REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA CLÍNICA DE REPRODUCCIÓN MELO PARA FUENTE DE SUMINISTRO ELÉCTRICO COMO ESTRATEGIA MEDIO AMBIENTAL Y DE REDUCCIÓN DE COSTOS"

Tesis presentada por el Bachiller:

Salazar Arrayán, Rodrigo Javier

Para optar por el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Llaza Loayza, Marco Antonio

Arequipa – Perú

2020

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 15 de Octubre del 2020

Dictamen: 001448-C-EPII-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 001448, presentado por:

2013701541 - SALAZAR ARRAYAN RODRIGO JAVIER

Titulado:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA CLÍNICA DE REPRODUCCIÓN MELO PARA FUENTE DE SUMINISTRO ELÉCTRICO COMO ESTRATEGIA MEDIO AMBIENTAL Y DE REDUCCIÓN DE COSTOS

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1151 - LLAZA LOAYZA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR

1780 - VALENCIA BECERRA ROLARDI MARIO
DICTAMINADOR

2825 - CARRASCO BOCANGEL JULIO CESAR
DICTAMINADOR

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que colaboraron y facilitaron la realización de la presente tesis, así como mis amigos y en especial a mis padres y mi hermana quienes son la razón principal de esforzarme el día a día.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por la infinitas oportunidades que me ha dado, a mi familia porque son lo más importante y el motivo de ser el mejor en todo lo que haga.

Tengo que agradecer a todos los profesores que a lo largo de la carrera me brindaron su apoyo y conocimientos para hoy poder ser un mejor profesional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación que esta titulado "Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema solar fotovoltaico en la clínica de reproducción y genética Melo para fuente de suministro eléctrico como estrategia medio ambiental y de reducción de costos", veremos qué tan factible es la instalación de un sistema solar fotovoltaico en una institución enfocada al rubro de la salud, y su influencia directa en su esquema de costos, su rentabilidad y aspectos financieros del proyecto dada la situación actual de la empresa, por otro lado analizar el impacto a beneficio del medio ambiente que este proyecto tendrá.

En el primer capítulo se plantearan las generalidades del proyecto como el problema identificado, objetivo, hipótesis y variables.

En el segundo capítulo se verán el marco metodológico, conceptual necesario para comprender la naturaleza del proyecto, y el marco referencial y legal del mismo.

En el tercer capítulo se mostrará un diagnostico situacional de la Clínica Melo.

En el cuarto capítulo se planteará la propuesta para el proyecto a realizarse.

En el quinto capítulo se realizará un análisis económico del proyecto para determinar su viabilidad.

En el sexto capítulo se abordara un análisis de los riesgos que involucra el proyecto

En el séptimo capítulo se abordará un análisis de todos los aspectos ambientales y se determinara si hubo una reducción en las emisiones de CO2 de la organización.

Palabras clave:

Energía renovable, sistema solar fotovoltaico, estrategia ambiental, reducción de costos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

In the present research work that is entitled “Feasibility study for the implementation of a photovoltaic solar system in the Melo reproduction clinic for power supply as an environmental strategy and cost reduction”, we will see how feasible it is the installation of a photovoltaic solar system in an institution focused on the health sector, and its direct influence on its cost scheme, its profitability and financial aspects of the project given the current situation of the company, on the other hand analyzing the impact on environmental benefit that this project will have.

In the first chapter the generalities of the project will be considered as the identified problem, objective, hypothesis and variables.

In the second chapter we will see the methodological, conceptual framework necessary to understand the nature of the project, and the referential and legal framework of the same.

The third chapter will show a situational diagnosis of the Melo Clinic.

In the fourth chapter the proposal for the project to be carried out will be presented.

In the fifth chapter an economic analysis of the project will be carried out to determine its viability.

In the sixth chapter an analysis of the risks involved in the project will be addressed.

In the seventh chapter an analysis of all environmental aspects will be carried out and it will be determined if there was a reduction in the CO2 emissions of the organization.

Keywords:

Renewable energy, photovoltaic solar system, environmental strategy, cost reduction.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Hoy en día uno de los principales puntos de enfoque en las diversas organizaciones y negocios a lo largo del mundo, es el cuidado y preservación del medio ambiente, pues estamos viendo el incontable daño que se le ha causado, por la infinidad de actividades de explotación y contaminación de los recursos, es importante comprender que mientras no se establezcan medidas de mitigación de estos daños se está acabando con la calidad de vida de esta y futuras generaciones.

Es por ello que el reemplazo de las fuentes energéticas, con fuentes de energía renovables como es el caso de la energía solar fotovoltaica, es de vital interés tanto para las organizaciones como para los investigadores que con el paso del tiempo vienen desarrollándose más en este campo, y de esta forma tener tecnologías cada vez más eficientes y a precios considerablemente accesibles. En la realidad de nuestro país la energía solar fotovoltaica es una de las que mayor investigación e inversión ha tenido, pues se ha visto que este tipo de energía es sustentable debido a la alta radiación que se presenta en el Perú. Con el paso del tiempo y el desarrollo en esta tecnología en la ciudad de Arequipa cada vez más instituciones se han ido implementando con esta fuente de energía ya sea centros comerciales, universidades y grandes empresas en sus diversos rubros pues no solo representa una inversión rentable, ya que se da una reducción considerable en comparación con los costos de suministro eléctrico tradicional, además la importancia radica primordialmente en la reducción de los niveles de CO_2 que emiten.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I 1

1. GENERALIDADES 1

1.1. Problema 1

1.1.1. Identificación del problema 1

1.1.2. Descripción del problema 1

1.1.3. Sistematización del problema 2

1.1.3.1. Preguntas de investigación 2

1.2. Objetivos 2

1.2.1. Objetivo General 2

1.2.2. Objetivos Específicos 2

1.3. Hipótesis 3

1.3.1. Hipótesis General 3

1.4. Variables 3

1.5. Justificación 6

1.6. Viabilidad y Limitaciones 7

1.7. Marco Metodológico 7

1.7.1. Diseño Metodológico 7

1.7.2. Tipo de estudio 7

1.7.3. Universo y muestra 8

1.7.4. Técnicas e Instrumentación de recolección de datos 8

CAPITULO II 9

2. MARCO TEORICO 9

2.1. Marco Conceptual 9

2.1.1. Energía solar y fotovoltaica en el Perú 9

2.1.2. Experiencias exitosas en energía fotovoltaica en el Perú 12

2.1.3. Energía fotovoltaica en el Perú 17

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.4. Energía solar 21
2.1.5. Energía fotovoltaica 22
2.1.5.1. Tipos de sistemas solares fotovoltaicos 23
2.1.5.1.1. Sistemas conectados a la red 23
2.1.5.1.2. Sistemas aislados 24
2.1.5.1.3. Sistemas híbridos 26
2.1.6. Factores que influyen en la eficiencia de paneles fotovoltaicos 27
2.1.6.1. Factores propios 27
2.1.6.1.1. Temperatura de funcionamiento 27
2.1.6.1.2. Efectos de reflexión 28
2.1.6.2. Factores externos 28
2.1.6.2.1. Angulo de inclinación 28
2.1.6.2.2. Orientación 29
2.1.6.2.3. Radiación 30
2.1.6.2.4. Sombreados 30
2.1.6.2.5. Suciedad 31
2.1.7. Elementos de un sistema fotovoltaico 32
2.1.7.1. Panel fotovoltaico 33
2.1.7.2. Regulador 34
2.1.7.3. Inversor 35
2.1.7.4. Baterías 36
2.1.8. Tipos de células fotovoltaicas constituyentes de paneles 37
2.1.8.1. Células mono-cristalinas 37
2.1.8.2. Células poli-cristalinas 39
2.1.8.3. Células de silicio amorfo 40
2.1.9. Ventaja y desventajas tecnología fotovoltaica 42
2.1.10. Actualidad de la energía solar fotovoltaica 43
2.2. Antecedentes 47
2.3. Marco Legal 50
CAPITULO III 55
3. DIAGNOSTICO 55
3.1. De la empresa 55
3.1.1. Antecedentes Clínica Melo 55

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.2. Misión 56
3.1.3. Visión 56
3.1.4. Estructura organizacional 56
3.1.4.1. Organigrama 57
3.1.5. Servicios que se brindan 58
3.1.5.1. Reproducción humana 58
3.1.5.2. Obstetricia 59
3.1.5.3. Instituto de Biomedicina y Fertilidad (IBF) 59
3.1.6. Macro y micro localización 59
3.1.6.1. Macrolocalización 60
3.1.6.2. Micro localización 62
3.1.7. Aspectos tributarios 64
3.1.8. Diagrama de flujo de operaciones 65
3.1.9. Áreas y distribución 66
3.2. Condiciones Meteorológicas de Arequipa 70
3.3. Consumo energético 74
CAPITULO IV 75
4. PROPUESTA 75
4.1. Ingeniería del proyecto 75
4.1.1. Delimitación de energía eléctrica requerida 75
4.1.2. Sistema solar fotovoltaico 81
4.1.2.1. Dimensión del sistema 82
4.1.2.2. Elección de componentes 85
4.1.2.3. Diseño de la conexión del Sistema 89
4.1.2.4. Evaluación de proveedores 92
4.1.2.5. Elección de proveedor 93
4.1.3. Instalación de componentes fotovoltaicos 95
4.1.4. Selección del espacio para la ubicación de los paneles fotovoltaicos 96
4.1.5. Determinación del ángulo de los paneles solares 98
4.1.5.1. Esquema del diseño 102
CAPITULO V 104
5. ANALISIS ECONÓMICO 104

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1. Flujo de caja del proyecto 104
5.1.1. Costos del proyecto 104
5.1.1.1. Costos de inversión 104
5.1.1.2. Costos de mantenimiento 104
5.1.1.3. Ingresos 104
5.2. Análisis de sensibilidad 109
5.2.1. Escenario base 109
5.2.2. Escenario optimista 109
5.2.3. Escenario pesimista 111
5.3. Rentabilidad económica 113
5.3.1. Valor actual neto (VAN) 113
5.3.2. Tasa interna de retorno (TIR) 114
5.3.3. Periodo de recuperación (PRD) 114
5.4. Inclusión del riesgo del proyecto 115
5.5. Ahorro económico 117
CAPITULO VI 119
6. ANÁLISIS DE RIESGOS 119
6.1. Identificación de riesgos 119
6.2. Análisis del riesgo 120
6.2.1. Impacto 120
6.2.2. Probabilidad de ocurrencia 122
6.2.3. Medidas de mitigación del riesgo 126
CAPITULO VII 127
7. ASPECTOS AMBIENTALES 127
7.1. Impacto ambiental 127
7.2. Matriz de impactos ambientales 131
7.3. Datos relevantes en ACV de paneles fotovoltaicos 134
7.4. Disposición del panel fotovoltaico al final de su vida útil 140
7.5. Cálculo de las emisiones de carbono 146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 147
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 151

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables 3
Tabla 2: Regímenes Tributarios 64
Tabla 3: Listado equipos de consumo eléctrico 76
Tabla 4: Consumo de energía por tipo de equipo 77
Tabla 5: Cálculo potencia del Inversor 84
Tabla 6: Cantidad de componentes 85
Tabla 7: Componentes del sistema 86
Tabla 8: Cálculo del Diseño de la conexión del sistema 89
Tabla 9: Cotización Auto Solar 92
Tabla 10: Cotización Cambio Energético 92
Tabla 11: Cotización Liders 93
Tabla 12: Atributos a evaluar en selección de proveedores 94
Tabla 13: Matriz de enfrentamiento selección de proveedor 94
Tabla 14: Pasos de implementación 95
Tabla 15: Ahorro en Servicio eléctrico 105
Tabla 16: Flujo del Proyecto 106
Tabla 17: Amortización de la deuda 107
Tabla 18: Flujo del proyecto con financiamiento 108
Tabla 19: Ahorro Escenario optimista 109
Tabla 20: Flujo de proyecto escenario optimista 110
Tabla 21: Ahorro escenario pesimista 111
Tabla 22: Flujo del proyecto escenario pesimista 112
Tabla 23: Análisis sensibilidad 113
Tabla 24: Calculo del Coeficiente de variación para el riesgo 116
Tabla 25: Ahorro Económico Anual con SFV 117
Tabla 26: Identificación del riesgo 119
Tabla 27: Impacto del riesgo 120
Tabla 28: Calificación del impacto del riesgo 121
Tabla 29: Ocurrencia del riesgo 122

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 30: Calificación de la probabilidad de ocurrencia del riesgo 123

