son viables en todos los clusters, ya que en algunos casos no logran generar los excedentes suficientes para lograr su rentabilidad, principalmente en la zona norte y extremo sur. Por último, se tiene que ningún tipo de instalación es viable en el caso de los sistemas de satisfacción de demanda anual, lo cual se debe a que estos solo generan el ahorro de la energía consumida a nivel anual, pero no logran inyectar una cantidad de excedentes que genere rentabilidad, a excepción de la Región de Magallanes, en la que se tienen velocidades de viento muy altas a nivel anual.

Puede concluirse finalmente que a pesar de que en todas las regiones sea viable técnica y económicamente implementar una instalación de autogeneración para pacientes electrodependientes, los costos de adquisición de los equipos necesarios para este tipo de instalaciones soy muy altos, a pesar de estar en continua disminución, lo que restringe en gran medida su oportunidad de implementación. Por ello, el objetivo de este proyecto, además de buscar un sistema de autoabastecimiento seguro para cada hogar con pacientes electrodependientes, busca también incentivar la búsqueda de alternativas eficientes energéticamente, con la finalidad de que pueda implementarse energía eléctrica en aquellos hogares con acceso limitado a esta, y así de mejorar la calidad de vida disminuyendo a su vez el impacto ambiental derivado de la generación eléctrica a gran escala.

11. ANEXOS

11.1 Anexo N°1

Región	Capital	Coordenadas geográficas	
		Latitud	Longitud
Arica y Parinacota	Arica	-18,4783	-70,3211
Tarapacá	Iquique	-20,2141	-70,1525
Antofagasta	Antofagasta	-23,6203	-70,3870
Atacama	Copiapó	-27,3660	-70,3320
Coquimbo	La Serena	-29,9010	-71,2517
Valparaíso	Valparaíso	-33,0467	-71,6129
Metropolitana	Santiago	-33,4409	-70,6480
O'Higgins	Rancagua	-34,1633	-70,7482
Maule	Talca	-35,4257	-71,6635
Ñuble	Chillán	-36,6081	-72,1055
Biobío	Concepción	-36,8187	-73,0528
La Araucanía	Temuco	-38,7345	-72,5852
Los Ríos	Valdivia	-39,8134	-73,2438
Los Lagos	Puerto Montt	-41,4653	-72,9345
Aysén	Coyhaique	-45,5789	-72,0576
Magallanes	Punta Arenas	-53,1562	-70,9017

Nota: Capitales de las regiones de Chile y sus coordenadas geográficas, de las cuales se ha obtenido datos de HSP diarias promedio a través de la herramienta “Data Access Viewer” de la NASA. (Fuente: Elaboración propia).

11.2 Anexo N°2

Tabla 68: *HSP diarias promedio en Arica para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Arica											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,19	7,02	6,67	5,48	4,15	3,15	3,26	3,92	4,86	5,87	6,77	7,47
Latitud - 15° (3°)	7,13	7,02	6,74	5,61	4,28	3,25	3,36	4,01	4,92	5,89	6,73	7,38
Latitud (18°)	6,66	6,79	6,83	5,99	4,74	3,59	3,67	4,29	5,06	5,8	6,38	6,76
Latitud + 15° (33°)	5,86	6,21	6,55	6,05	4,95	3,75	3,81	4,35	4,95	5,44	5,71	5,89
Vertical (90°)	1,79	2,01	2,88	3,62	3,5	2,73	2,74	2,82	2,65	2,27	1,82	1,86
En ángulo óptimo	7,19	7,02	6,84	6,07	4,96	3,76	3,82	4,36	5,06	5,89	6,77	7,47
Inclinación óptima [°]	0	1,5	14,5	29	38	39	37,5	30,5	19,5	6	0	0
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Arica. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 69: *HSP diarias promedio en Iquique para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Iquique											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,64	7,23	6,52	5,18	3,92	3,08	3,15	3,94	4,9	6,04	6,85	7,6
Latitud - 15° (5°)	7,54	7,23	6,63	5,34	4,08	3,2	3,27	4,05	4,98	6,07	6,8	7,48
Latitud (20°)	6,97	6,98	6,69	5,65	4,43	3,47	3,5	4,24	5,06	5,97	6,46	6,87
Latitud + 15° (35°)	6,1	6,34	6,4	5,65	4,56	3,57	3,58	4,25	4,92	5,6	5,8	5,98
Vertical (90°)	1,63	1,85	2,78	3,33	3,15	2,57	2,52	2,81	2,77	2,54	1,91	1,73
En ángulo óptimo	7,64	7,23	6,71	5,69	4,56	3,57	3,58	4,27	5,06	6,08	6,85	7,6
Inclinación óptima [°]	0	3	15,5	27,5	35,5	36,5	34,5	28,5	18	7	0	0

Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Iquique. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 70: *HSP diarias promedio en Antofagasta para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Antofagasta											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,19	7,58	6,72	5,47	4,15	3,51	3,71	4,67	5,88	6,92	7,87	8,48
Latitud - 15° (8°)	8,02	7,6	6,93	5,84	4,51	3,84	4,06	5,03	6,16	7,03	7,76	8,25
Latitud (23°)	7,39	7,34	7,01	6,24	4,96	4,27	4,5	5,45	6,4	6,91	7,26	7,49
Latitud + 15° (38°)	6,47	6,69	6,72	6,3	5,15	4,49	4,71	5,58	6,29	6,44	6,45	6,45
Vertical (90°)	1,96	2,44	3,35	4,08	3,82	3,48	3,58	3,91	3,58	2,7	2,12	1,77
En ángulo óptimo	8,19	7,61	7,03	6,32	5,16	4,51	4,72	5,58	6,41	7,03	7,87	8,48
Inclinación óptima [°]	0	6	19,5	33,5	41,5	44,5	43,5	38	26,5	11,5	0	0
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Antofagasta. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 71: *HSP diarias promedio en Copiapó para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Copiapó											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,18	7,52	6,44	5,08	3,78	3,48	3,78	4,72	5,94	7,01	7,93	8,31
Latitud - 15° (12°)	7,94	7,61	6,84	5,71	4,41	4,2	4,53	5,44	6,47	7,23	7,79	7,99
Latitud (27°)	7,25	7,34	6,95	6,17	4,95	4,84	5,19	6,03	6,77	7,12	7,23	7,21

