

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	: DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL PROBLEMA A ESTUDIAR.....	3
1.1	Lugar de aplicación.....	4
1.1.1	Historia .....	4
1.1.2	Misión, visión y valores .....	5
1.1.3	Estructura organizacional .....	5
1.1.4	Productos de San Clemente Foods .....	6
1.2	Oportunidad .....	7
1.3	Objetivos.....	8
1.3.1	Objetivo general .....	8
1.3.2	Objetivos específicos.....	8
1.4	Resultados tangibles esperados.....	9
CAPÍTULO 2	: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA .....	10
2.1	Marco teórico.....	11
2.1.1	Características de la energía solar .....	11
2.1.2	Tipos de radiaciones .....	13
2.1.3	Captación de energía solar.....	14
2.1.4	Sistemas fotovoltaicos .....	15
2.1.5	Oportunidades de ERNC en Chile.....	17

---

2.1.6	Pequeños Medios de Generación Distribuido (PMGD) .....	18
2.1.7	Aspectos técnicos de planta fotovoltaica.....	19
2.1.8	Tipos de clientes en el mercado eléctrico nacional .....	22
2.1.9	Fuentes de financiamiento .....	22
2.1.10	Herramientas de análisis.....	26
2.2	Marco metodológico .....	28
2.2.1	Metodología para análisis de oportunidades y medidas de Eficiencia Energética ..	28
2.2.2	Proceso de preparación y evaluación de proyectos .....	30
2.2.3	Metodología.....	31
2.3	Cronograma del proyecto.....	33
CAPÍTULO 3 : DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		34
3.1	Situación actual.....	35
3.1.1	Tipos de fuentes de energía .....	35
3.1.2	Consumo de energía eléctrica.....	36
3.1.3	Estudio normativo .....	38
3.1.4	Estudio técnico .....	39
3.2	Recurso solar.....	43
3.2.1	Explorar solar .....	43
3.3	Conclusiones del diagnóstico.....	45

---

CAPÍTULO 4	: CONFIGURACIÓN TÉCNICA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	47
4.1	Alternativas de configuración de la planta fotovoltaica .....	48
4.1.1	Azimut de techumbres .....	48
4.1.2	Área factible .....	49
4.1.3	Tamaño de la planta fotovoltaica por rendimiento solar .....	53
4.1.4	Tamaño de la planta fotovoltaica por área factible.....	55
4.2	Selección del inversor .....	61
4.2.1	Marca del inversor .....	62
4.2.2	Potencia del inversor .....	64
4.2.3	Factibilidad técnica.....	66
4.2.4	Interconexión por inversor.....	68
4.3	Montaje y conexión de la planta fotovoltaica .....	69
4.4	Distribución y <i>layout</i> de la planta fotovoltaica .....	71
4.5	Diagrama de conexión .....	72
4.6	Planos de conexión .....	73
CAPÍTULO 5	: EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	74
5.1	Impacto económico.....	75
5.1.1	Análisis de sensibilidad .....	79
5.2	Impacto ambiental.....	80

---

5.3 Impacto Social .....	81
CONCLUSIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	85
ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Radiación solar en el lugar de la planta San Clemente Foods.....	44
Tabla 2: Azimut de cada galpón.....	49
Tabla 3: Alternativas de paneles fotovoltaicos.....	56
Tabla 4: Características del panel solar seleccionado .....	56
Tabla 5: Cantidad de paneles y potencia total factible en las techumbres .....	57
Tabla 6: Potencia factible en la zona A o jardín.....	60
Tabla 7: Potencia factible en la Zona B o terreno árido .....	61
Tabla 8: Resumen de la potencia factible por zona .....	61
Tabla 9: Criterios a evaluar según la marca .....	64
Tabla 10: Matriz de ponderación para las marcas .....	64
Tabla 11: Costo por kilowatt según el inversor.....	65
Tabla 12: Ejemplos de potencia a abastecer según el inversor.....	66
Tabla 13: Resumen de selección de inversores por zona .....	69