Tabla 31: Matriz de probabilidad e impacto 124

Tabla 32: Medidas de mitigación del riesgo 126

Tabla 33: Criterios de calificación para matriz de impacto ambiental 131

Tabla 34: Matriz de Impacto ambiental 132

Tabla 35: Impacto Ambiental de los Componentes de un SFV 137

Tabla 36: Tabla de impacto en los métodos de reciclaje 144

Tabla 37: Emisiones que se dejaran de producir 146

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Configuración Sistema Fotovoltaico Domiciliario 16
Figura 2: Sistema Fotovoltaico conectado a la red 23
Figura 3: Sistema Fotovoltaico Aislado 25
Figura 4: Sistema Fotovoltaico híbrido 26
Figura 5: Elementos de un Sistema Fotovoltaico 32
Figura 6: Estructura Interna panel fotovoltaico 33
Figura 7: Conexión de un Regulador en un sistema fotovoltaico 34
Figura 8: Conexión de un Inversor en un sistema fotovoltaico 35
Figura 9: Modelo Bateria para Sistema Fotovoltaico 36
Figura 10: Célula Mono cristalina 38
Figura 11: Célula Poli cristalina 39
Figura 12: Célula de Silicio amorfo 41
Figura 13: Adición de capacidad eléctrica por combustible 44
Figura 14: Capacidad de crecimiento de las energías renovables por tecnología 46
Figura 15: Logotipo Clínica Melo 55
Figura 16: Organigrama Clínica Melo 57
Figura 17: Micro localización Clínica Melo 63
Figura 18: Diagrama de operaciones 65
Figura 19: Primera Planta Clínica Melo 67
Figura 20: Segunda Planta Clínica Melo 68
Figura 21: Tercera Planta Clínica Melo 69
Figura 22: Condiciones Meteorológicas Arequipa 70
Figura 23: Radiación Solar en Arequipa 70
Figura 24: Radiación Solar Arequipa 71
Figura 25: Parámetros geográficos Arequipa Clínica Melo 72
Figura 26: Disposición solar en Arequipa 73
Figura 27: Consumo anual de energía por tipo de equipo 74
Figura 28: Consumo de energía por tipo de equipo 78
Figura 29: kWh Consumido de Junio 2017 a Mayo 2019 79

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 30: Funcionamiento sistema On grid 81
Figura 31: Curva de rendimiento del inversor 90
Figura 32: Diseño de paneles en serie-paralelo 91
Figura 33: Plano planta superior de la Clínica Melo. Fuente: Elaboración propia 97
Figura 34: Inclinación en Calculation Solar 98
Figura 35: Inclinación en PVsyst 98
Figura 36: Ángulo de inclinación 99
Figura 37: Factor de transposición Arequipa 100
Figura 38: Ángulo orientación o azimut 101
Figura 39: Orientación de los paneles 102
Figura 40: Layout Sistema fotovoltaico 103
Figura 41: Diferencia costo Servicio Eléctrico del Sistema Periodo 1 118
Figura 42: Diferencia Costo del kWh 118
Figura 43: Límites del Sistema ACV de un SFV 136
Figura 44: Total de impactos potenciales por componente de SFV 138
Figura 45: Árbol de proceso panel fotovoltaico 139
Figura 46: Etapa Ciclo de Vida Panel Fotovoltaico 141
Figura 47: Procesos de reciclaje de un panel fotovoltaico 142
Figura 48: Kg de CO2 equivalente generado en el método mecánico de reciclaje 143
Figura 49: Kg de CO2 equivalente generado en el método térmico de reciclaje 143
Figura 50: Kg de CO2 equivalente generado en el método químico de reciclaje 144
Figura 51: Factor conversión 146

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE DE FOTOS

Foto 1: Fachada Clínica Melo 63

Foto 2: Panel Solar 320W a 24V Policristalino Era Solar 86

Foto 3: Estructura de soporte del Modulo 87

Foto 4: Inversor de conexión a red Fronius Symo 15kW trifásico 87

Foto 5: Cable Rojo y Cable Negro ZZ-F Solar PV de 6mm2 88

Foto 6: Fronius Smart Meter 63A Trifásico 43kW 88

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE REFERENCIAS

Conexión ESAN (2017) Fundamentos financieros: El Valor Actual……..4

Conexión ESAN (2017) El PRI: Uno de los indicadores que más llama la atención a los inversionistas……....4

RANKIA (2019) Tasa Interna de Retorno definición y cálculo……...5

Hernández, Fernández y Baptista (2014) Metodología de la investigación……7

Grupo Rural Pontificia Universidad Católica del Perú (2017) Desarrollo de la energía solar en el Perú……...10

Grupo Rural Pontificia Universidad Católica del Perú (2017) Desarrollo de la energía solar en el Perú……...10

Horn, Manfred (2010) Experiencias de Electrificación Fotovoltaica en el Perú. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería……...13

Horn, Manfred (2010) Experiencias de Electrificación Fotovoltaica en el Perú. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería……...14

Horn, Manfred (2010) Experiencias de Electrificación Fotovoltaica en el Perú. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería……...15

Macera, Daniel, Diario el Comercio (2018). Inauguración planta Rubí……...16

OSINERGMIN (2017) Publicación La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático…….18

International Energy Agency (2011) Solar Energy Perspectives……...20

Swanson, R. (2009). Photovoltaics Power Up…….....21

Ecener (2017) Tipos de sistema fotovoltaicos……..23

Ecener (2017) Tipos de sistema fotovoltaicos……..24

Ensys Solution. Sistemas Fotovoltaicos híbridos…….....25

Globalsolare (2018) Factores que influyen en la eficiencia del módulo solar……...26

Globalsolare (2018) Factores que influyen en la eficiencia del módulo solar……...28

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MHEDUCATION Componentes de una instalación solar fotovoltaica……32

MHEDUCATION Componentes de una instalación solar fotovoltaica……35

INES Education (2008) Cours solaire thermique……36

INES Education (2008) Cours solaire thermique……38

Anbelosolar (2019) Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica……...41

Anbelosolar (2019) Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica……...42

Renewables 2017 Agencia Internacional de la Energia……..43

Bellota Velarde, Mario Giankarlo (2019) Propuesta de factibilidad energética haciendo uso de paneles solares en la universidad católica de santa maría bajo el enfoque del PMI……..46

Bardales Espino, José Leonardo (2016) Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun región Amazonas……47

Garzon, Suares. Estudio de factibilidad para la implementación de energía solar fotovoltaica en la zona preescolar del colegio agustiniano Suba……48

Clínica Melo de Reproducción y genética (2018)……54

Conéctate al sol (2016) ¿Qué impacto ambiental tiene la energía solar fotovoltaica?...126

Del rio, Navas, Sanchez, Ruiz, Guimaraes, Hernandez, Martin, Sanz Análisis del ciclo de vida de un panel solar fotovoltaico empleado para la Alimentación eléctrica de instalaciones de riego, comparando las Metodologías ECO-Indicador 99 y EPS……..134

Martinez Gomez, Eliza (2017) Análisis del ciclo de vida de una planta solar fotovoltaica en México……..136

Ambientum (2018) ¿Qué será de los paneles solares al terminar su vida útil?.....140

Romero Campos, Juan Patricio (2019) Análisis ciclo vida y económico aplicado a la reutilización y reciclaje de paneles solares fotovoltaicos……..141

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Central Majes Solar 20T 156
Anexo 2: Central Panamericana Solar 157
Anexo 3: Central Solar Moquegua 158
Anexo 4: Central Solar Repartición 20T 159
Anexo 5: Central Tacna Solar 160
Anexo 6: Decreto Legislativo Nº 1002 161
Anexo 7: Decreto Supremo Nº 012-2011-EM 168
Anexo 8: Decreto Supremo N° 064-2010-EM 185
Anexo 9: Reglamento de Generación distribuida 191
Anexo 10: Tv LG Led Smart Pantalla Plana 193
Anexo 11: Impresora y Computadora de Consultorio 193
Anexo 12: Lámpara Wech Allyn 194
Anexo 13: Ecógrafo Ultrasonido Logiq V5 194
Anexo 14: Tv LG Pantalla Plana y Lámpara Wech Allyn 195
Anexo 15: Ecógrafo Ultrasonido Voluson S10 195
Anexo 16: Esterilizador Boekel Pupinel 196
Anexo 17: Centrifuga Universal 196
Anexo 18: Microscopio ZEISS 197
Anexo 19: Contometro Dc CounterC 197
Anexo 20: Microscopio Olympus 198
Anexo 21: UPS 198
Anexo 22: Central de esterilización Unilene 199
Anexo 23: Monitores signos vitales Mindray 199
Anexo 24: Incubadora KSYSTEM 200
Anexo 25: Lámparas Cialiticas, Mesa de operaciones Mindray, Máquina Anestesia/Monitor de funciones, Monitor desfibrilador Philips, Bisturí Electrónico, Tv AOC 200
Anexo 26: Cuna Advanced A4051 201
Anexo 27: Sistema Aire Acondicionado 201

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 28: Silla para examen ginecológico WEM 202
Anexo 29: Esterilizador de mesa SERCON 202
Anexo 30: Calefactor 203
Anexo 31: Regulador Automático de voltaje Nippon America 203
Anexo 32: Recibo SEAL Clínica Melo 204
Anexo 33: Cálculo SFV con baterías 205
Anexo 34: Ficha Técnica Panel 207
Anexo 35: Ficha Técnica Cableado 208
Anexo 36: Ficha Técnica Estructura 210
Anexo 37: Ficha Técnica Inversor 211
Anexo 38: Cálculo del pronóstico del ahorro eléctrico 217
Anexo 39: Costos Fijos Clínica Melo 221

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Problema

1.1.1. Identificación del problema

¿Cómo reducir el costo por servicio eléctrico en la clínica Melo? ¿Existe alguna alternativa de carácter medioambiental que pueda contribuir a solucionar este problema?

1.1.2. Descripción del problema

Arequipa es considerada la segunda ciudad más importante del Perú solo tras de Lima, es por eso que el desarrollo al nivel industrial, comercial y en la población misma han ido en crecimiento y con ello también los niveles de contaminación, muestra de ello es que se estima que hay aproximadamente 148 mil vehículos representando cerca del 75% de la contaminación ambiental, según la Dirección de Salud Ambiental. Parte de generar una conciencia de contribución y ayuda al medio ambiente es que la clínica Melo decide tener como opción la implementación de un sistema fotovoltaico como generador de electricidad para desarrollar sus operaciones en la institución, en un cálculo previo la clínica emite cerca de 15.736 tonCO2 anuales, cifra que pretende disminuir considerablemente. Dentro de la estructura general de costos de la empresa el pago por servicio eléctrico representa un 8% de los costos fijos. Visto desde una perspectiva económica significaría una considerable reducción en los costos actuales por concepto de servicio eléctrico esto debido a que las diversas actividades y procedimientos que se desarrollan en la clínica implican el uso de numerosos equipos que requieren la alimentación de energía eléctrica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3. Sistematización del problema

1.1.3.1. Preguntas de investigación

- ¿Sera factible que la implementación de un sistema fotovoltaico para la clínica Melo representará una reducción considerable en el costo de servicio eléctrico y las emisiones de CO2?
- ¿Cómo es el consumo de energía eléctrica dentro de la clínica?
- ¿Qué características debe tener el sistema fotovoltaico según las necesidades de consumo de la clínica? ¿Será factible cubrir más del 80% de las actividades que requieren consumo eléctrico con el sistema fotovoltaico?
- ¿Cuál será el impacto económico en los costos de servicio eléctrico con la instalación del sistema fotovoltaico?
- ¿Cuál será el impacto medio ambiental en emisiones de CO2 de implementar tener sistema fotovoltaico?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la factibilidad de la implementación de un sistema solar fotovoltaico para la clínica de reproducción y genética Melo, y su impacto en el cuidado ambiental.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el consumo de energía eléctrica, tomado como línea base para el desarrollo del estudio.
- Diseñar una propuesta para el sistema fotovoltaico a implementar.
- Disminuir el costo por el servicio eléctrico, como parte de la estrategia de reducción de costos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Hacer uso racional del consumo energético considerando el impacto ambiental en las emisiones de CO2, realizando una comparativa con y sin el sistema fotovoltaico.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

Es probable que al implementar un sistema de generación eléctrica ecológica, como sería el caso de un sistema solar fotovoltaico, se logre optimizar el servicio de consumo eléctrico, generando un impacto positivo que se requiere, económicamente para la clínica, además de contribuir a disminuir las emisiones de CO2.