Latitud + 15° (42°)	6,26	6,66	6,68	6,28	5,21	5,21	5,55	6,28	6,68	6,62	6,36	6,16
Vertical (90°)	1,89	2,58	3,6	4,38	4,12	4,4	4,59	4,75	4,11	2,98	2,12	1,77
En ángulo óptimo	8,18	7,62	6,96	6,29	5,23	5,29	5,62	6,28	6,78	7,24	7,93	8,31
Inclinación óptima [°]	0	10,5	24,5	39,5	48	53,5	52	45	31,5	16	0,5	0
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Copiapó. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 72: *HSP diarias promedio en La Serena para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en La Serena											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	6,65	6,09	5,08	3,97	2,92	2,73	2,98	3,61	4,66	5,62	6,31	6,66
Latitud - 15° (14°)	6,49	6,14	5,33	4,38	3,34	3,25	3,52	4,08	5,01	5,76	6,22	6,46
Latitud (29°)	6,03	5,9	5,31	4,58	3,59	3,6	3,87	4,34	5,1	5,61	5,83	5,96
Latitud + 15° (44°)	5,33	5,36	5,04	4,53	3,65	3,75	4,02	4,36	4,93	5,18	5,21	5,23
Vertical (90°)	2,29	2,53	2,88	3,09	2,76	3,03	3,18	3,13	3,06	2,63	2,32	2,21
En ángulo óptimo	6,65	6,16	5,36	4,59	3,65	3,76	4,02	4,38	5,1	5,76	6,31	6,66
Inclinación óptima [°]	0	10,5	21,5	34,5	43	49	47,5	39,5	27,5	14,5	3	0
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de La Serena. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 73: *HSP diarias promedio en Valparaíso para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Valparaíso											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,82	6,94	5,66	4,11	2,72	2,32	2,61	3,31	4,7	6	7,41	7,95
Latitud - 15° (18°)	7,58	7,05	6,16	4,79	3,29	2,94	3,28	3,92	5,23	6,26	7,3	7,62
Latitud (33°)	6,92	6,72	6,19	5,08	3,58	3,28	3,64	4,21	5,36	6,11	6,76	6,88
Latitud + 15° (48°)	5,98	6,06	5,89	5,08	3,67	3,44	3,81	4,26	5,2	5,63	5,93	5,87
Vertical (90°)	2,21	2,8	3,46	3,65	2,91	2,88	3,15	3,2	3,37	2,91	2,34	2,03
En ángulo óptimo	7,83	7,07	6,22	5,11	3,67	3,45	3,81	4,27	5,36	6,26	7,44	7,95
Inclinación óptima [°]	2	12,5	27	40,5	47,5	53	52	44	32,5	18,5	5,5	0
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Valparaíso. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 74: *HSP diarias promedio en Santiago para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Santiago											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,74	7,93	6,43	4,5	2,87	2,13	2,32	3,03	4,47	5,88	7,71	8,73
Latitud - 15° (18°)	8,46	8,11	7,14	5,4	3,57	2,72	2,91	3,59	4,96	6,13	7,6	8,36
Latitud (33°)	7,69	7,73	7,25	5,79	3,93	3,05	3,23	3,85	5,09	6	7,05	7,54
Latitud + 15° (48°)	6,6	6,98	6,93	5,84	4,08	3,22	3,38	3,91	4,96	5,56	6,21	6,42
Vertical (90°)	2,34	3,15	4,12	4,32	3,37	2,78	2,87	3,07	3,4	3,13	2,63	2,26
En ángulo óptimo	8,75	8,13	7,26	5,86	4,09	3,23	3,39	3,92	5,09	6,13	7,74	8,73
Inclinación óptima [°]	2,5	14	30	43,5	51	55,5	53,5	45,5	33,5	19,5	6	0

Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Santiago. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 75*: HSP diarias promedio en Santiago para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Rancagua											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,61	7,79	6,24	4,24	2,57	1,89	2,05	2,68	4	5,31	7,24	8,35
Latitud - 15° (19°)	8,35	7,98	6,92	5,07	3,2	2,45	2,61	3,19	4,44	5,52	7,15	8,02
Latitud (34°)	7,62	7,62	7,01	5,42	3,52	2,75	2,9	3,42	4,54	5,4	6,66	7,27
Latitud + 15° (49°)	6,57	6,88	6,7	5,45	3,64	2,91	3,04	3,47	4,43	5,02	5,9	6,24
Vertical (90°)	2,51	3,24	4,05	4,05	3,01	2,56	2,62	2,76	3,1	2,94	2,71	2,44
En ángulo óptimo	8,62	8	7,02	5,48	3,65	2,94	3,06	3,47	4,54	5,52	7,28	8,35
Inclinación óptima [°]	3	14,5	30	43,5	51	57	55	46	33,5	19,5	6,5	0,5
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Rancagua. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 76*: HSP diarias promedio en Talca para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Talca											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,57	7,64	5,98	4,09	2,43	1,89	2,14	2,93	4,45	5,81	7,64	8,47
Latitud - 15° (20°)	8,3	7,88	6,75	5,04	3,11	2,5	2,79	3,6	5,08	6,14	7,55	8,1
Latitud (35°)	7,53	7,51	6,85	5,41	3,41	2,8	3,1	3,87	5,23	6,01	6,99	7,27
Latitud + 15° (50°)	6,45	6,78	6,56	5,46	3,53	2,94	3,24	3,93	5,09	5,55	6,12	6,17

Vertical (90°)	2,4	3,25	4,09	4,14	2,92	2,57	2,78	3,13	3,53	3,13	2,65	2,24
En ángulo óptimo	8,59	7,9	6,87	5,47	3,53	2,96	3,25	3,94	5,23	6,14	7,7	8,48
Inclinación óptima [°]	4,5	16	32	45,5	52	56,5	55	47,5	36	21,5	8	1,5
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Talca. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 77*: HSP diarias promedio en Chillán para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Chillán											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	8,44	7,42	5,77	3,97	2,41	1,87	2,13	2,93	4,54	5,87	7,59	8,36
Latitud - 15° (21°)	8,19	7,69	6,57	4,97	3,17	2,56	2,88	3,68	5,27	6,26	7,52	7,99
Latitud (36°)	7,43	7,33	6,66	5,32	3,5	2,89	3,21	3,97	5,43	6,12	6,95	7,18
Latitud + 15° (51°)	6,37	6,62	6,37	5,37	3,63	3,04	3,37	4,04	5,29	5,64	6,08	6,08
Vertical (90°)	2,5	3,29	4,05	4,12	3,04	2,66	2,9	3,2	3,66	3,18	2,68	2,3
En ángulo óptimo	8,47	7,71	6,68	5,39	3,63	3,06	3,38	4,04	5,43	6,26	7,67	8,37
Inclinación óptima [°]	5,5	17	32,5	46,5	53,5	57,5	56	48,5	37	23	9	3
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Chillán. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 78*: HSP diarias promedio en Concepción para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Concepción											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,99	6,92	5,54	3,82	2,42	2	2,23	3,03	4,59	5,94	7,49	8,08

Latitud - 15° (21°)	7,74	7,12	6,25	4,71	3,14	2,74	3,01	3,78	5,3	6,31	7,4	7,73
Latitud (36°)	7,04	6,77	6,29	4,99	3,42	3,06	3,34	4,04	5,43	6,14	6,84	6,96
Latitud + 15° (51°)	6,04	6,08	5,97	4,99	3,51	3,21	3,48	4,08	5,25	5,64	5,98	5,91
Vertical (90°)	2,46	3,05	3,75	3,76	2,89	2,78	2,96	3,18	3,6	3,16	2,69	2,36
En ángulo óptimo	8,02	7,15	6,32	5,03	3,51	3,22	3,48	4,09	5,43	6,31	7,57	8,09

Inclinación óptima [°]	5,5	16	31,5	44,5	51,5	57	55	47	36	22	9	3
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Concepción. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 79*: HSP diarias promedio en Temuco para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Temuco											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,86	6,88	5,17	3,29	2,1	1,56	1,83	2,53	4	5,23	6,67	7,58
Latitud - 15° (23°)	7,66	7,17	5,95	4,14	2,84	2,19	2,53	3,22	4,67	5,6	6,63	7,28
Latitud (38°)	6,97	6,84	6,01	4,39	3,12	2,44	2,81	3,45	4,79	5,46	6,15	6,58
Latitud + 15° (53°)	6,01	6,18	5,74	4,39	3,23	2,57	2,93	3,49	4,65	5,04	5,42	5,63
Vertical (90°)	2,68	3,32	3,81	3,4	2,74	2,27	2,55	2,81	3,34	3,06	2,76	2,5
En ángulo óptimo	7,91	7,2	6,03	4,42	3,23	2,58	2,94	3,5	4,79	5,6	6,76	7,61