Tabla 14: Asignación de planta fotovoltaica en subestaciones .....	70
Tabla 15: Rango de potencia según zona .....	76
Tabla 16: Costos de inversión de la planta solar .....	76
Tabla 17: Ahorro anual de la planta fotovoltaica .....	77
Tabla 18: Indicadores flujo de caja.....	78
Tabla 19: Indicadores escenario optimista y pesimista .....	79
Tabla 20: Cálculo de la reducción de la huella de carbono .....	80

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Logo San Clemente .....	5
Ilustración 2: Época de cosecha de frutas para jugos concentrados .....	7
Ilustración 3: Época de cosecha de frutas para la producción de purés .....	7
Ilustración 4: Energía solar fotovoltaica.....	12
Ilustración 5: Energía solar térmica.....	12
Ilustración 6: Geografía del GHI en Chile.....	14
Ilustración 7: Componentes para un sistema fotovoltaico <i>On Grid</i> .....	15
Ilustración 8: Componentes para un sistema fotovoltaico <i>Off Grid</i> .....	16
Ilustración 9: Cuadro resumen de estado de los proyectos ERNC .....	18
Ilustración 10: Correlación de las variables .....	27

Ilustración 11: Estudios de viabilidad de un proyecto.....	31
Ilustración 12: Metodología de solución .....	31
Ilustración 13: Cronograma del proyecto .....	33
Ilustración 14: Jardín de la empresa San Clemente Foods .....	40
Ilustración 15: Terreno árido de la empresa San Clemente Foods .....	40
Ilustración 16: Galpones de la planta San Clemente Foods .....	41
Ilustración 17: Superficies disponibles para el diseño de la planta fotovoltaica .....	41
Ilustración 18: Subestaciones de la planta San Clemente Foods.....	42
Ilustración 19: Estructura de los techos .....	43
Ilustración 20: Azimut del galpón uno en la planta San Clemente Foods.....	48
Ilustración 21: Ángulo de inclinación de la techumbre.....	50
Ilustración 22: Áreas de restricción .....	52
Ilustración 23: Simulación solar con azimut 36° .....	54
Ilustración 24: Simbología dibujos AutoCAD .....	57
Ilustración 25: Estructura de montaje tipo para la instalación.....	58
Ilustración 27: Plano de planta fotovoltaica en la zona A o jardín.....	59
Ilustración 28: Plano de planta fotovoltaico en la zona B o terreno árido.....	60
Ilustración 29: Mayores proveedores de inversores fotovoltaicos .....	62
Ilustración 30: Tipo de inversor según el tamaño de la planta .....	65
Ilustración 31: Mapa de anclaje a las subestaciones.....	70

Ilustración 32: Layout de la planta fotovoltaica en las techumbres .....	71
Ilustración 33: Diseño 3D de la planta fotovoltaica en la zona jardín.....	71
Ilustración 34: Diseño 3D de la planta fotovoltaica en el terreno árido .....	72
Ilustración 35: Diagrama unifilar galpón uno .....	72
Ilustración 36: Plano de conexión galpón uno.....	73
Ilustración 37:Análisis estadístico de precios de sistemas fotovoltaicos comercializados en Chile (2019-2020) .....	75
Ilustración 38: Porcentaje de los tipos de costos en una instalación fotovoltaica .....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estructura organizacional de la empresa San Clemente Foods .....	92
Anexo 2: Consumo eléctrico en los años 2020 y 2021 .....	93
Anexo 3: Monto a pagar en peaje y suministro de energía .....	93
Anexo 4: Azimut del galpón dos, tres y cuatro .....	94
Anexo 5: Azimut del galpón cinco .....	94
Anexo 6: Azimut galpón seis .....	95
Anexo 7: Azimut galpón siete .....	95
Anexo 8: Medidas de los galpones en la empresa San Clemente Foods .....	96
Anexo 9: Cálculos de áreas en las techumbres.....	96