1.4. Variables

Tabla 1: Variables

Variable	Indicador	Unidad de medida	Herramienta
Variable Independiente: Energía eléctrica	Índices de consumo eléctrico	Consumo mensual en kW hora	Auditoria para evaluar el consumo eléctrico de cada equipo e instrumento de la clínica, y listados.
Variable Dependiente: Estudio de factibilidad	Costo de servicio eléctrico	Ahorro económico, VAN, TIR y PR del Proyecto	Estructura de costos del proyecto, proyecciones de consumo eléctrico, herramientas de análisis económico
Variable Dependiente: Niveles de emisiones CO2	Medición de las emisiones de CO2	Ton CO2	Factor eléctrico de emisiones de CO2

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **VNA:**

"Es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, que ha sido actualizado mediante una tasa de descuento. Esta última es la tasa de rendimiento o rentabilidad mínima que se espera obtener". (Conexión ESAN 2019).

Al tener valor del VAN igual a 0 el proyecto es considerado como rentable, debido a que se está incorporando ganancia de la tasa de descuento. Cuando el Beneficio Neto Actualizado es igual a la inversión, se dice que se ha cumplido con la rentabilidad mínima que se espera ganar con la inversión.

Cuando se tiene un valor del VAN menor a 0, el proyecto analizado no es rentable. Cuando la inversión es superior al Beneficio Neto Actualizado, significa que no se satisface la tasa de descuento.

De obtenerse un VAN mayor a 0, el proyecto analizado indica rentabilidad. Cuando el Beneficio Neto Actualizado es mayor que la inversión, es porque se ha cumplido con la tasa de descuento, o rentabilidad mínima, pero también se ha generado una ganancia o beneficio adicional.

- **PRI:**

"El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial". (Conexión ESAN 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **TIR:**

"La Tasa Interna de Retorno o TIR nos permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión. La TIR transforma la rentabilidad de la empresa en un porcentaje o tasa de rentabilidad, el cual es comparable a las tasas de rentabilidad de una inversión de bajo riesgo, y de esta forma permite saber cuál de las alternativas es más rentable. Si la rentabilidad del proyecto es menor, no es conveniente invertir". (Rankia 2019)

- **Consumo en kWh**

"El kilovatio hora es posiblemente una de la unidades de medida que más aparecen en los medios de comunicación, es una unidad que se expresa en potencia por tiempo, es decir una unidad que mide la energía". (EfectoLed 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.5. Justificación

El presente estudio pretende demostrar la factibilidad de implementar un sistema solar fotovoltaico que apoyará la búsqueda de una mayor rentabilidad en la institución. Así mismo el aumento en la preocupación por parte de las empresas en el innegable daño ocasionado al medio ambiente por parte del ser humano, es la razón de la búsqueda de encontrar la forma de controlar, mitigar o reducir los daños, en este aspecto. La clínica Melo busca ser la primera institución en el rubro de la salud en cubrir aproximadamente el 100% de sus operaciones con energía renovable en el futuro, teniendo esto en cuenta una de las energías que mayor desarrollo ha tenido en nuestro país, es la energía solar, gracias a las condiciones y características del clima en nuestra ciudad para su empleo,

El estudio planteado contribuirá a saber si la instalación del sistema solar fotovoltaico permite una mejora en la economía de la clínica Melo, del mismo modo los resultados beneficiaran tanto a la institución en estudio como al medio ambiente de manera directa debido a la reducción de emisiones de CO_2, por otro mostrará resultados para posteriores investigaciones dentro del tema en cuestión ya sea en organización a mayor, menor escala.

En el ámbito académico la presente investigación podría contribuir a la realización de futuras investigaciones relacionadas a la gestión y estrategias de reducción de costos en conjunto con la búsqueda de alternativas medioambientales, así también la investigación me permitirá contribuir en mi formación profesional y así lograr el título de Ingeniero Industrial.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6. Viabilidad y Limitaciones

El proyecto es totalmente viable debido a que se cuenta con acceso a la clínica, donde se realizará la presente investigación, para el estudio se cuenta con la participación de todas las áreas donde se tienen los equipos médicos para la realización de la auditoria, como también del Doctor Rogelio Melo, quien es la cabeza principal de la clínica.

La principal limitación determinada es que la infraestructura de la clínica tenga la capacidad y el tamaño para cubrir la instalación de los paneles solares requeridos.

1.7. Marco Metodológico

1.7.1. Diseño Metodológico

El diseño es de nivel no experimental, de enfoque cuantitativo, porque se utilizará instrumentos generados específicamente para ello y analizar las hipótesis formuladas en el contexto de la Clínica Melo. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

1.7.2. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se desarrolla es transeccional porque se recolectan datos en un solo momento o en un tiempo único; y es de tipo correlacional descriptivo, porque describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, el estudio permite ver la relación de variables importantes dentro del tema a estudiar como son el consumo de energía eléctrica y las características requeridas del sistema fotovoltaico dada las necesidades de la clínica, se puede establecer una relación con el costo por servicio eléctrico actual que tiene la clínica y el costo que se obtendría con el sistema fotovoltaico, al mismo tiempo también una relación con las emisiones de CO2 actuales y las que se presentarían al contar con el nuevo sistema. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.7.3. Universo y muestra

Al desarrollar este trabajo de investigación, se ha determinado que se encuentra enfocado únicamente a una institución en específico siendo esta la Clínica de Reproducción y Genética Melo, así mismo como se ha mencionado, el trabajo se centra en ver la factibilidad de la instalación de un sistema fotovoltaico para cubrir el consumo eléctrico de la clínica, y compararlo con la situación actual, viendo cual es el efecto en los costos por servicio eléctrico y emisiones de CO2, para ello se requiere una auditoria de todos y cada uno de estos equipos médicos de todas las áreas para determinar el consumo eléctrico por cada uno de estos equipos, es por esto que este apartado de la investigación ya se encuentra delimitada.

1.7.4. Técnicas e Instrumentación de recolección de datos

- Registros del consumo eléctrico del último año.
- Datos históricos, información dada por el centro.
- Formato de auditoría de consumo eléctrico por equipo, elaboración propia previa.
- Información de los costos actuales, información dada por la clínica.
- Proformas y cotización de los diversos proveedores de paneles fotovoltaicos.
- Google Earth, Google Maps.
- Software Calculation Solar, PVsyst y RETScreen Expert, Base Datos Ecoinvent.
- Software Microsoft Excel, Word.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Energía solar y fotovoltaica en el Perú

Hoy en día el hablar de energía solar representa una alternativa que se está empleando y desarrollando como opción a las energías de quema de combustibles fósiles. En comparación con otros países, nuestro país Perú, debido a que se encuentra ubicado mucho más cerca al ecuador, recibe luz solar la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, Perú posee una alta radiación solar anual siendo en la Sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m2; 5.0 a 6.0 kWh/m2 en la Costa y en la Selva de 4.5 a 5.0 kWh/m2. (Web Gruporural.pucp.edu.pe, 2017)

En el país encontramos tres ámbitos en los cuales se ha venido desarrollando el uso de la energía. El primer ámbito y el más frecuente es como fuente térmica a través de termas de agua, principalmente en zonas del sur como Arequipa y Puno, donde se han establecido aproximadamente 30 empresas enfocadas a la fabricación y mantenimiento de estos sistemas. Pero, aun el camino para masificar el uso de paneles solares es largo, ya sea para áreas urbanas o rurales enfocadas a un uso térmico, lo que al mismo tiempo significaría también menor consumo de la red eléctrica en los hogares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por otro lado la aplicación de los paneles solares no solo se limitaría a lo doméstico sino también podría incluirse en aplicaciones como secadores de granos para la agricultura, como granos andinos kiwicha, quinua, kañihua, que son de alta producción. Otro ámbito donde se pueden encontrar importantes avances es en la provisión de electricidad a las zonas rurales.

En base a data del año 2011, cerca del 16% población peruana no contaba con servicio eléctrico en sus casas, porcentaje que se incrementa a un 22% en las zonas rurales. Según información de la Dirección General de Electrificación Rural aún existen cerca de 500 000 hogares ubicados en zonas rurales que no llegarían a ser atendidos por los programas públicos de electrificación. El Plan de Electrificación Nacional de Electrificación Rural deberá de llegar a 345823. (Web Gruporural.pucp.edu.pe, 2017)

Entre los proyectos existentes está el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility (GEF) y el MEM que ya ha subvencionado la provisión de electricidad a 2216 hogares que con sistemas fotovoltaicos pilotos. Asimismo existen subproyectos para llegar a 7000 hogares más. Euro Solar es otro programa, que provee 130 pequeñas centrales de energía hibrida (eólico-solar) que tiene por objetivo abastecer de energía a colegios, locales comunales y postas rurales. El programa denominado Luz para Todos del Gobierno Central pretende que aproximadamente 11 640 nueva localidades con servicio eléctrico serán atendidas con fuentes renovables, de las cuales un porcentaje mayoritario sea cubierta empleando sistemas fotovoltaicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las principales alternativas para la electrificación rural son los sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD), por lo que la empresa nacional ADINELSA, quien lleva a cabo la promoción de la electrificación rural en áreas no concesionadas, ya cuenta con más 1500 SFD en sur del país operando.

El tercer ámbito, y el que más promete, es el surgido con la concesión de las 4 centrales solares que se enlazaran al Sistema Eléctrico Nacional (SEIN) luego de la primera subasta de suministro de electricidad de Recursos Energéticos Renovables (RER) llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas. Las empresas españolas T-Solar Global y Solarpack Corporación Tecnológica son las encargadas de la construcción de estas cuatro centrales fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (mw). Las empresas han firmado contratos con el Gobierno que les permite asegurar la venta de electricidad producida de fuentes solares durante un lapso de 20 años.

Como se ha podido observar, el sector de la energía solar se encuentra en gran despliegue y va desde instalaciones solares familiares hasta grandes proyectos de centrales solares, siendo de gran interés en este último caso, pues implica que generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Un aspecto importante de la energía solar es la capacidad que tiene para moldearse en su implementación en proyectos pequeños, medianos y grandes como es en ámbitos urbanos, donde se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos o edificios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Este tipo de innovaciones permite reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan. Si bien es cierto la energía solar nos brinda grandes opciones, pero debido al desconocimiento, aquellos sectores que podrían aprovecharlo más intensamente, no lo hacen. El impulso de este subsector energético es fundamental hoy en día, pues significa una de las mejores opciones para cambiar el modelo energético actual mundial que generan gases de efecto invernadero. (Web Gruporural.pucp.edu.pe, 2017).

2.1.2. Experiencias exitosas en energía fotovoltaica en el Perú

En 1986 se empezaron a observar las posibilidades técnicas, sociales y económicas de usar paneles fotovoltaicos para una electrificación rural en el Perú, a continuación se describen algunos.

- Proyecto de la cooperación alemana en Puno

  Dentro del marco de un proyecto anterior de la cooperación técnica peruano-alemana sobre bombeo eólico, se inició en 1986 en el Departamento Puno un proyecto con Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios. En un inicio se entregó 50 SFD como instalaciones de prueba, los cuales fueron vendidos posteriormente a sus usuarios en condiciones no comerciales, a familias campesinas en diferentes provincias de Puno, para obtener información sobre la aceptación económica y socio-cultural de los sistemas solares así como de su utilidad y funcionamiento técnico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Obteniéndose unos resultados positivos de esta fase, llevaron a una segunda fase en la que con fondos de CORPUNO se creó un fondo rotativo y se instaló en 1986-87 200 SFD, atendiendo parcialmente 350 solicitudes, en condiciones "pre-comerciales" (subsidiados), a un costo equivalente a US$ 600 por sistema, a ser cancelados en 3 a 5 años. Posteriormente, en el marco de un segundo convenio Perú - Alemania (1991 -96), que ha tenido como objetivo de promocionar los SFD, en particular creando una infraestructura técnica y comercial en la región, se ha instalado más SFD.

Algunos como venta al contado ($1200) y la mayor parte con fines sociales en colegios, salas comunales, postas médicas, etc. con parte de 350 paneles solares que la cooperación alemana había entregado al gobierno regional de Puno para estos fines.