Inclinación óptima [°]	7,5	18,5	34	46	55	59	57,5	49	38	24	10,5	5
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Temuco. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 80: *HSP diarias promedio en Valdivia para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Valdivia											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	7,57	6,5	4,91	3,07	1,93	1,47	1,72	2,41	3,93	5,19	6,57	7,45
Latitud - 15° (24°)	7,35	6,72	5,58	3,79	2,56	2,05	2,36	3,04	4,57	5,52	6,5	7,14
Latitud (39°)	6,69	6,37	5,58	3,95	2,77	2,26	2,58	3,21	4,64	5,34	6,01	6,44
Latitud + 15° (54°)	5,74	5,71	5,26	3,9	2,82	2,35	2,66	3,2	4,46	4,88	5,26	5,49
Vertical (90°)	2,67	3,13	3,48	2,98	2,36	2,05	2,29	2,55	3,17	2,95	2,72	2,53
En ángulo óptimo	7,63	6,77	5,62	3,96	2,82	2,35	2,66	3,23	4,65	5,52	6,66	7,48

Inclinación óptima [°]	8	18	32	44	52,5	57,5	56	47,5	36,5	23	10,5	5,5
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Valdivia. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 81: *HSP diarias promedio en Puerto Montt para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Puerto Montt											
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horizontal (0°)	6,6	5,79	4,18	2,61	1,63	1,19	1,42	1,99	3,27	4,26	5,43	6,29
Latitud - 15° (26°)	6,43	6,05	4,8	3,32	2,26	1,76	2,03	2,54	3,83	4,55	5,39	6,04
Latitud (41°)	5,86	5,74	4,79	3,47	2,46	1,96	2,24	2,68	3,88	4,4	4,99	5,47
Latitud + 15° (56°)	5,05	5,15	4,53	3,44	2,52	2,05	2,32	2,69	3,74	4,04	4,4	4,7
Vertical (90°)	2,55	2,96	3,1	2,7	2,16	1,84	2,05	2,21	2,78	2,62	2,47	2,38
En ángulo óptimo	6,67	6,08	4,83	3,48	2,52	2,06	2,32	2,7	3,89	4,55	5,52	6,32

Inclinación óptima [°]	9	20	33,5	46,5	55,5	61	59	49,5	38	24	12	7

Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Puerto Monttg. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 82*: HSP diarias promedio en Coyhaique para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Coyhaique											
Inclinación	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Horizontal (0°)	5,23	4,71	3,25	2,05	1,24	0,92	1,09	1,66	2,72	3,81	4,72	5,17
Latitud - 15° (30°)	5,08	4,93	3,75	2,67	1,83	1,46	1,7	2,23	3,22	4,06	4,68	4,94
Latitud (45°)	4,64	4,66	3,71	2,77	1,98	1,62	1,87	2,35	3,23	3,9	4,35	4,49
Latitud + 15° (60°)	4,03	4,19	3,48	2,73	2,02	1,69	1,94	2,35	3,09	3,57	3,85	3,88
Vertical (90°)	2,41	2,71	2,55	2,23	1,78	1,55	1,77	2,01	2,41	2,51	2,48	2,33
En ángulo óptimo	5,28	4,97	3,76	2,78	2,02	1,69	1,94	2,36	3,24	4,08	4,81	5,19
Inclinación óptima [°]	9,5	22	35	48,5	58,5	64	62,5	53	39,5	25	14	7
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Coyhaique. (Fuente: NASA, s. f.).

Tabla 83*: HSP diarias promedio en Punta Arenas para planos con distintas inclinaciones.*

	Horas solar pico diarias promedio (HSP) en Punta Arenas											
Inclinación	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Horizontal (0°)	5,05	4,09	2,72	1,57	0,82	0,54	0,68	1,29	2,42	3,83	4,91	5,48
Latitud - 15° (38°)	4,87	4,32	3,27	2,29	1,54	1,22	1,4	2,09	3,17	4,25	4,87	5,21
Latitud (53°)	4,41	4,04	3,2	2,37	1,69	1,37	1,55	2,22	3,19	4,05	4,46	4,69

Latitud + 15° (68°)	3,8	3,58	2,97	2,33	1,73	1,45	1,62	2,23	3,05	3,67	3,87	4,02
Vertical (90°)	2,66	2,64	2,38	2,04	1,62	1,41	1,55	2,02	2,57	2,82	2,75	2,8
En ángulo óptimo	5,14	4,4	3,27	2,38	1,73	1,46	1,63	2,24	3,2	4,27	5,07	5,56

Inclinación óptima [°]	13,5	25,5	39,5	55	67,5	74	71,5	61,5	47,5	31	18,5	11,5
Orientación N/S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: Datos de HSP diarias promedio para planos con distintas inclinaciones, además de la inclinación y orientación óptima para cada mes en la ciudad de Punta Arenas. (Fuente: NASA, s. f.).

11.3 Anexo N°3

Tabla 84: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Arica.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Arica											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	4,72	4,47	4,3	5,27	5,26	5,72	5,8	6,01	5,97	6,23	5,57	5,2
50	5,15	5,12	5,15	6,19	6,27	6,52	6,53	6,66	6,68	7,02	6,21	5,79

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Arica para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 0 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 85: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Iquique.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Iquique											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,29	3,15	3,07	3,07	2,8	2,62	2,71	2,91	3,31	3,54	3,53	3,45
50	3,23	3,27	3,16	3,32	3,17	2,9	2,96	3,12	3,48	3,67	3,57	3,42

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Iquique para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 14 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 86: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Antofagasta.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Antofagasta											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,16	2,94	3,16	3,2	3,12	2,89	3,12	3,38	3,58	3,55	3,3	3,34
50	3,31	3,26	3,45	3,79	3,82	3,39	3,6	3,91	4,21	4,06	3,59	3,71

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Antofagasta para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 40 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 87: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Copiapó.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Copiapó											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

10	3,69	3,7	3,45	3,01	2,45	2,24	2,5	2,84	3,16	3,54	3,72	3,66
50	3,61	3,59	3,48	3,3	2,87	2,67	2,89	3,23	3,49	3,72	3,79	3,63

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Copiapó para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 392 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 88*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de La Serena.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en La Serena											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,3	3,15	2,98	2,68	2,52	2,45	2,41	2,6	3,44	3,44	3,5	3,41
50	3,3	3,14	3,09	2,99	2,97	2,95	2,75	2,9	3,87	3,7	3,67	3,45

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de La Serena para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 29 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 89*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valparaíso.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Valparaíso											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	5,38	4,38	4,19	5,12	5,52	5,09	5,29	4,42	5,73	6,3	5,97	5,15
50	6,05	4,83	4,7	5,96	6,5	6,08	6,1	5,11	6,63	7,28	6,86	5,76

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valparaíso para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 19 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 90*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Santiago.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Santiago											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,09	2,86	2,72	2,41	2,38	2,39	2,51	2,74	2,75	2,86	3,02	3,02
50	3,27	3,07	2,94	2,7	2,88	3,01	3,06	3,38	3,12	3,07	3,15	3,05

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Santiago para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 575 msnm, la cual se

considera como altura de la superficie.