Anexo 10: Numeración de galpones en la empresa San Clemente Foods .....	96
Anexo 11: Proyección de sombra en terreno árido- bloque uno .....	97
Anexo 12: Proyección de sombra en terreno árido - bloque dos.....	98
Anexo 13: Análisis de importancia relativa del panel solar .....	98
Anexo 14: Matriz de ponderación del panel solar .....	98
Anexo 15: Zona utilizada para el diseño de la planta fotovoltaica.....	99
Anexo 16: Parámetros de los inversores disponibles .....	99
Anexo 17: Puntaje a las marcas según el criterio .....	100
Anexo 18: Principales costos para la implementación de la planta fotovoltaica.....	100
Anexo 19: Tipos de costos asociados a la zona de techumbres.....	100
Anexo 20: Tipos de costos asociados a la zona de jardín.....	101
Anexo 21: Tipos de costos asociados a la zona del terreno árido .....	101
Anexo 22: Cálculo del precio de energía para ahorro anual.....	101
Anexo 23: Variación del precio del dólar en el año 2021 .....	102
Anexo 24: Simulación de generación fotovoltaica galpón uno .....	102
Anexo 25: Análisis de importancia relativa de la marca .....	103
Anexo 26: Parámetros de los inversores a considerar en el diseño .....	103
Anexo 27: Plano galpón uno .....	104
Anexo 28: Plano galpón dos.....	105
Anexo 29: Plano galpón tres.....	106



Anexo 30: Plano galpón cuatro .....	107
Anexo 31: Plano galpón cinco.....	108
Anexo 32: Plano galpón seis .....	109
Anexo 33: Plano galpón siete.....	110
Anexo 34: Evaluación de inversores galpón uno .....	111
Anexo 35: Evaluación de inversores galpón dos.....	111
Anexo 36: Evaluación de inversores galpón tres .....	112
Anexo 37: Evaluación de inversores en galpón cuatro.....	112
Anexo 38: Evaluación de inversores en galpón seis .....	113
Anexo 39: Evaluación de inversores galpón siete .....	113
Anexo 40: Evaluación de inversores zona jardín .....	114
Anexo 41: Evaluación de inversores zona terreno árido .....	115
Anexo 42: Selección de alternativa de inversor galpón uno .....	115
Anexo 43: Selección de alternativa de inversor en galpón dos .....	116
Anexo 44: Selección de alternativa de inversor galpón tres.....	116
Anexo 45: Selección de alternativa de inversor galpón cuatro .....	117
Anexo 46: Selección de alternativa de inversor galpón seis .....	117
Anexo 47: Selección de alternativa de inversor galpón siete .....	118
Anexo 48: Selección de alternativa de inversor zona jardín .....	118
Anexo 49: Selección de alternativa de inversor zona terreno árido .....	119

Anexo 50: Diagrama unifilar galpón dos .....	120
Anexo 51: Diagrama unifilar galpón tres .....	121
Anexo 52: Diagrama unifilar galpón cuatro .....	122
Anexo 53: Diagrama unifilar galpón seis – parte uno .....	123
Anexo 54: Diagrama unifilar galpón seis - parte dos .....	123
Anexo 55: Diagrama unifilar galpón siete.....	123
Anexo 56: Plano de conexión galpón dos .....	124
Anexo 57: Plano de conexión galpón tres .....	124
Anexo 58: Plano de conexión galpón cuatro .....	124
Anexo 59: Plano de conexión galpón seis .....	124
Anexo 60: Plano de conexión galpón siete.....	125
Anexo 61: Diagrama unifilar zona jardín .....	126
Anexo 62: Diagrama unifilar en terreno árido - parte uno .....	127
Anexo 63: Diagrama unifilar en terreno árido - parte dos.....	128
Anexo 64: Precio de la energía para el ahorro anual .....	129
Anexo 65: Flujo de caja puro - parte uno .....	129
Anexo 66: Flujo de caja puro - parte dos.....	129
Anexo 67: Flujo de caja puro - parte tres .....	130