Este proyecto de la cooperación peruana - alemana concluyó en 1996. Sin embargo, la cooperación alemana retiró ya desde 1991 sus expertos, debido a la extrema violencia en la región. En total el proyecto ha instalado cerca de 500 SFD en la región. Los SFD están compuestos por un panel fotovoltaico de 45 -50 Wp y un regulador de carga importados, una batería de 130 - 150 Ah tipo automotriz nacional y fluorescentes de 9 W - 18 W parcialmente importados y parcialmente de fabricación nacional. Parte del personal peruano que trabajó en el proyecto ha formado en 1996 en Puno la empresa SOLSISTEMAS S.A., siguiendo así la misma actividad, pero ahora como empresa privada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Durante la evaluación del proyecto que el CER-UNI ha realizado en 1996 (por encargo del MEM) se visitó 32 de los SFD instalados en 1986-87, es decir hace 9-10 años. Todos han seguido en operación, con cambios de las baterías después de 7-8 años y cambios de algunas lámparas. En general se puede decir que los usuarios de todos los SFD instalados, así como otras personas que conocían estos sistemas, se han expresado muy favorablemente sobre la utilidad de esta tecnología. (Horn. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería: 2010)

- Proyecto de los 1450 SFD del MEM

  El Ministerio de Energía y Minas (MEM) adquirió en 1995/6 250 SFD (panel FV de 50 Wp, batería sellada de 100 Ah, regulador de carga, 3 lámparas fluorescentes de 9 W) vía licitación internacional. Estos SFD fueron instalados por personal del mismo MEM en diferentes comunidades del país, mayormente en la selva, pero también en el altiplano. En cada comunidad se han instalado una a tres docenas SFD.

  En 1997 el MEM ha importado 1200 SFD adicionales (panel de 50 Wp, batería sellada de 100 Ah, 3 fluorescentes de 9 W, controlador de carga, etc.). El MEM había decidido instalar estos SFD en comunidades de la selva norte. (Horn. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería: 2010)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Proyecto de instalación, organización y capacitación para electrificación de localidades aisladas en base a 781 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD)

  En 1999, después de meses de negociación, la Dirección Ejecutiva de Proyectos, DEP, del Ministerio de Energía y Minas, MEM, firmó dos contratos con la UNI para el transporte, la instalación, la organización y la capacitación para la electrificación de 24 localidades en siete Departamentos de la sierra y selva peruana (Cerro de Pasco,Ayacucho, Apurimac, Junin, Loreto, Madre de Dios, Ucayala). (Horn. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería: 2010)

- Proyecto Villa Solar de Taquile

  El CER-UNI inició en 1996 un proyecto piloto de electrificación fotovoltaica rural en la comunidad insular de Taquile en el lago Titicaca, bajo su propio esquema de gestión, y con un control estricto de la calidad de los equipos. La financiación inicial de este proyecto (US$ 100 000) se ha obtenido del Proyecto para Ahorro de Energía del Ministerio de Energía y Minas, PAE/MEM. En 1996 se instaló 100 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios, SFD. En 1998 se ha instalado otros 72 SFD en Taquile y en las islas vecinas de Uros y Soto.

  (Horn. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería: 2010)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

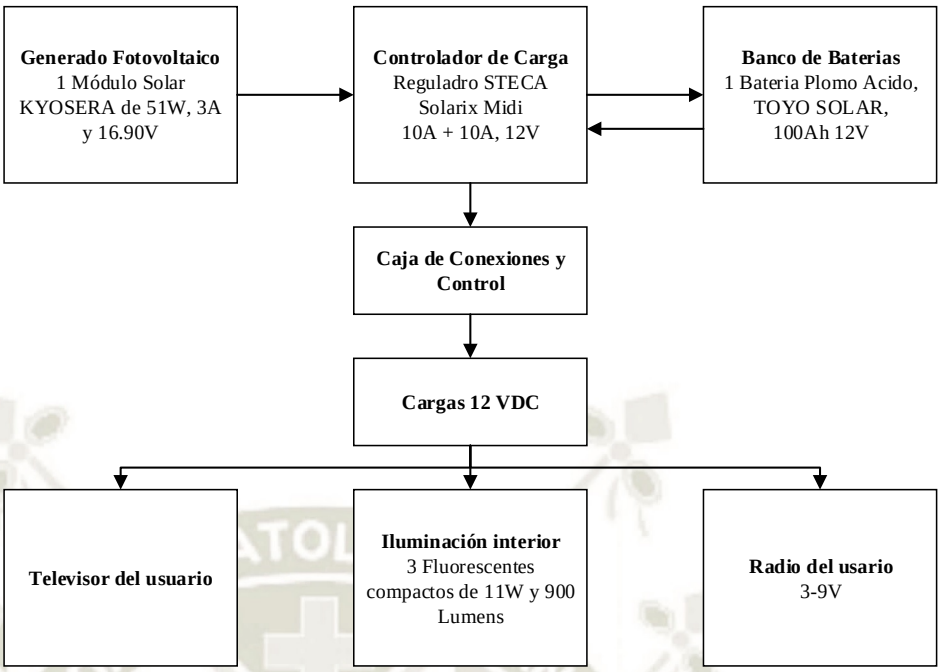


Figura 1: Configuración Sistema Fotovoltaico Domiciliario

Fuente: Horn (2010). Elaboración Propia

Comentario: Como se puede apreciar en la Figura 1 donde mediante un esquema se representa la configuración de los SFD empleados que cuentan con un panel fotovoltaico con una potencia de 50 Wp, una caja de fusibles, un controlador de carga, un acumulador o batería de una capacidad de 100 Ah, que alimentaran de energía a tres lámparas fluorescentes de 11 W, radio y televisor de usuario.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.3. Energía fotovoltaica en el Perú

En la actualidad, desde marzo de 2018, Enel inauguro la planta solar más grande del Perú. Con una inversión de US$165 millones, construida en 13 meses, la planta Rubí, situada en Moquegua generará aproximadamente 440 GWh al año, equivalentes al consumo de 351.177 hogares, con más de 560.880 paneles solares. La empresa empezó a brindar energía desde 20 marzo 2018 a hogares peruanos con energía renovable. El proyecto está financiado en parte por recursos propios del Grupo Enel y por otra parte por el Banco Europeo de Inversiones. El contrato fue adjudicado en la Cuarta Subasta para el Suministro de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables convocada por el Ministerio de Energía y Minas y llevada a cabo por OSINERGMIN en el año 2016. La planta tiene la obligación de suministrar energía renovable al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional Peruano por un plazo de 20 años. Al ser esta una planta de energía solar, el impacto ambiental es un gran factor a favor que hay que tomar en cuenta, pues se evitará la emisión de más de 209 mil toneladas de CO2 cada año. (Diario El Comercio: 2018)

IMPULSO AL SECTOR

La central fue adjudicada con un precio de energía de US$ 48 MWh, precio marcó un récord a nivel mundial que representó un hito en la tendencia decreciente de costos de la tecnología solar fotovoltaica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Estos precios de las energías renovables como eólica, solar, geotérmica, entre otras son mucho más bajos que los precios regulados, que están entre US$55 y US$60 MWh o los precios de otras tecnologías, como es el caso de la generación hidroeléctrica convencional, que supera los US$60 por MWh. en el caso concreto de la energía eólica el precio se estima alrededor de US$38 MWh. Esta tendencia de precios de las energías renovables a bajar, se ha materializado en otras subastas más recientes como en Chile y México de fines de 2017, donde se han alcanzado precios promedio de entre US$ 20 y US$ 30 MWh. Este factor de eficiencia en precios resalta de manera importante la competitividad de las energías renovables frente a otras, eso aún más en un país como Perú donde los recursos como el agua, viento, y luz solar, permitirían una descentralización de la generación eléctrica a lo largo del país. Es de esta forma que la planta Rubí será un punto clave en la diversificación de la matriz energética del país y a fortalecer la generación local en el sur, incrementando en 12% la producción de electricidad con energías renovables en la Región Sur, evitando generación con diésel en dicha zona. Es importante mencionar que si bien es cierto esta planta tiene la capacidad de producir hasta 180MW, el potencial costero del país es de 3.000 MW. (Diario El Comercio: 2018)

- Central MAJES Solar 2oT (20 MW)

  - Ubicación: Arequipa – Caylloma - Majes - Empresa: Grupo T Solar Global S.A. - Inversión: US$ 73.6 millones - Tarifa de adjudicación: 22.25 ctvs US$/kWh - Fecha POC: 31/10/2012 La central tiene una producción anual aproximada de 38 GWh.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos (FV) y 16 centros de transformación. Asimismo incluye una subestación y línea de transmisión de 138 kV que se conecta al SEIN. La información más detallada de la central se encuentra en el anexo N° 1. (Web osinergmin.gob.pe: 2018).

- Central Panamericana Solar (20 MW)

- Ubicación: Moquegua - Empresa: Panamericana Solar S.A.C. - Inversión: US$ 94.6 millones - Tarifa de adjudicación: 21.5 ctvs US$/kWh - Fecha POC: 31/12/2012 Tiene una producción anual de 51 GWh. Está constituida por 72 000 módulos FV, equipada con 174 sistemas de seguimiento solar y 16 centros de transformación. Asimismo incluye una subestación y línea de transmisión en 138 kV conectada al SEIN. La información más detallada de la central se encuentra en el anexo N° 2. (Web osinergmin.gob.pe: 2018).

- Central Solar Moquegua FV (16 MW)

- Ubicación: Moquegua - Toquepala - Empresa: Solar Moquegua FV. - Inversión: US$ 43 millones - Tarifa de adjudicación: 11.99 ctvs US$/kWh - Fecha POC: 31/12/2014. La información más detallada de la central se encuentra en el anexo N° 3. (Web osinergmin.gob.pe: 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Central Reparticion 20T (20 MW)

- Ubicación: Arequipa - Caylloma - La Joya - Empresa: Grupo T Solar Global S.A. - Inversión: US$ 73.5 millones - Tarifa de adjudicación: 22.3 ctvs US$/kWh - Fecha POC: 31/10/2012 La central tiene una producción anual estimada de 37 GWh. Está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos y 16 centros de transformación. También incluye una subestación y línea de transmisión de 138 kV que se conecta al SEIN. La información más detallada de la central se encuentra en el anexo N° 4. (Web osinergmin.gob.pe: 2018).

- Central Tacna Solar (20 MW)

- Ubicación: Tacna - Empresa: Tacna Solar S.A.C. - Inversión: US$ 94.6 millones - Tarifa de adjudicación: 22.5 ctvs US$/kWh - Fecha POC: 31/10/2012 Tiene una producción anual de 47 GWh. Está constituida por 74 988 módulos FV, equipada con 182 sistemas de seguimiento solar y 16 centros de transformación. Además incluye una subestación y línea de transmisión en 66 KV conectada al SEIN. La información más detallada de la central se encuentra en el anexo N° 5. (Web osinergmin.gob.pe: 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.4. Energía solar

Al hablar de energía solar, hablamos de una de las energías renovables de mayor impulso en los últimos años, la cual podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad como es el caso puntual de los altos niveles de contaminación ambiental presentes en todo el mundo. La energía solar es obtenida mediante el aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que llega a la Tierra fue empleada por el ser humano desde la antigüedad, a través del desarrollo de diferentes tecnologías que al paso del tiempo han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, y a partir de estos poder convertirse en energía térmica o eléctrica.

Dentro de las tecnologías solares podemos catalogarlas en pasivas o activas según como capturan, convierten y distribuyen la energía solar.

Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares térmicos para recolectar la energía.

Por otro lado en las pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural. (Solar Energy Perspectives: 2011)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.5. Energía fotovoltaica

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta se realiza en unos dispositivos denominados módulos o paneles fotovoltaicos. Es en ellos donde la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados. (Web Asociación de Empresas de Energia renovables)

Es debido al desarrollo de la tecnología, y la economía de escala, que se ha permitido que el costo de la energía solar fotovoltaica vaya reduciendo de forma constante desde que empezó la manufactura de las primeras células solares comerciales, al mismo tiempo también se ha ido incrementando la eficiencia, obteniendo que el costo medio de generación eléctrica en estos sistemas fotovoltaicos, sea competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas.

Hoy en día el costo de la electricidad producida en instalaciones solares se sitúa entre 0,05-0,10 $/kWh en Europa, China, India, Sudáfrica y Estados Unidos.19 En 2015, se alcanzaron nuevos récords en proyectos de Emiratos Árabes Unidos (0,0584 $/kWh), Perú (0,048 $/kWh) y México (0,048 $/kWh). En mayo de 2016, una subasta solar en Dubái alcanzó un precio de 0,03 $/kWh.19 (Swanson, R. M. 2009).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.5.1. Tipos de sistemas solares fotovoltaicos

El desarrollo de estos sistemas hoy en días nos permite clasificar tres tipos de sistemas fotovoltaicos dependiendo de su configuración y componentes usados, el sistema aislado, el sistema conectado a la red eléctrica y sistema híbrido.