Tabla 91: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Rancagua.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Rancagua											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,01	2,8	2,62	2,34	2,37	2,44	2,61	2,72	2,72	2,73	2,9	2,87
50	3,18	3,05	2,84	2,62	2,91	3,1	3,24	3,34	3,11	2,92	3,02	2,89

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Rancagua para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 495 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 92: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Talca.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Talca											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,12	2,58	2,55	2,69	2,53	2,52	2,72	2,66	2,8	3,35	3,25	3,09
50	4,05	3,46	3,59	4,28	4,17	4,11	4,25	4,17	4,24	4,95	4,49	4,15

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Talca para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 99 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 93: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Chillán.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Chillán											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	1,98	1,76	1,7	1,83	1,79	1,92	1,91	2,23	2,08	2,26	2,07	2,06
50	3,2	2,82	2,89	3,23	3,33	3,58	3,52	3,88	3,6	3,9	3,39	3,38

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Chillán para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 128 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 94: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Concepción.*

Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Concepción

Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	4,23	3,3	3,12	2,98	2,77	2,98	3,32	3,52	3,16	3,69	3,83	3,85
50	5,8	4,37	4,3	4,32	4,09	4,38	4,77	5,02	4,43	5,1	5,18	5,26

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Concepción para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 28 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 95*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Temuco.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Temuco											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,46	2,91	2,7	2,62	2,87	2,9	2,68	3,45	2,67	2,98	3,11	3,38
50	4,66	3,89	3,86	3,96	4,62	4,75	4,23	5,27	4,02	4,3	4,25	4,54

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Temuco para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 116 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 96*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valdivia.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Valdivia											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	2,25	1,89	1,91	1,79	2,12	2,21	1,84	2,41	1,82	2,02	2,1	2,37
50	4,09	3,45	3,65	3,49	4,09	4,27	3,52	4,56	3,45	3,83	3,84	4,23

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Valdivia para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 14 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 97*: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Puerto Montt.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Puerto Montt											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	2,52	2,4	2,23	2,2	2,43	2,59	2,3	2,61	2,19	2,36	2,3	2,7
50	4,14	3,97	3,79	3,74	4,22	4,52	3,91	4,38	3,65	3,98	3,77	4,4

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Puerto Montt para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 64 msnm, la cual se

considera como altura de la superficie.

Tabla 98: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Coyhaique.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Coyhaique											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	3,62	2,8	3,15	3,26	2,8	3,24	4,62	3,57	3,48	4,34	3,82	3,42
50	5,84	4,54	5,22	5,58	4,7	5,38	7,27	5,7	5,58	6,89	6,09	5,47

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Coyhaique para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 346 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

Tabla 99: *Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Punta Arenas.*

	Velocidad promedio del viento mensual [m/s] en Punta Arenas											
Altura [m]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10	7,85	7,19	8	6,02	6,14	5,8	7,68	7,47	6,77	9,41	8	8,19
50	10,1	9,43	10,33	7,9	7,82	7,47	9,65	9,44	8,89	11,98	10,27	10,51

Nota: Datos de velocidad promedio del viento mensual en la ciudad de Punta Arenas para distintas alturas desde la superficie. Ubicación geográfica de la coordenada se encuentra a 17 msnm, la cual se considera como altura de la superficie.

11.4 Anexo N°4

Tabla 100: *Perfil de viento de las ciudades de cada cluster a 10 m desde la superficie.*

Región	Velocidad del viento promedio [m/s]															
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Arica y Parinacota	4	87	399	1285	2704	2951	1199	118	7	0	0	0	0	0	0	0
Tarapacá	33	935	2662	1636	1598	1572	312	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Antofagasta	1189	1962	1872	1467	1227	661	196	25	3	3	0	0	0	0	0	0
Atacama	1502	2103	1490	1116	1441	854	92	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Coquimbo	1577	2097	1503	1632	1207	391	109	22	9	0	0	0	0	0	0	0
Valparaíso	275	672	1202	1368	1359	1329	1056	747	407	230	65	9	4	0	0	0
Metropolitana	1181	3436	2005	966	757	290	55	3	6	0	0	0	0	0	0	0
O'Higgins	1349	3087	2176	1156	634	204	47	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Maule	1241	2691	2319	1408	708	215	53	17	12	6	3	1	0	0	0	0
Ñuble	2492	3737	1657	412	88	16	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Biobío	473	1775	2652	2123	1067	472	123	19	14	7	2	0	0	0	0	0
La Araucanía	1129	2829	2058	1163	853	435	144	51	10	12	2	0	0	0	0	0
Los Ríos	2174	4227	1619	450	139	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Los Lagos	1228	4006	2375	797	195	77	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Aysén	762	2229	1698	1569	1240	733	293	112	33	29	11	1	0	0	0	0
Magallanes	153	343	525	738	982	1026	977	943	788	631	507	451	286	196	117	44

Fuente: NASA, s.f.

11.5 Anexo N°5

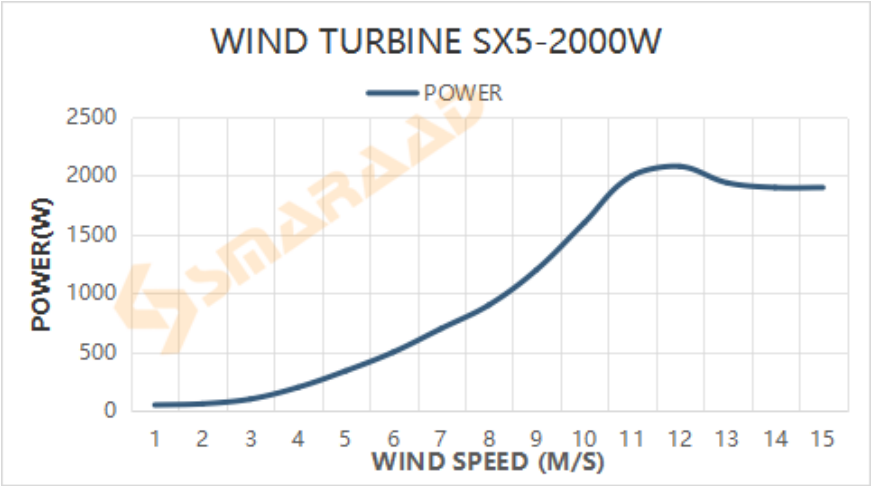
Tabla 101*: Temperaturas mínimas y máximas absolutas registradas en cada cluster.*

Región	Ciudad	Mes menor temperatura	Menor temperatura [°C]	Mes mayor temperatura	Mayor temperatura [°C]
Arica y Parinacota	Arica	Julio	11,1	Marzo	26,9
Tarapacá	Iquique	Julio	11,5	Febrero	27,7
Antofagasta	Antofagasta	Agosto	8,7	Marzo	24,5
Atacama	Copiapó	Junio	2,6	Febrero	27,0
Coquimbo	La Serena	Julio	4,3	Febrero	23,1
Valparaíso	Valparaíso	Julio	1,0	Octubre	29,4
Metropolitana	Santiago	Junio	-2,5	Diciembre	34,3
O'Higgins	Rancagua	Julio	-5,3	Diciembre	34,7
Maule	Talca	Junio	-4,4	Diciembre	36,6
Ñuble	Chillán	Junio	-3,5	Diciembre	36,6
Biobío	Concepción	Junio	-0,3	Diciembre	29,7
La Araucanía	Temuco	Junio	-4,3	Febrero	37,2
Los Ríos	Valdivia	Agosto	-3,8	Febrero	37,3
Los Lagos	Puerto Montt	Junio	-4,4	Febrero	29,0
Aysén	Coyhaique	Junio	-9,5	Febrero	33,8
Magallanes	Punta Arenas	Junio	-9,1	Febrero	25,9

Nota: Temperaturas absolutas registradas en cada capital regional de Chile, junto al mes de ocurrencia (Dirección Meteorológica de Chile, s.f.)

11.6 Anexo N°6

Ilustración 14: *Curva de potencia del aerogenerador SMARAAD SX-2000.*



Nota: Curva de potencia aerogenerador SMARAAD SX-2000, detallándose la potencia nominal que este genera por velocidad de viento. Fuente: Aliexpress, s.f.