2.1.5.1.1. Sistemas conectados a la red

Estos sistemas conectados a la red o también denominados sistemas on grid, son considerados son unos de los más empleados debido a que son muy atractivos para zonas urbanizadas cercanas a la red eléctrica, esto en grandes o pequeñas ciudades para el aprovechamiento de energía en el día.

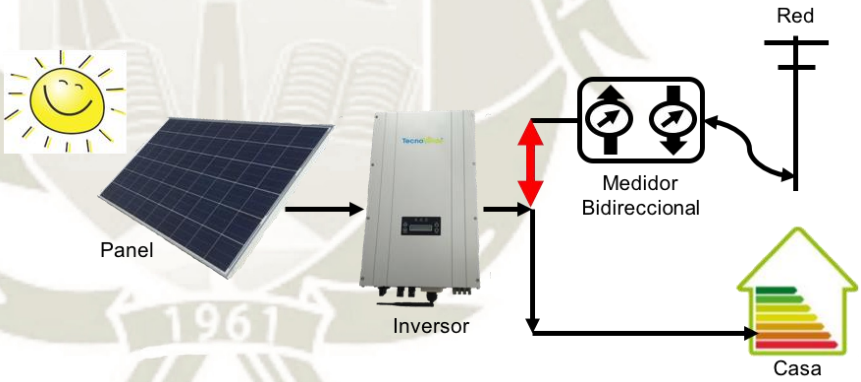


Figura 2: Sistema Fotovoltaico conectado a la red

Fuente: Empresa de Proyectos de energía Renovable TecnoVerde (2019)

Comentario: En la figura 2 se observa cómo es que está diseñado un sistema conectado a la red, donde se puede destacar la ausencia de baterías o acumuladores de energía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Estos sistemas tienen una característica particular ya que no necesitan de acumuladores de energía, ya que haciendo uso de un inversor que convierte la energía producida, y la entrega a la red eléctrica convencional, generándose de esta manera un intercambio de energía entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica. Cuando la producción de energía generada por los paneles supera al consumo, el sistema inyecta energía a la red eléctrica y por otro lado cuando se está consumiendo más energía de la que los paneles pueden generar, toma energía directamente de la red.

Desde un punto de vista netamente económico estos paneles generan grandes beneficios, ya que son sistemas más económicos, esto debido a que como hemos mencionado no necesitan baterías ni reguladores de carga, solamente un inversor quien convierte el voltaje producido por los paneles solares y la convierte al voltaje con la cual trabaja nuestra red.

2.1.5.1.2. Sistemas aislados

Este tipo de sistema está conformado por las celdas solares, las cuales son el motor o generador para la producción de energía, esta energía producida por los paneles solares tiene que ser acumulada en baterías, pues servirán para distribuir la energía almacenada en su interior, y luego redirigirse a nuestros electrodomésticos y bombillos en el hogar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Figura 3: Sistema Fotovoltaico Aislado

Fuente: Empresa de equipos de energía solar TMS México (2017)

Comentario: En la Figura 3 se observa el diseño de un sistema aislado de la red, donde se resaltan el empleo de baterías, ya que son necesarias para acumular la energía captada, y emplearlas principalmente en horas de ausencia de luz solar.

Esta instalación solar puede emplearse en el día y en la noche, días en donde se presenta una escasa radiación solar, o días con alta nubosidad, teniendo siempre energía disponible. Son sistemas autónomos utilizados en regiones apartadas a las ciudades y lugares sin suministro energético. Es importante citar, que también podemos utilizar este sistema en ciudades o regiones donde hay suministro energético, esto con el fin de beneficiarnos en la reducción de nuestro consumo energético, que también incide en la disminución en cobro del recibo de energía. (Web Ecener tipos de sistema fotovoltaicos)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.5.1.3. Sistemas híbridos

Es una combinación de los dos sistemas mencionado en puntos anteriores. Hablamos propiamente de sistemas interconectados a la red que cuentan también con un sistema de respaldo de energía, podría ser de energía eólica o a diesel, con el fin de garantizar el suministro continúo del fluido eléctrico, aun en caso de falla de la red. (Web Ensys Solutions: Sistemas fotovoltaicos híbridos)

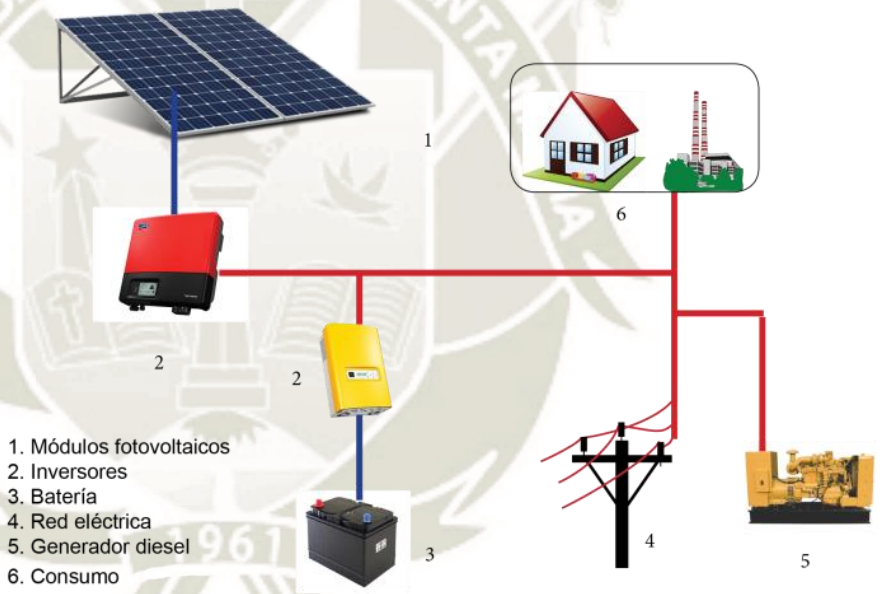


Figura 4: Sistema Fotovoltaico híbrido

Fuente: Empresa de equipos fotovoltaicos Sitecno (2017)

Comentario: En la figura 4 se puede ver como es un diseño para un sistema fotovoltaico hibrido, donde claramente se destaca la presencia de otras fuentes de energía eléctrica como puede ser mediante el suministro convencional o mediante un generador diésel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.6. Factores que influyen en la eficiencia de paneles fotovoltaicos

Se han venido analizando a lo largo de los años los diversos factores que pueden afectar el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, con el objetivo de mitigar sus efectos y conseguir mejoras en cuanto a la eficiencia del sistema. Podemos clasificar estos factores tanto en propios como en externos dependiendo de su naturaleza de operación o de entorno respectivamente. (Web Global Solare 2018)

2.1.6.1. Factores propios

Están relacionados a las condiciones internas propias con las que cuenta el panel fotovoltaico, los más importantes:

2.1.6.1.1. Temperatura de funcionamiento

La temperatura del panel fotovoltaico es vital dentro del funcionamiento del sistema, ya que de esta depende la conversión de energía, el rendimiento energético, y la potencia de salida del módulo. Un panel fotovoltaico capta el 80% de la irradiación en promedio, una parte de ésta se convierte en electricidad y la restante en calor. Esta última que se convierte en calor reduce la eficiencia del módulo.

Al presentarse una temperatura más elevada, es menor el voltaje, lo cual afecta directamente la generación de cada panel y en sí la del sistema. Una de las formas más comunes y utilizadas para regular la temperatura de un panel fotovoltaico es mediante la ventilación natural que se refiere al aire que sopla entre los paneles. (Web Global Solare 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.6.1.2. Efectos de reflexión

Este efecto se presenta el momento en el que los rayos del sol inciden en el panel solar chocan y se desvían regresando al medio atmosférico y de esta manera se da perdida en la potencia, la reflexión se podría evitar utilizando una película anti reflexión, la cual ayuda a que los paneles solares tengan mayor eficiencia. (Web Global Solare 2018)

2.1.6.2. Factores externos

Son condiciones externas que afectan el rendimiento del panel fotovoltaico, dentro de estos factores tenemos:

2.1.6.2.1. Angulo de inclinación

El ángulo de inclinación es muy importante, pues está estrechamente relacionado con el objetivo de lograr mejor y mayor rendimiento de energía proveniente del sol. (Web Global Solare 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.6.2.2. Orientación

Con el objetivo de que los paneles logren una mayor eficiencia al momento de transformar la luz solar en energía eléctrica, es sumamente importante que en el dimensionamiento e instalación del sistema considerar factores como la inclinación y orientación que deben tener en relación al sol. Tanto el ángulo de inclinación como la orientación de los paneles deben ser los más adecuados con respecto al sol y al lugar en el que se vaya a ubicar el panel. Un panel solar genera electricidad, a pesar de que la luz solar no sea directa. Sin embargo, las condiciones óptimas de operación implican que el panel solar tenga la orientación correcta para poder captar la luz plena que proporciona el sol, con el fin de aprovecharlo al máximo. Para estos casos se debe hacer uso de una brújula o algún software con data en el tema, ya que en el hemisferio sur, el panel fotovoltaico tiene que estar mirando para el norte y viceversa.

La orientación de los paneles solares siempre deben seguir la posición del sol para maximizar su rendimiento, en el caso de que sean paneles movibles esto se puede llevar a cabo, sin embargo si se trata de paneles fijos se deberá tomar un orientación media. (Web Global Solare 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.6.2.3. Radiación

"La radiación directa es la recibida del sol, sin difusión por la atmosfera. Los rayos son paralelos entre ellos. Forman sombras y pueden ser concentrados mediante espejos. La radiación difusa está constituida por la luz difuminada por la atmósfera (aire, aerosoles, nebulosas). La difusión es un fenómeno por lo que un as paralelo se reparte en una multitud de ases en todas las direcciones. En el cielo, las moléculas de aire, las gotitas de agua (nubes) y el polvo son las que producen esa fragmentación‖ de los rayos solares." (Labournet y Villoz 2010)

2.1.6.2.4. Sombreados

El sombreado en el lugar de la instalación provoca unos desajustes de voltaje y corriente. Paneles bajo los efectos de sombreado captaran la energía de forma desigual, situación que provoca fluctuaciones en la potencia entregada y ocasiona daños en los componentes del sistema fotovoltaico como el inversor, es por eso que antes de desarrollar un proyecto de este tipo se elaboran diseños con los cuales se evita al máximo las sombras que pueden afectar al sistema, dependiendo del lugar y las estructuras de construcción en donde se instalara el sistema. (Web Global Solare 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.6.2.5. Suciedad

La reducción de eficiencia del panel a causa de la suciedad es muy común, para mitigar este efecto se recomienda realizar mantenimiento de los paneles por lo menos una vez al mes limpiado con un trapo seco en las mañanas aprovechando el rocío para que se caiga fácilmente la suciedad o polvo adherido.

Con lo todo lo mencionado anteriormente podemos afirmar que para mejorar el funcionamiento de los paneles solares y por ende también su vida útil se debe de tener en cuenta estos factores para tener una generación constante y adecuada del sistema. (Web Global Solare: 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.7. Elementos de un sistema fotovoltaico

Una instalación solar fotovoltaica consta de los siguientes elementos

- Módulo o panel fotovoltaico
- Regulador de Carga
- Inversor
- Baterías

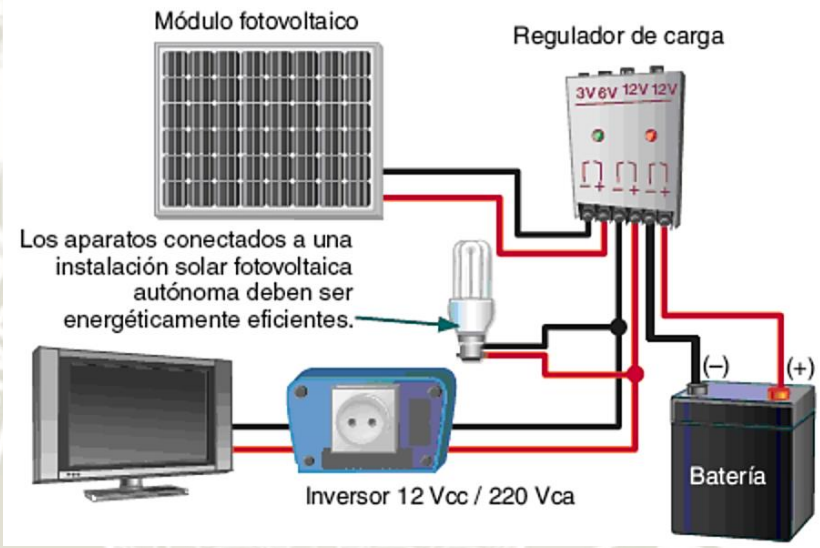


Figura 5: Elementos de un Sistema Fotovoltaico

Fuente: Empresa de autoconsumo solar Autoconsumosi (2018)

Comentario: En la figura 5 se representa el esquema base de conexión de los componentes en un sistema fotovoltaico, donde de los paneles solares, se conecta al regulador de carga, este a su vez conecta los acumuladores de energía, y finalmente al inversor, para el consumo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.7.1. Panel fotovoltaico

"Un panel solar o módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión (6 V, 12 V, 24 V…), que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico". (Web Mheducation: Componentes de una instalación Fotovoltaica)

Dentro de toda instalación de energía solar es la célula solar es el componente principal. Tiene la función primordial de convertir los fotones que viene de la luz solar directamente en electricidad, basando su funcionamiento en lo que se denomina el efecto fotovoltaico. (Web Mheducation: Componentes de una instalación Fotovoltaica)

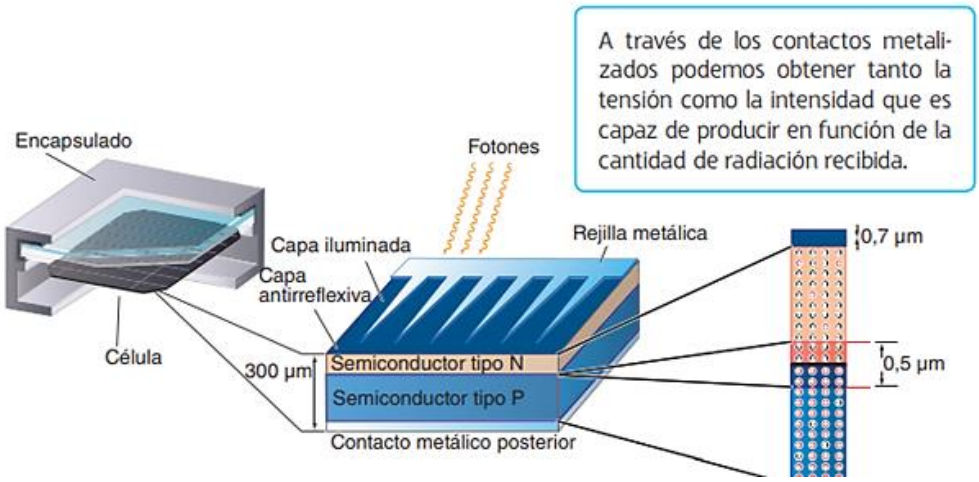


Figura 6: Estructura Interna panel fotovoltaico

Fuente: Tienda Online de energía fotovoltaica Monsolar (2017)

Comentario: La estructura interna de un panel esta esquematizada en la figura 6, donde se los diversos materiales semiconductores, donde se da la diferencia de potencial para generar energía eléctrica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.7.2. Regulador

Se instala un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador, el cual tiene como objetivo evitar situaciones de sobrecarga y sobre descarga de la batería y así incrementar su vida útil. Trabaja en las dos zonas, en la parte relacionada con la carga, donde su función es la de garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobrecarga, y en la parte de descarga, donde garantiza el suministro eléctrico suficiente mientras las baterías tengan un nivel mínimo de carga, y evitar la descarga excesiva de la batería. (Web Mheducation: Componentes de una instalación Fotovoltaica)

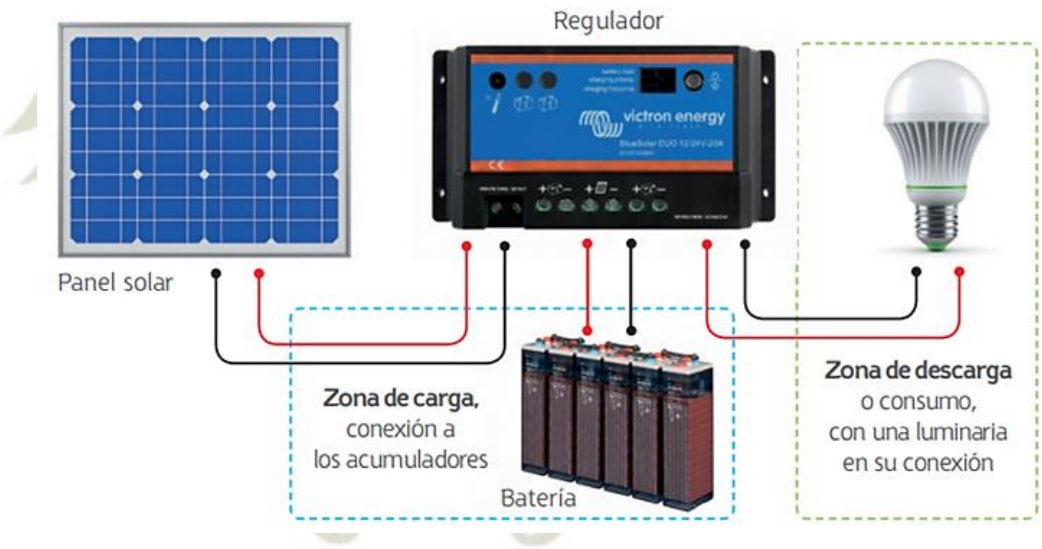


Figura 7: Conexión de un Regulador en un sistema fotovoltaico

Fuente: Portal web de energía renovable Sitio Solar (2015)

Comentario: La figura 7 muestra la disposición donde iría conectado un regulador dentro de un sistema fotovoltaico, la cual es entre la zona de consumo y el panel, con conexión a la zona de las baterías para acumulación de energía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.7.3. Inversor

Un inversor tiene como función convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la empleada en la red eléctrica. Deben estar implementados con protección contra sobrecarga del sistema, exceso de temperatura, batería baja e inversión de polaridad. Es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red, pero también se encuentra en gran parte de las instalaciones autónomas, principalmente en las que están orientadas a la electrificación de viviendas. (Web Mheducation: Componentes de una instalación Fotovoltaica)

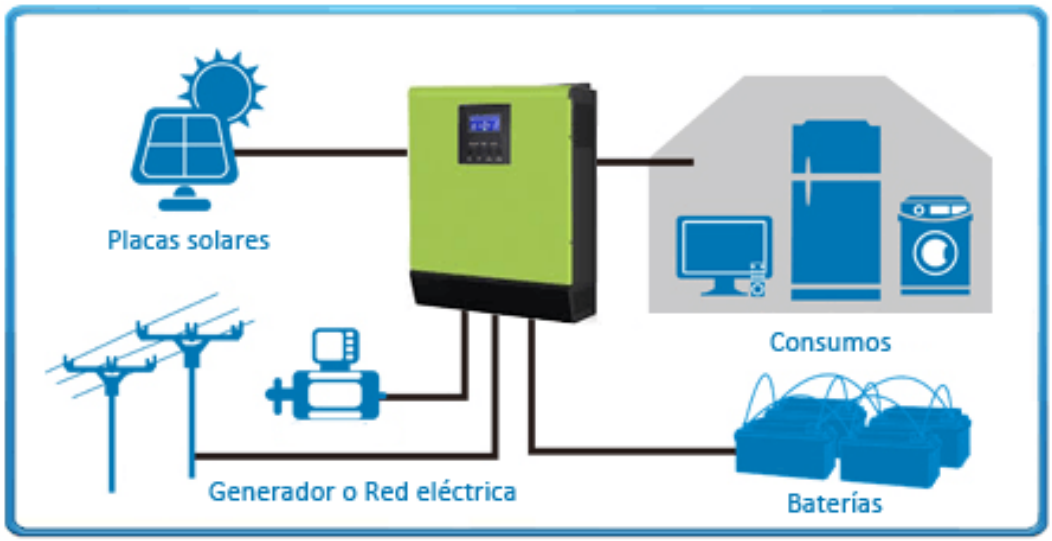


Figura 8: Conexión de un Inversor en un sistema fotovoltaico

Fuente: Especialistas en energía solar y asesoría Valle del Cauca (2018)

Comentario: Figura 8 señala el lugar de conexión del Inversor dentro de un sistema fotovoltaico, el cual es el encargado de conectar el resto de elementos presentes del sistema con la zona de consumo, donde entrega una corriente alterna.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.7.4. Baterías

"La llegada de la energía solar a los módulos fotovoltaicos no se produce de manera uniforme, sino que presenta variaciones, por diferentes motivos. Algunas de estas variaciones son predecibles, como la duración de la noche o las estaciones del año, pero existen otras muchas causas que pueden producir alteraciones de manera aleatoria en la energía recibida, como, por ejemplo, un aumento de la nubosidad en un determinado instante". Es por eso que se hace fundamental emplear algún sistema de almacenamiento de energía para cuando la radiación percibida sobre el generador fotovoltaico, sea insuficiente para hacer funcionar la instalación, por esto es que se utilizan las baterías como acumuladores de energía. (Web Mheducation: Componentes de una instalación Fotovoltaica)



Figura 9: Modelo Bateria para Sistema Fotovoltaico

Fuente: Distribuidor de material fotovoltaico Sunfields

Comentario: En la figura 9 tenemos un modelo de una batería estacionaria para un sistema fotovoltaico, esta servirá respaldo cuando no se tenga luz solar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.8. Tipos de células fotovoltaicas constituyentes de paneles

Los constituyentes de los paneles solares fotovoltaicas se fabrican sobre todo utilizando silicio (Si), y pueden estar compuestas de cristal monocristalino, policristalino o silicio amorfo. (Web INES Education, Solaire Photovoltaique)

2.1.8.1. Células mono-cristalinas

Este tipo de células fotovoltaicas representan la primera generación. Su rendimiento eléctrico es relativamente elevado (aproximadamente el 20%, pudiendo ascender hasta un 25% en laboratorio), pero las técnicas utilizadas en su producción son complejas y caras.

Por otro lado, es necesaria una gran cantidad de energía en su fabricación, debido a la exigencia de utilizar materiales en estado muy puro y con una estructura de cristal perfecta. Las células de silicio monocristalino son históricamente las más utilizadas y comercializadas como convertidor directo de energía solar en electricidad y la tecnología para su fabricación es un proceso básico muy bien constituido.

La fabricación de la célula de silicio comienza con la extracción del cristal de dióxido de silicio. Este material es desoxidado en grandes hornos, purificado y solidificado. Este proceso alcanza un grado de pureza en 98 y 99% lo que es razonablemente eficiente desde un punto de vista energético y de costo. Este silicio para funcionar como células fotovoltaicas necesita otros dispositivos semiconductores y de un grado de pureza mayor debiendo llegar en el rango del 99,99%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Figura 10: Célula Mono cristalina

Fuente: Empresa solar fotovoltaica TRICTEC Intervento (2017)

Comentario: En la figura 10 podemos observar como es el aspecto de una célula mono cristalina fotovoltaica, al estar hechas de un silicio más puro tienen un color más uniforme, suelen tener un color negro.

Para utilizar el silicio en la industria electrónica además del alto grado de pureza, el material debe tener la estructura monocristalina y baja densidad de defectos en la red. El proceso más utilizado para llegar a las calificaciones deseadas se llama "proceso Czochralski". Con un fragmento del cristal debidamente orientado y bajo rígido control de temperatura, se va extrayendo del material fundido un gran cilindro de silicio monocristalino ligeramente dopado. Este cilindro obtenido es cortado en rodajas finas de aproximadamente 300 micro m. (Web INES Education, Solaire Photovoltaique)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.8.2. Células poli-cristalinas

Las células poli-cristalinas tienen un costo de producción inferior debido a que necesitan menos energía en su fabricación, pero presentan un rendimiento eléctrico inferior (entre el 16% y el 18%, obteniéndose hasta un 20% en laboratorio). Esta reducción de rendimiento es causada por la imperfección del cristal, debido al sistema de fabricación. Las células de silicio policristalino son más baratas que las de silicio monocristalino por requerir un proceso de preparación de las células menos riguroso. La eficiencia, sin embargo, cae un poco en comparación con las células de silicio monocristalino.