11.7 Anexo N°7

Tabla 102*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar fotovoltaica en la Región de Arica.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	10 u	$ 1.667.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 12	4 m	$ 2.728
		Batería - Batería | AWG 12	6 m	$ 4.092
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	10 u	$ 330.000
			Monto total	$ 6.976.760
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		$ -
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.205.318
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.809.998

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas OCR, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Arica y Parinacota, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios.

Tabla 103*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Arica y Parinacota.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 8.610.542
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 3.461.789

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas OCR, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Arica y Parinacota, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios.

Tabla 104: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Arica y Parinacota.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	8 u	$ 1.334.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 969.999
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	Del inversor		$ -
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 10	40 m	$ 41.800
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	6 m	$ 6.270
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	8 u	$ 264.000
			Monto total	$ 7.224.689
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	2 u	$ 333.500
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 969.999
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	IHUAX	1 u	$ 333.470
	Controlador eólico			
	Cables	Panel - Controlador | AWG 10	40 m	$ 41.800
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2,8 m	$ 2.926
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	2 u	$ 66.000
			Monto total	$ 4.430.315

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas OCR e híbrido en la Región de Arica y Parinacota, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios.

Tabla 105*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar fotovoltaica en la Región de Tarapacá.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	11 u	$ 1.834.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	11 u	$ 363.000
			Monto total	$ 7.331.010
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		$ -
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.205.318
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.809.998

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas OCR, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Tarapacá, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Tarapacá.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Tarapacá, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Tarapacá.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	11 u	$ 1.834.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	OEM SY-SLCD-100	1 u	$ 52.135
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	11 u	$ 363.000
			Monto total	$ 8.156.456
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	ZPOWER SL-60A	1 u	$ 150.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 4.971.233

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Tarapacá, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 108*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Antofagasta.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Antofagasta, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 109*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Antofagasta.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	Del inversor		$ -
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 7.704.821
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	ZPOWER SL-60A	1 u	$ 150.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 8	40 m	$ 69.600
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 40A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 4.535.333

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Antofagasta, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 110: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Antofagasta.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	8 u	$ 1.334.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	8 u	$ 264.000
			Monto total	$ 6.650.920
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.005.568
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.809.998

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Atacama, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 111: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Atacama.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Atacama, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 112: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Atacama.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	OEM SY-SLCD-100	1 u	$ 52.135
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 7.756.956
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	ZPOWER SL-60A	1 u	$ 150.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 4.771.483

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Atacama, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 113: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Atacama.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 7.449.920
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.205.318
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.009.748

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Atacama, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 114: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Coquimbo.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 7.449.920
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.205.318
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.009.748

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Coquimbo, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 115*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Coquimbo.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Coquimbo, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 116*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Coquimbo.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 8.688.071
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	ZPOWER SL-60A	1 u	$ 150.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 8	40 m	$ 69.600
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 5.134.583

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Coquimbo, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 117: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Valparaíso.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 7.449.920
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 3.405.068
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.809.998

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Valparaíso, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 118: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Valparaíso.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 8.610.542
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.531.550
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 3.461.789

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Valparaíso, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Valparaíso.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	OEM SY-SLCD-100	1 u	$ 52.135
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 7.756.956
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	2 u	$ 333.500
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	ZPOWER SL-60A	1 u	$ 150.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 8	40 m	$ 69.600
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	2 u	$ 66.000
			Monto total	$ 4.335.583

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Valparaíso, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 120*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Metropolitana.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	14 u	$ 2.334.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	8 m	$ 13.920
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 40A	2 u	$ 44.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	14 u	$ 462.000
			Monto total	$ 8.252.388
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 6	40 m	$ 106.000
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 3.405.068
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.814.178

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región Metropolitana, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 121: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región Metropolitana.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	3 u	$ 3.125.283
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	3 u	$ 66.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 5.307.131

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región Metropolitana, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 122: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región Metropolitana.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	15 u	$ 2.501.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	15 u	$ 495.000
			Monto total	$ 9.212.481
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	7 u	$ 1.167.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2,8 m	$ 7.420
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	7 u	$ 231.000
			Monto total	$ 5.296.001

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región Metropolitana, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 123: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de O'Higgins*.

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	16 u	$ 2.668.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 1	40 m	$ 329.920
		Controlador - Baterías | AWG 2	8 m	$ 49.984
		Batería - Batería | AWG 2	6 m	$ 37.488
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	16 u	$ 528.000
			Monto total	$ 8.948.900
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	7 u	$ 1.167.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	7 u	$ 231.000
			Monto total	$ 3.750.128
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 40A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.814.178

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de O'Higgins, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 124*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de O'Higgins*.

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	3 u	$ 3.125.283
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	3 u	$ 66.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 5.307.131

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de O'Higgins, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de O'Higgins.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	17 u	$ 2.834.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	17 u	$ 561.000
			Monto total	$ 9.611.981
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	8 u	$ 1.334.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2,8 m	$ 7.420
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	8 u	$ 264.000
			Monto total	$ 5.495.751

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de O'Higgins, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 126: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región del Maule.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	14 u	$ 2.334.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 1	40 m	$ 329.920
		Controlador - Baterías | AWG 4	8 m	$ 33.816
		Batería - Batería | AWG 4	6 m	$ 25.362
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	14 u	$ 462.000
			Monto total	$ 8.521.106
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 3.550.378
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.814.178

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región del Maule, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 127*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región del Maule.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	3 u	$ 3.125.283
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	3 u	$ 66.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 5.307.131

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región del Maule, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 128: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región del Maule.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 8.598.131
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 4.821.233

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región del Maule, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 129*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Ñuble.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	14 u	$ 2.334.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 1	40 m	$ 329.920
		Controlador - Baterías | AWG 4	8 m	$ 33.816
		Batería - Batería | AWG 4	6 m	$ 25.362
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	14 u	$ 462.000
			Monto total	$ 8.521.106
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	7 u	$ 1.167.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	7 u	$ 231.000
			Monto total	$ 3.750.128
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.814.178

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Ñuble, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 130: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Ñuble.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	7 u	$ 7.292.327
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	7 u	$ 154.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 9.562.175

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Ñuble, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Ñuble.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	16 u	$ 2.668.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	16 u	$ 528.000
			Monto total	$ 9.493.071
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	7 u	$ 1.167.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2,8 m	$ 7.420
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	7 u	$ 231.000
			Monto total	$ 5.296.001

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Ñuble, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 132: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región del Biobío.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	14 u	$ 2.334.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 1	40 m	$ 329.920
		Controlador - Baterías | AWG 4	8 m	$ 33.816
		Batería - Batería | AWG 4	6 m	$ 25.362
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	14 u	$ 462.000
			Monto total	$ 8.521.106
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 3.550.378
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	3 u	$ 500.250
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	3 u	$ 99.000
			Monto total	$ 2.814.178

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región del Biobío, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 133*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico en la Región del Biobío.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	2 u	$ 44.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.243.370

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región del Biobío, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 134: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región del Biobío.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	13 u	$ 2.167.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	13 u	$ 429.000
			Monto total	$ 8.734.801
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 4.821.233

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región del Biobío, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 135: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de La Araucanía.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	16 u	$ 2.668.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	IHUAX	2 u	$ 833.088
	Cables	Panel - Controlador | AWG 1	40 m	$ 329.920
		Controlador - Baterías | AWG 2	8 m	$ 49.984
		Batería - Batería | AWG 2	6 m	$ 37.488
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	16 u	$ 528.000
			Monto total	$ 8.948.900
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	8 u	$ 1.334.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	8 u	$ 264.000
			Monto total	$ 3.949.878
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.013.928

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de La Araucanía, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 136*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de La Araucanía.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	2 u	$ 44.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.243.370

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de La Araucanía, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 137*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de La Araucanía.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	15 u	$ 2.501.250
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	15 u	$ 495.000
			Monto total	$ 9.203.381
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	6 u	$ 1.000.500
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	Del inversor	1 u	
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 8	40 m	$ 69.600
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	6 u	$ 198.000
			Monto total	$ 4.984.583

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de La Araucanía, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 138*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Los Ríos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	18 u	$ 3.001.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	2 u	$ 780.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	8 m	$ 13.920
		Batería - Batería | AWG 8	6 m	$ 10.440
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 63A	2 u	$ 44.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	18 u	$ 594.000
			Monto total	$ 8.998.300
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	8 u	$ 1.334.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	8 u	$ 264.000
			Monto total	$ 3.949.878
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.013.928

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Los Ríos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 139*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Los Ríos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	7 u	$ 7.292.327
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	7 u	$ 154.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 9.562.175

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Los Ríos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 140*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Los Ríos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	20 u	$ 3.335.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	20 u	$ 660.000
			Monto total	$ 10.211.231
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2,8 m	$ 4.872
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 6.010.233

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Los Ríos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 141*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Los Lagos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	20 u	$ 3.335.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	2 u	$ 780.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 6	8 m	$ 21.200
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	20 u	$ 660.000
			Monto total	$ 9.566.460
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2	40 m	$ 249.920
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 63A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 4.149.628
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	4 u	$ 667.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	4 u	$ 132.000
			Monto total	$ 3.013.928

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Los Lagos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 142*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Los Lagos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 4.331.498
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	0 u	$ -
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	0 u	$ -
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 2.392.028
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	5 u	$ 5.208.805
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	5 u	$ 110.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 7.434.653

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Los Lagos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 143*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Los Lagos.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	24 u	$ 4.002.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	24 u	$ 792.000
			Monto total	$ 11.091.071
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2,8 m	$ 7.420
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 6.684.751

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Los Lagos, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 144*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Aysén.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	24 u	$ 4.002.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	2 u	$ 780.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 4	8 m	$ 33.816
		Batería - Batería | AWG 4	6 m	$ 25.362
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	24 u	$ 792.000
			Monto total	$ 10.385.518
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	12 u	$ 2.001.000
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	12 u	$ 396.000
			Monto total	$ 5.027.418
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 40A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.276.758

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Aysén, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 145: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólica en la Región de Aysén.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	8 u	$ 8.334.088
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	8 u	$ 224.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 12.889.586
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	4 u	$ 4.167.044
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	4 u	$ 112.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 6.671.072
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	2 u	$ 44.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 4.243.370

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Aysén, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 146*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Aysén.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	24 u	$ 4.002.000
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	6 m	$ 15.900
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	24 u	$ 792.000
			Monto total	$ 11.010.231
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	9 u	$ 1.500.750
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2,8 m	$ 7.420
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	9 u	$ 297.000
			Monto total	$ 6.085.501

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Aysén, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 147: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Magallanes.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	30 u	$ 5.002.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert MKS 3K-48 Plus	1 u	$ 570.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador	EPEVER TRACER 8420AN	2 u	$ 780.000
	Cables	Panel - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 4	8 m	$ 33.816
		Batería - Batería | AWG 4	6 m	$ 25.362
		Baterías - Inversor | AWG 8	6 m	$ 10.440
	Protectores	Panel - Controlador | Genérico 2P 600V 125A	2 u	$ 53.980
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 80A	1 u	$ 28.000
	Estructura	Coplanar a techo	30 u	$ 990.000
			Monto total	$ 11.584.018
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	14 u	$ 2.334.500
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor		
	Cables	Panel - Inversor| AWG 4	40 m	$ 169.080
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Inversor | SUNTREE 2P 550V 40A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	14 u	$ 462.000
			Monto total	$ 5.066.148
SDA	Paneles	Risen RSM150-8-500M	5 u	$ 833.750
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM III-3000-24	1 u	$ 560.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del inversor	1 u	
	Cables	Panel - Controlador | AWG 4	40 m	$ 169.080
		Controlador - Baterías | AWG 10	8 m	$ 8.360
		Batería - Batería | AWG 10	2 m	$ 2.090
		Baterías - Inversor | AWG 56	6 m	$ 49.488
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 40A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	5 u	$ 165.000
			Monto total	$ 3.276.758

Nota: Dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Magallanes, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 148: *Dimensionamiento y costos de tipos de instalación solar en la Región de Magallanes.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	2 u	$ 2.083.522
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 3000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	14 u	$ 3.360.000
	Controlador	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	5,2 m	$ 13.780
		Baterías - Inversor | AWG 1	6 m	$ 49.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	2 u	$ 56.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
			Monto total	$ 6.471.020
Híbrido	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2/0	40 m	$ 520.640
		Controlador - Baterías | AWG 6	4 m	$ 10.600
		Batería - Batería | AWG 6	2 m	$ 5.300
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 3.461.789
SDA	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VM 2000-24	1 u	$ 350.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	6 u	$ 1.440.000
	Controlador	Del aerogenerador		
	Cables	Aerogenerador - Controlador | AWG 2	40 m	$ 249.920
		Controlador - Baterías | AWG 8	4 m	$ 6.960
		Batería - Batería | AWG 8	2 m	$ 3.480
		Baterías - Inversor | AWG 2	6 m	$ 37.488
	Protectores	Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | SUNTREE 2P 250V 100A	1 u	$ 28.000
			Monto total	$ 3.179.609

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólica para sistemas on grid con respaldo, híbrido y de satisfacción de demanda anual en la Región de Magallanes, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 149*: Dimensionamiento y costos de tipos de instalación eólico-solar en la Región de Magallanes.*

	Equipo	Nombre	Cantidad	Valor
OCR	Paneles	Risen RSM150-8-500M	10 u	$ 1.667.500
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	16 u	$ 3.840.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador		
	Cables	Panel - Controlador | AWG 10	40 m	$ 41.800
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	6 m	$ 6.270
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	1 u	$ 22.000
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	10 u	$ 330.000
			Monto total	$ 8.064.401
Híbrido	Paneles	Risen RSM150-8-500M	0 u	$ -
	Aerogeneradores	SMAARAD SX-2000	1 u	$ 1.041.761
	Inversor	Voltronic Power Axpert VP 5000-48	1 u	$ 550.000
	Batería	Nimac N.6GFM.200J	8 u	$ 1.920.000
	Controlador solar	EPEVER TRACER 8420AN	1 u	$ 390.000
	Controlador eólico	Incluido con aerogenerador	0	$ -
	Cables			
		Aerogenerador - Controlador | AWG 6	40 m	$ 106.000
		Controlador - Baterías | AWG 10	4 m	$ 4.180
		Batería - Batería | AWG 10	2,8 m	$ 2.926
		Baterías - Inversor | AWG 6	6 m	$ 15.900
	Protectores	Panel - Controlador | SUNTREE 2P 550V 20A	0 u	$ -
		Aerogenerador - Controlador | SUNTREE 2P 550V 50A	1 u	$ 22.000
		Baterías - Inversor | Genérico 2P 600V 125A	1 u	$ 26.990
	Estructura	Coplanar a techo	0 u	$ -
			Monto total	$ 4.079.757

Nota: Dimensionamiento de una instalación eólico-solar para sistemas on grid con respaldo e híbrido en la Región de Magallanes, detallándose costos unitarios y totales de los equipos necesarios. Fuente: Elaboración propia.

11.8 Anexo N°8

Ilustración 15: *Crédito de consumo de Banco Consorcio por $3.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$76.852
CAE	19,69%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$1.610.120
Monto bruto crédito	$3.001.000
Costo total	$4.611.120

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $3.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 16*: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $4.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$102.461
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$2.146.660
Monto bruto crédito	$4.001.000
Costo total	$6.147.660

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $4.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 17*: Crédito de consumo de Banco Consorcio por 5.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$128.070
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$2.683.200
Monto bruto crédito	$5.001.000
Costo total	$7.684.200

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $5.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 18*: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $6.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$153.679
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$3.219.740
Monto bruto crédito	$6.001.000
Costo total	$9.220.740

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $6.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 19: *Crédito de consumo de Banco Consorcio por $7.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$179.288
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$3.756.280
Monto bruto crédito	$7.001.000
Costo total	$10.757.280

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $7.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 20: *Crédito de consumo de Banco Consorcio por $8.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$204.896
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$4.292.760
Monto bruto crédito	$8.001.000
Costo total	$12.293.760

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $8.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 21*: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $9.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$230.505
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$4.829.300
Monto bruto crédito	$9.001.000
Costo total	$13.830.300

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $9.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 22*: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $10.000.000.*

Número	1
Institución	Banco Consorcio
Valor cuota	$256.114
CAE	19,68%
Tasa de interés mensual	1,50%
Gastos ssociados	$1.000
Seguro desgravamen	$0
Total intereses	$5.365.840
Monto bruto crédito	$10.001.000
Costo total	$15.366.840

Nota: Crédito de consumo de Banco Consorcio por $10.000.000, cotizado a través del comparador de créditos de consumo del SERNAC.

Ilustración 23: *Crédito de consumo de Banco Estado por $11.000.000.*

Resultado

Fecha	02/08/2022 02:15
Monto del Crédito	$11.000.000
Número de Cuotas	60
Pago Primera Cuota	15/09/2022
Valor Cuota Mensual	$292.142
Tasa de Interés Mensual(*)	1,56%
Tasa de Interés Anual	18,72%
Impuesto	$88.715
Notario	$700
Monto Total del Crédito	$11.089.415
Costo total del Crédito (CTC)	$17.528.533
Carga Anual Equivalente	18,67%

Nota: Crédito de consumo de Banco Estado por $11.000.000, obtenido a través de su simulador de créditos.

Ilustración 24*: Crédito de consumo de Banco Estado por $12.000.000.*

Resultado

Fecha	02/08/2022 02:17
Monto del Crédito	$12.000.000
Número de Cuotas	60
Pago Primera Cuota	15/09/2022
Valor Cuota Mensual	$318.699
Tasa de Interés Mensual(*)	1,56%
Tasa de Interés Anual	18,72%
Impuesto	$96.780
Notario	$700
Monto Total del Crédito	$12.097.480
Costo total del Crédito (CTC)	$19.121.915
Carga Anual Equivalente	18,67%

Nota: Crédito de consumo de Banco Estado por $12.000.000, obtenido a través de su simulador de créditos.

Ilustración 25*: Crédito de consumo de Banco Estado por $13.000.000.*

Resultado

Fecha	02/08/2022 02:17
Monto del Crédito	$13.000.000
Número de Cuotas	60
Pago Primera Cuota	15/09/2022
Valor Cuota Mensual	$345.255
Tasa de Interés Mensual(*)	1,56%
Tasa de Interés Anual	18,72%
Impuesto	$104.844
Notario	$700
Monto Total del Crédito	$13.105.544
Costo total del Crédito (CTC)	$20.715.347
Carga Anual Equivalente	18,67%

Nota: Crédito de consumo de Banco Estado por $13.000.000, obtenido a través de su simulador de créditos.

12. REFERENCIAS

IDEAM. (s. f.). LA RADIACIÓN SOLAR Y SU PASO POR LA ATMÓSFERA - IDEAM. Recuperado 22 de julio de 2021, de http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/la-radiacion-solar-y-su-paso-por-la-atmosfera

Grupo Reco Aires. (s. f.). ¿Qué son los paneles solares? Recuperado 16 de junio de 2021, de https://www.gruporecoaires.com/copia-de-paneles-solares

TecnoParador. (s. f.). Producción de energía eléctrica. Recuperado 17 de junio de 2021, de http://tecnoparador.es/actividades/centrales/fotovoltaicas.html

Generadoras de Chile. (s. f.). Energía Eólica. Recuperado 13 de noviembre de 2021, de http://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica

Iberdrola. (2021, 28 febrero). Energía Eólica. Recuperado 13 de noviembre de 2021, de https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/energia-eolica

Tesla Energy. (s. f.). Sistemas Fotovoltaicos: Máxima Eficiencia con Energí-a Solar. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de https://teslaenergy.cl/sistemas-fotovoltaicos/

AutoSolar. (2015, 19 abril). ¿Cómo funciona un aerogenerador? Recuperado 17 de febrero de 2022, de https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/como-funciona-un-aerogenerador

Training Team Rescue. (2019, 3 mayo). Como funciona un aerogenerador. Recuperado 5 de enero de 2022, de https://www.ttrinternational.com/es/como-funciona-aerogenerador/

Energías Renovadas. (2012, 21 noviembre). Energías Renovadas. Recuperado 17 de febrero de 2022, de https://energiasrenovadas.com/componentes-de-un-aerogenerador/

CGE. (s. f.). CGE - Generación Distribuida – NetBilling. Recuperado 21 de febrero de 2022, de https://www.cge.cl/productos-y-servicios/generacion-distribuida-netbilling/#:%7E:text=La%20Generaci%C3%B3n%20Distribuida%20o%20Net,(ERNC)%20y%20cogeneraci%C3%B3n%20eficiente

Ministerio de Energía. (2018, 9 febrero). Modificaciones a la Ley 20.571 de Generación Distribuida. Recuperado 21 de febrero de 2022, de https://energia.gob.cl/noticias/nacional/modificaciones-la-ley-20571-de-generacion-distribuida

Ministerio de Energía. (2021a, 6 agosto). Chileatiende - Programa Casa Solar. Chileatiende.

Recuperado 25 de febrero de 2022, de https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/95864-programa-casa-solar

Ministerio de Energía. (2021b, noviembre 9). Ministerio de Energía lanza nueva convocatoria de Casa Solar para la instalación de paneles solares | Ministerio de Energía. Recuperado 25 de febrero de 2022, de https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministerio-de-energia-lanza-nueva-convocatoria-de-casa-solar-para-la-instalacion-de-paneles-solares

Solcor Chile. (s. f.). Crédito verde de Banco Estado financia tu proyecto solar. Recuperado 25 de febrero de 2022, de https://www.solcorchile.com/servicios/credito-verde/

Red de Pobreza Energética. (2020, noviembre). Vulnerabilidad Energética Territorial: Desigualdad más allá del hogar (N.o 8). http://redesvid.uchile.cl/pobreza-energetica/wp-content/uploads/2020/11/VF_Informe-VET.pdf

Empresas Eléctricas A.G. (s. f.). Electrodependientes. Recuperado 7 de marzo de 2022, de https://www.electricas.cl/electrodependientes/

Ley N° 21.304. Diario Oficial de la República de Chile. 12 de enero de 2021. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1154423

Luz Para Ellos. (2019, 11 abril). Ley Electrodependientes Chile [Diapositivas]. Senado de Chile. https://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=tramitacion&ac=getDocto&iddocto=5534&tipodoc=docto_comision

Ministerio de Energía. (2019a, 21 junio). Mapa de Vulnerabilidad Energética “Ruta de la Luz” | Ministerio de Energía. Recuperado 21 de marzo de 2022, de https://energia.gob.cl/noticias/aysen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/mapa-de-vulnerabilidad-energetica-ruta-de-la-luz

Ministerio de Energía. (2019b, mayo 31). Mapa de Vulnerabilidad Energética revela que en Magallanes 1.019 familias viven sin electricidad | Ministerio de Energía. Recuperado 21 de marzo de 2022, de https://energia.gob.cl/noticias/magallanes-y-de-la-antartica-chilena/mapa-de-vulnerabilidad-energetica-revela-que-en-magallanes-1019-familias-viven-sin-electricidad

Revista EI. (2012, 1 octubre). Chile posee la mayor radiación solar del planeta - Electricidad. Recuperado 22 de marzo de 2022, de https://www.revistaei.cl/2012/10/01/chile-posee-la-mayor-radiacion-solar-del-planeta/#:%7E:text=Ahora%20y%20tras%2018%20meses,mundo%20que%20recibe%20

mayor%20cantidad

Ministerio de Energía. (s. f.). Explorador Solar. Explorador Solar. Recuperado 24 de marzo de 2022, de https://solar.minenergia.cl/exploracion

Grupo Elektra. (2014, 5 febrero). Hora Solar Pico (HSP). Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://www.grupoelektra.es/blog/wp-content/uploads/2014/10/como-somos-los-delektra-que-son-las-HSP.pdf

NASA. (s. f.). Data Access Viewer. Data Access Power. Recuperado 13 de abril de 2022, de https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

Damia Solar. (2015, 17 abril). Cual debe ser la orientación y la inclinación de las placas solares? Damia Solar. Recuperado 11 de abril de 2022, de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1

IM2 Energía Solar. (2016, 25 abril). ¿Cómo es un panel solar?, ¿De qué está compuesto? IM2 Energía Solar - Instalaciones fotovoltaicas - Autoconsumo. Recuperado 14 de abril de 2022, de https://www.im2solar.com/03/2014/como-es-un-panel-solar/

Future Green Technology. (2019, 28 noviembre). La diferencia entre On-Grid y Off-Grid Solar. Recuperado 24 de mayo de 2022, de https://es.futuregreenbattery.com/on-grid-vs-off-grid-solar_n38

Pérez, M. (s. f.). Conermex | Te conecta con el sol. Conermex. Recuperado 14 de abril de 2022, de https://www.conermex.com.mx/blog-sombrasenpaneles.html

Silva, I. (2019, 25 agosto). ¿Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas? Iluminet. Recuperado 14 de abril de 2022, de https://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/

Solartex Chile. (2019, 28 junio). Paneles Solares y Accesorios Solares. Recuperado 17 de mayo de 2022, de https://www.solartex.cl/tienda/

Esol. (s. f.). Esol. Recuperado 17 de mayo de 2022, de https://esol.cl/

Solarstore Spa. (2020, 5 julio). Solarstore | Equipamiento Solar | Insumos Solares. Recuperado 17 de mayo de 2022, de https://www.solarstore.cl/

Energía Renovable Departamento de Energía, EE.UU. (2007, septiembre). Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad: Una guía para consumidores en Nuevo México.

Vector Renewables. (2022, 9 febrero). Tipos de aerogeneradores: ¿cuál genera más energía? Recuperado 27 de mayo de 2022, de https://www.vectorenewables.com/es/recursos/blog/tipos-de-aerogeneradores-cual-genera-mas-energia

LBA Industrial. (2021, 30 octubre). Aerogeneradores verticales Savonius, Giromill y Darrieus. Recuperado 27 de mayo de 2022, de http://www.lbaindustrial.com.mx/aerogeneradores-verticales/

The Wind Power. (2018, 4 enero). IMPSA IWP-70-1500 - Fabricantes y aerogeneradores. Recuperado 30 de mayo de 2022, de https://www.thewindpower.net/turbine_es_819_impsa_iwp-70-1500.php

Danish Wind Industry Association. (2003, 7 mayo). La curva de potencia de un aerogenerador. Recuperado 30 de mayo de 2022, de http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/pwr.htm#:%7E:text=La%20curva%20de%20potencia%20de%20un%20aerogenerador%20es%20un%20gr%C3%A1fico,a%20diferentes%20velocidades%20del%20viento

MasVoltaje. (2016, 27 abril). ¿Que tipos de cables eléctricos existen? Recuperado 7 de junio de 2022, de https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12#:%7E:text=Un%20cable%20el%C3%A9ctrico%20es%20un,mas%20econ%C3%B3mico%20que%20el%20cobre

Top Cable. (2020, 30 octubre). Componentes de un cable eléctrico | Top Cable. Recuperado 7 de junio de 2022, de https://www.topcable.com/blog-electric-cable/componentes-de-un-cable-electrico/

AutoSolar. (2021, 8 julio). ¿Que cable se necesita en las instalaciones solares? | AutoSolar. Recuperado 7 de junio de 2022, de https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/que-cable-es-el-adecuado-para-las-instalaciones-solares#:%7E:text=Exceptuando%20a%20grandes%20instalaciones%20solares,%2C%20intensidad%2C%20longitud%20y%20aislamiento

Generadoras de Chile. (s. f.). Energía Eólica. Recuperado 8 de junio de 2022, de http://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica

Ministerio de Energía. (s. f.). Explorador Eólico. Explorador Eólico. Recuperado 09 de junio de 2022, de https://eolico.minenergia.cl/exploracion

Ministerio de Energía. (s. f.). ¿Qué son las Energías Renovables? | Ministerio de Energía. Recuperado 24 de junio de 2022, de https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables

RHONA S.A. (s. f.). RHONA Un mundo de equipamiento y soluciones eléctricas. Recuperado 27 de julio de 2022, de https://rhona.cl/

MPPT Solar. (s. f.). Paneles Solares: Conexión en Serie. Recuperado 28 de julio de 2022, de https://www.mpptsolar.com/es/paneles-solares-serie.html

Dirección Meteorológica de Chile. (s. f.). Servicios Climáticos. Recuperado 29 de julio de 2022, de https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/requerimiento/producto/RE1005

BIRT LH. (s. f.). 1.2.- Rendimiento global y Energía requerida. Recuperado 30 de julio de 2022, de https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF06/es_IEA_ISF06_Contenidos/website_12_rendimiento_global_y_energa_requerida.html

Aliexpress. (s. f.). Generador de viento Maglev de eje Vertical. Recuperado 30 de julio de 2022, de https://es.aliexpress.com/item/1005003904130932.html?spm=a2g0o.search0304.0.0.521657c7AAfJFF&algo_pvid=15249a03-4180-44f6-abbf-4f4c58c2938f&aem_p4p_detail=202207052204111643067968825136002016320 3&algo_exp_id=15249a03-4180-44f6-abbf-4f4c58c2938f-2&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%221200000274280970 83%22%7D&pdp_npi=2%40dis%21CLP%21%211112435.0%21%21%21108750.0%21%21%402103143616570838518548366e0f52%211200000274280970 83%21sea

CGE. (2022, julio). Tarifas Suministro CGE Julio 2022. Recuperado 1 de agosto de 2022, de http://www.cge.cl/wp-content/uploads/2022/07/Tarifas-Suministro-CGE-Julio-2022.pdf

Breyer et al. (2019). Energy Return on Energy Invested (ERoEI) for photovoltaic solar systems in regions of moderate insolation: A comprehensive response. Energy Policy, 102, 377–384. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.042

Ministerio de Energía. (s. f.). Sobre la conexión de un equipo de generación acogido a esta Ley.

Ley 20.571. Recuperado 16 de agosto de 2022, de https://minenergia.cl/ley20571/conexion_equipo.html