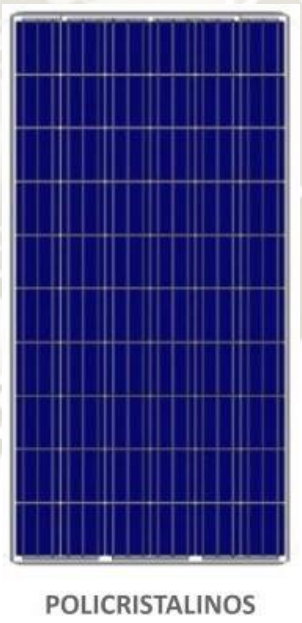


Figura 11: Célula Poli cristalina

Fuente: Empresa solar fotovoltaica TRICTEC Intervento (2017)

Comentario: En la figura 11 se podemos ver aspecto de una célula policristalina, al estar conformado por células cuadradas presentan un mejor acomodo, así mismo suelen presentar un color azulado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El proceso de pureza del silicio utilizado en la producción de las células de silicio policristalino es similar al proceso del Sí monocristalino, lo que permite obtener niveles de eficiencia compatibles. Básicamente, las técnicas de fabricación de células policristalinas son las mismas en la fabricación de las células monocristalinas, pero con menores rigores de control. (Web INES Education, Solaire Photovoltaique)

2.1.8.3. Células de silicio amorfo

Las células de silicio amorfo son las que presentan el costo más reducido, pero en contrapartida su rendimiento eléctrico es también el más reducido (aproximadamente 8% a 10%, o 15% en laboratorio). Las células de silicio amorfo son películas muy finas, lo que permite ser utilizadas como material de construcción, sacando aún el provecho energético. Una célula de silicio amorfo difiere de las demás estructuras cristalinas por presentar alto grado de desorden en la estructura de los átomos.

La utilización de silicio amorfo para uso en fotocélulas ha mostrado grandes ventajas tanto en las propiedades eléctricas como en el proceso de fabricación. Por su absorción de la radiación solar en el rango de lo visible y pudiendo ser fabricado mediante deposición de diversos tipos de sustratos, el silicio amorfo viene mostrando una fuerte tecnología para sistemas fotovoltaicos de bajo costo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Figura 12: Célula de Silicio amorfo

Fuente: Empresa solar fotovoltaica TRICTEC Intervento (2017)

Comentario: En la figura 12, como se puede ver presentan un color homogéneo, no presentan conexión visible entre células.

Incluso con un costo reducido en la producción, el uso de silicio amorfo presenta dos desventajas: la primera es la baja eficiencia de conversión comparada a las células mono y policristalinas de silicio; en segundo lugar, las células se ven afectadas por un proceso de degradación en los primeros meses de operación, reduciendo así la eficiencia a lo largo de la vida útil. (Web INES Education, Solaire Photovoltaique)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.9. Ventaja y desventajas tecnología fotovoltaica

Ventajas:

- Al provenir totalmente de una fuente renovable de energía es de recursos ilimitados.
- Es considerada una energía respetuosa con el medio ambiente ya que no produce ninguna emisión.
- Reducidos costos de operación.
- El mantenimiento requerido es sencillo y de bajo costo.
- Los paneles o módulos tienen un periodo de vida de aproximadamente 20 a 25 años
- La instalación de este sistema fotovoltaico puede realizarse tanto en estructuras nuevas como adaptarse en construcciones ya existentes.
- Se fabrican paneles o módulos de diversos tamaños.
- El trasporte de todo el material es sencillo
- Se estima que habrá una disminución en el costo a medida que la tecnología va desarrollándose.
- Los paneles fotovoltaicos son limpios y silenciosos, de esta forma pueden instalarse y funcionar sin generar alguna molestia

(Web Anbelo Solar 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Desventajas:

- Se requiere una gran inversión inicial.
- El sistema funciona en mejores condiciones en lugares donde existe una mayor radiación solar, que por lo general suelen ser lugares desérticos y alejados de las ciudades.
- Para la obtención de energía solar a gran escala es necesario contar con grandes extensiones de terreno.
- En cuanto a la tecnología actual, hay falta de elementos almacenadores de energía económicos y fiables.

(Web Anbelo Solar 2018)

2.1.10. Actualidad de la energía solar fotovoltaica

Durante el año 2016 la capacidad de energía solar fotovoltaica en todo el mundo creció un 50%, alcanzando más de 74 GW, como se aprecia en la Figura 13, siendo China que represento cerca de la mitad de esta expansión. Fue así como que las adiciones de energía solar aumentaron considerablemente superando a cualquier otro combustible, inclusive siendo superior al crecimiento neto del carbón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

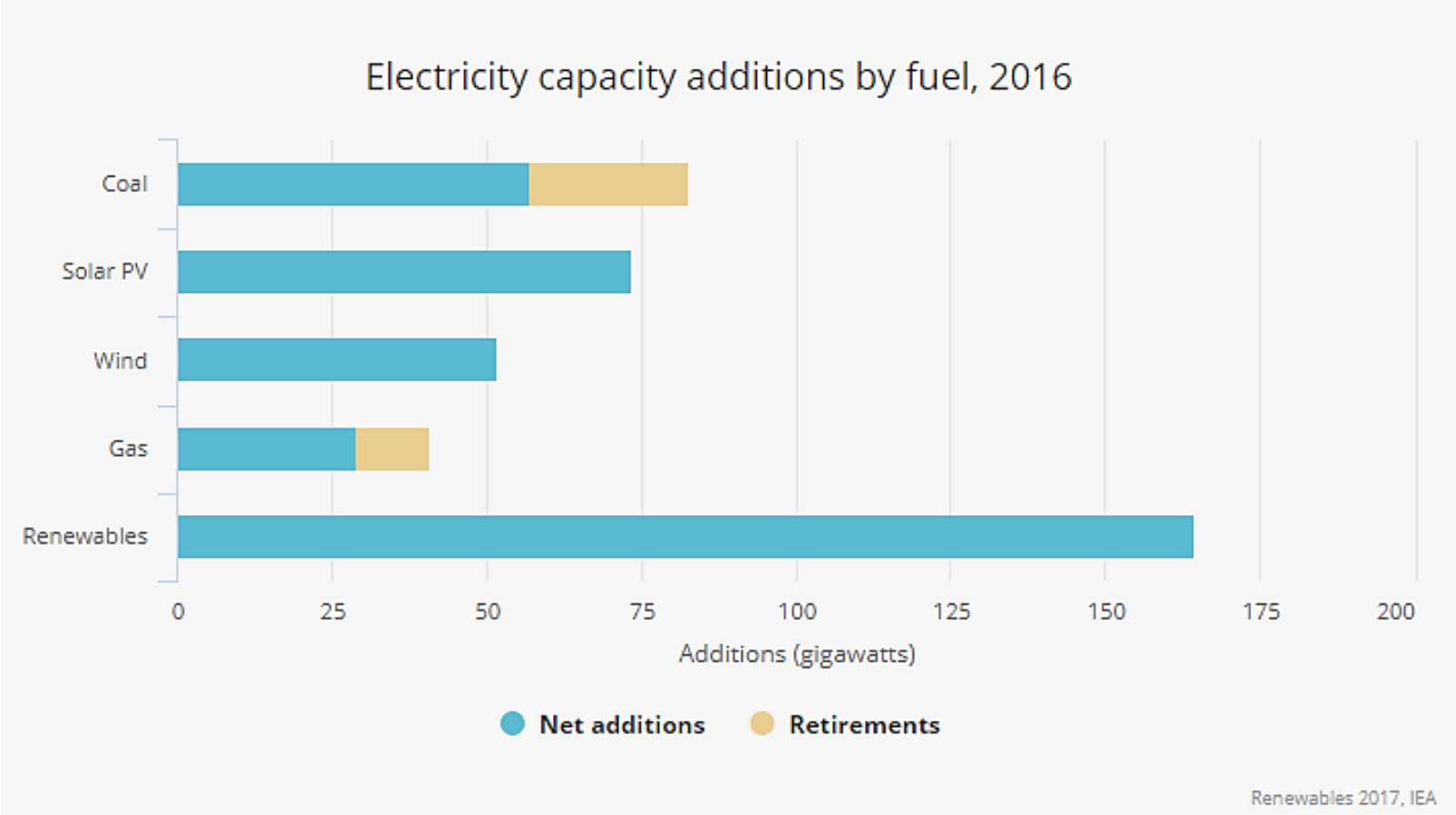


Figura 13: Adición de capacidad eléctrica por combustible

Fuente: Renewables IEA (2017)

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La energía solar fotovoltaica se encuentra en una nueva era, pues se estima que para el año 2022 su crecimiento sea superior a las energías eólicas e hidráulicas, el cual se observa en la figura 14, esto debido a la reducción de costos en las tecnologías aplicadas en su manufactura. (Informe Renewables 2017 publicado por la Agencia Internacional de la Energia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

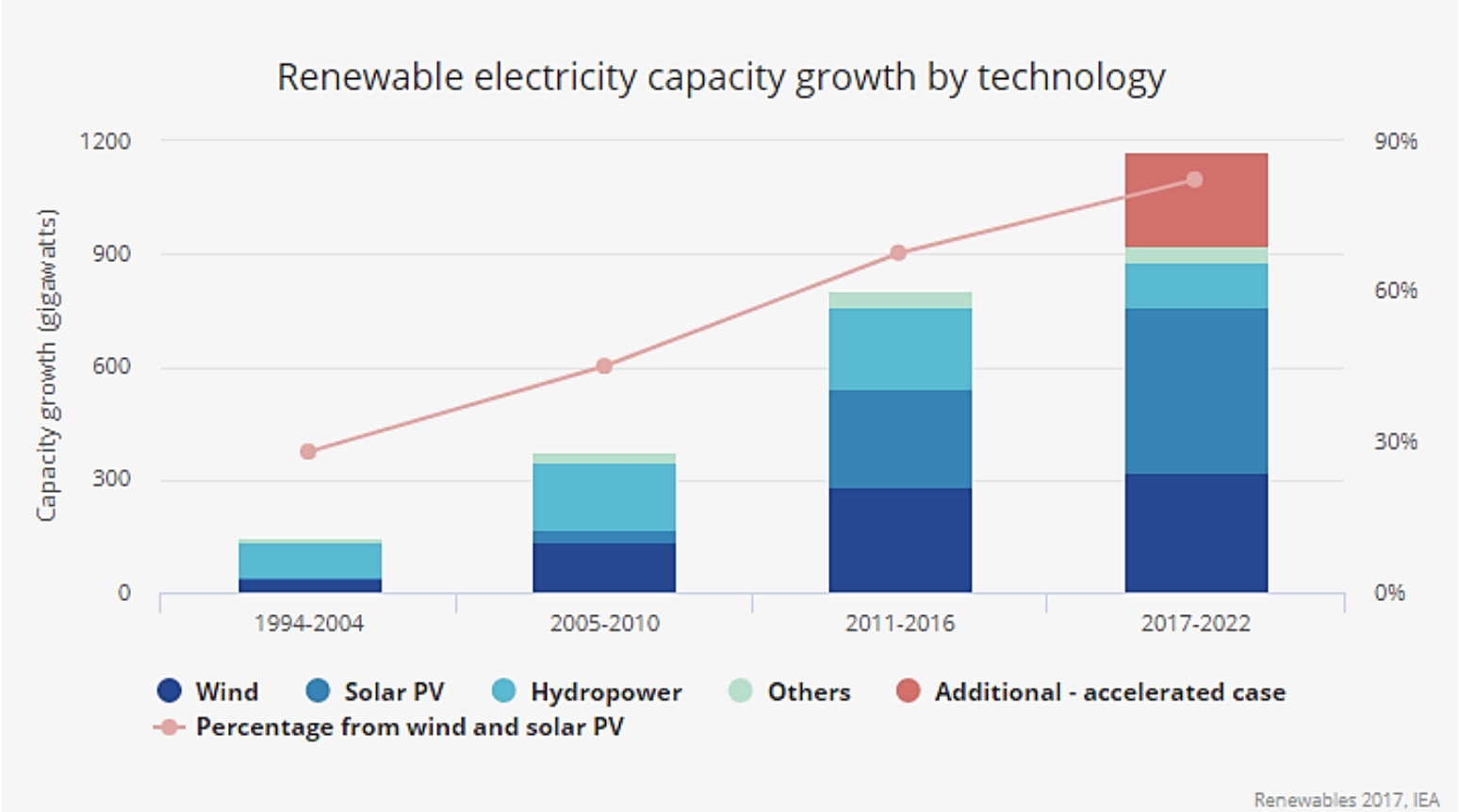


Figura 14: Capacidad de crecimiento de las energías renovables por tecnología

Fuente: Renewables IEA

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2. Antecedentes

Antecedentes Locales:

Dentro de los antecedentes locales tenemos a Bellota M. (2019), en su trabajo titulado "Propuesta de factibilidad energética haciendo uso de paneles solares en la Universidad Católica de Santa María bajo el enfoque del PMI" publicado por Universidad Católica de Santa María se analizó la factibilidad que tiene la implementación de paneles solares o celdas fotovoltaicas para el beneficio de la misma, con el fin de reducir costos energéticos y aprovechar la gran cantidad de rayos solares a la que está expuesta gran parte del año la ciudad de Arequipa. En la investigación se determinó que el alcance más adecuado de este tipo de energía renovable es como alimentación para el sistema de iluminación de un pabellón usado como piloto en este trabajo, mediante un análisis energético de los pabellones dentro de la institución determinando de esta forma el consumo energético requerido, así mismo se desarrolló esta propuesta del proyecto según el estudio de factibilidad bajo el enfoque del PMI, que permite una gestión más completa de proyectos. También en la investigación se realizó un análisis económico del proyecto, donde se mencionó que se requiere de una inversión de S/. 44742.14, con un periodo de recuperación de 8 años. (Bellota M., 2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Antecedentes Nacionales:

Como segundo antecedente se tiene a Bardales J. (2016), con su investigación titulada "Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun región Amazonas" publicado por la Universidad Cesar Vallejo. Se toman en cuenta todos los aspectos de importancia para realizar el estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos al centro poblado de Shungun, distrito de Magdalena provincia de Chachapoyas región Amazonas, que en el periodo que de desarrollo esta investigación contaba con una población de 41 viviendas, de los cuales se tomaron sus datos para de esta formar saber cuál y como es el consumo energético para realizar, de esta forma es que se determinó que se requiere de una potencia instala de 15.68 kW y un consumo de energía diaria de 63.69 kWh, así mismo se obtuvieron datos de radiación solar empleando softwares de gestión ambiental, luego se realizó los cálculos del dimensionamiento del sistema fotovoltaico, calculándose de esta forma emplear 54 paneles de 300W, cuatro inversores, y un banco de baterías de 9920 Ah, para la distribución de energía se elaboró y diseño una red secundaria trifásica de baja tensión considerando las normas nacionales de electrificación rural y finalmente se realizó la evaluación económica usando herramientas financieras como el VAN, TIR y la relación costo-beneficio de esta manera determina si es factible el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado, realizado este análisis económico vemos que este proyecto no es viable. (Bardales J., 2016)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Antecedentes Internacionales:

Como tercer antecedente esta la investigación realizada por Garzo D. & Martinez J. (2017), titulada "Estudio de factibilidad para la implementación de energía solar fotovoltaica en la zona preescolar del colegio agustiniano suba" publicado por la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, se desarrolla un Estudio de Factibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica en la Zona de Preescolar del Colegio Agustiniano Suba; con este estudio de caso, se buscó colaborar al desarrollo de la energía solar fotovoltaica en Colombia, el estudio cuenta con un diagnóstico inicial del lugar en cuanto a consumos energéticos durante un periodo de un año; luego de ello se pasó a la elaboración de una propuesta que permita reducir los consumos energéticos de la Zona de Preescolar del Colegio Agustiniano Suba, desarrollando así una propuesta de red eléctrica alimentada con energía solar fotovoltaica, donde se llevó a cabo el cálculo del sistema mediante un simulador On-line y una guía especial en el cálculo de instalaciones fotovoltaicas, luego se realizó su comparación. Así mismo se tomaron en cuenta los costos de inversión y los beneficios que significarían la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la zona de preescolar del colegio Agustiniano Suba. Teniendo como resultado que este sistema representa un disminución considerable del consumo energético, el proyecto presenta un horizonte recuperación de 9 años. (Garzo D. & Martinez J., 2017)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3. Marco Legal

Hoy en día desde un contexto tanto nacional como internacional se encuentran normativas que se encargan de la promoción y regulación tanto en la investigación como en el empleo de sistemas de energía renovables. En el Perú no encontramos directamente una legislación que apoye el uso de energías renovables, así mismo se pueden observar ambigüedades, y aspecto que no se encuentran claramente definidos. En el país tenemos diversas instituciones que se encargan de regular esta normativa entre las que se encuentran:

- Ministerio de Energías y Minas (MINEM):

  Encargado del impulso e investigación de energías renovables, estableciendo la reglamentación actual.

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN):

  Organismo encargado de la supervisión de las empresas del sector eléctrico, y minero para que acaten las disposiciones legales en sus operaciones.

- Comité de Operación Económica del Sistema (COES):

  Cuya función se encuentra en garatizar la seguridad para el abastecimiento de energía eléctrica de calidad.

- Instituto de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI):

  Organismo encargado de la formulación de las normas técnicas peruanas a través de los comités técnicos, creando normas técnicas peruanas enfocadas a los sistemas solares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En las normativas legales relacionadas al empleo de energías renovables en el Perú se encuentran las siguientes:

- Decreto Legislativo N° 1002, Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. Documento presente en el anexo 6.

- Decreto Supremo Nº 024-2013-EM, donde se modifican algunos artículos del Decreto Supremo Nº 012-2011-EM, Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, emitido en marzo del 2011. Documento en el anexo 7.

- R.D.Nº003-2007-EM-DGE. - Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural.

- NTP 399.400.2001: Colectores solares. Métodos de ensayo para determinar la eficiencia.

- NTP 399.403.2006: Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 Wp. Especificaciones técnicas y método para calificación energética.

- NTP 399.482.2007: Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar. Procedimiento para su instalación eficiente.

- NTP 399.405.2007: Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar. Definición y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior.

- NTP 399.484.2008: Sistemas de Calentamiento de agua con energía solar (SCAES). Límites y Etiqueto.

- Decreto Supremo N° 064-2010-EM - Política Energética Nacional Del Perú 2010-2040. Documento presente en el anexo 8.

De acuerdo a Osinergmin, se cuenta con los siguientes procedimientos regulatorios:

- Resolución N° 200-2009-OS/CD: Procedimiento sobre hibridación de instalaciones para generación RER.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Resolución N° 001-2010-OS/CD: Procedimiento de cálculo de prima para la generación RER.
- Resolución N° 289-2010-OS/CD: Procedimiento sobre cálculo de la energía dejada de inyectar por causas ajenas al generador RER.
- Procedimiento Técnico del COES N°20: Procedimiento sobre el ingreso, modificación y retiro de instalaciones en el SEIN – COES.

Hay un importante punto dentro de esta normativa, y es en cuestión de la energía renovable y la inyección a la compañía eléctrica de la energía sobrante pues ha ido cambiando debido al desarrollo y avances que están experimentando este sector y marcado el interés por incentivar el uso de una energía limpia para consumos habituales en casas y empresas. Cuando la producción de energía fotovoltaica era superior a los consumos realizados, la inyección de energía a la compañía eléctrica era penalizada económicamente en algunos países, algo que lógicamente suena incomprensible, situación que obligo la instalación de dispositivos que evitaban el vertido energético a la compañía eléctrica. Recientemente, en nuestro país, Perú, se han ido eliminando esta barrera, obligando formalmente a que las compañías eléctricas acepten la inyección a red de la energía sobrante y que el exceso vaya contra los consumos eléctricos. La Ley N° 28832 (Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica) en su octava disposición complementaria final, establece que la GD y la Cogeneración eficiente interconectadas al SEIN se regirán por lo siguiente: a) la venta de sus excedentes no contratados de energía al Mercado de Corto Plazo, asignados a los generadores de mayor transferencia (de compra o negativa) en dicho mercado. b) El uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El decreto legislativo N° 1221 menciona lo siguiente: "Generación Distribuida: Los usuarios del servicio público de electricidad que disponen de equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración, hasta la potencia máxima establecida para cada tecnología, tienen derecho a disponer de ellos para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución, sujeto a que no afecte la seguridad operacional del sistema de distribución al cual está conectado". Entonces podemos decir que se reglamenta dos tipos de Generación Distribuida. La primera según La Ley N° 28832 que se encuentra enfocada a la actividad de generación conectada a la red de distribución para la venta de electricidad. Y la segunda del D.L. N° 1221 que está enfocada a la opción de que los usuarios del servicio eléctrico produzcan su energía para su propio consumo e inyecten los excedentes de energía producida al sistema de distribución. Es así entonces que el MINEN, mediante Resolución Ministerial N° 292-2018-MEN/DM en Agosto del 2018, pre publica el Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Generación distribuida en el Perú. Al revisar el proyecto del reglamento de Generación Distribuida dado por el MINEN se ve que se encarga de regular 2 tipo; la Mediana Generación Distribuida (MGD) con capacidad mayor a 200 kW y menos o igual a 10 MW (LDGE) y la Micro generación Distribuida (MCD) con capacidad máxima de 200 kW (D.L. N° 1221). En la parte Régimen comercial y tarifario de la MGD, se da a entender que está dirigida a la venta de electricidad al mercado eléctrico y la MCD dirigida al Autoconsumo con inyección de excedentes a la red eléctrica. (Web sectorelectricidad, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De esta manera se viene regulando La Generación Distribuida en el Perú, sin embargo aún se continúa en la espera de la nueva ley, que de alguna forma contribuya en la agilización en la gestión de las instalaciones fotovoltaicas en sus diversas dimensiones. Información ampliada en anexo 9.

Desde un plano internacional, las normativas para el uso de energías renovables son:

• Protocolo de Kioto:

Se originó en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que fue aprobado en la Sede de las Naciones Unidas en 1992. Siendo en 1997 cuando se adopta de manera oficial el protocolo de Kioto. Plantea objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero para las principales economías mundiales que lo han aceptado. Loa objetivos individuales trazados van desde una reducción del 8% hasta 10% respecto a las emisiones del año base, que ha sido establecido en 1990. El Protocolo de Kioto se enfoca a las emisiones de gases de efecto invernadero como el Dióxido de carbono (CO2), Metano (CH4), Óxido nitroso (N2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF6).

• Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):

El mecanismo de desarrollo limpio, se trata de un mecanismo dirigido a países con compromisos de reducción de emisiones, con el objetivo de que puedan compensar e incluso vender lo equivalente a las emisiones que se han reducido mediante proyectos desarrollados en países en vías de desarrollo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

3. DIAGNOSTICO

3.1.De la empresa

3.1.1. Antecedentes Clínica Melo

La clínica Melo de Reproducción y Genética es una clínica enfocada en la fertilidad y ginecología. Cuenta con aproximadamente 15 años en el mercado como empresa familiar, que empezó con servicios únicamente de ginecología y obstetricia como consultorio por un médico ginecólogo.

En sus inicios comenzó a funcionar frente al Hospital Honorio Delgado; contaba con tres habitaciones y un baño, dos enfermeras, personal de limpieza y el Dr. Rogelio Melo, el dueño, quien a su vez cumplía la función de médico. Después de 5 años se invirtió en un nuevo local en el distrito de Yanahuara. Por un tiempo se utilizaron ambos locales; no obstante, luego se realizó el traslado definitivo al local de Yanahuara. Donde se implementaron las instalaciones y el número de trabajadores incrementó, como también el número de servicios ofrecido.

A la actualidad ya se implementó un primer, segundo y tercer piso, se cuenta con el permiso para realizar procedimientos más complejos, y también camillas de descanso. La clínica aún está en crecimiento y expansión.

CLÍNICA MELO
Fertilidad – Ginecología – Obstetricia

Figura 15: Logotipo Clínica Melo

Fuente: Web Clinica Melo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.2. Misión

"Facilitamos la formación y desarrollo de nuevas vidas de forma sana, manteniendo una comunicación personalizada con nuestros pacientes. Buscar su máxima satisfacción mediante una constante capacitación de personal, desarrollo en investigación y tecnología" (Clínica Melo de Reproducción y genética, 2018).

3.1.3. Visión

"Como empresa especializada en la mujer buscamos ser líderes en la medicina reproductiva y fetal en toda la región sur. Incorporando estándares más altos de calidad técnico científico, humanista, promover la investigación y ayuda social al 2022" (Clínica Melo de Reproducción y genética, 2018).

3.1.4. Estructura organizacional

La Clínica Melo de reproducción y genética durante su crecimiento se diversificó, y creó el Instituto de biomedicina y fertilidad; ambas empresas operan en las mismas instalaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.4.1. Organigrama

La estructura organizacional de la Clínica Melo tiene a la cabeza al Dr. Rogelio Melo en la gerencia general de la misma, a continuación en la figura 16 se presenta el organigrama de la institución, que está conformado por secretaria, áreas de apoyo legal y comercial, el área administrativa, un área de recursos humanos, área contable, y el área operativa, en donde se encuentran la diversas áreas como farmacia, medicina, enfermería, laboratorio, es decir las relacionadas al giro de negocio.

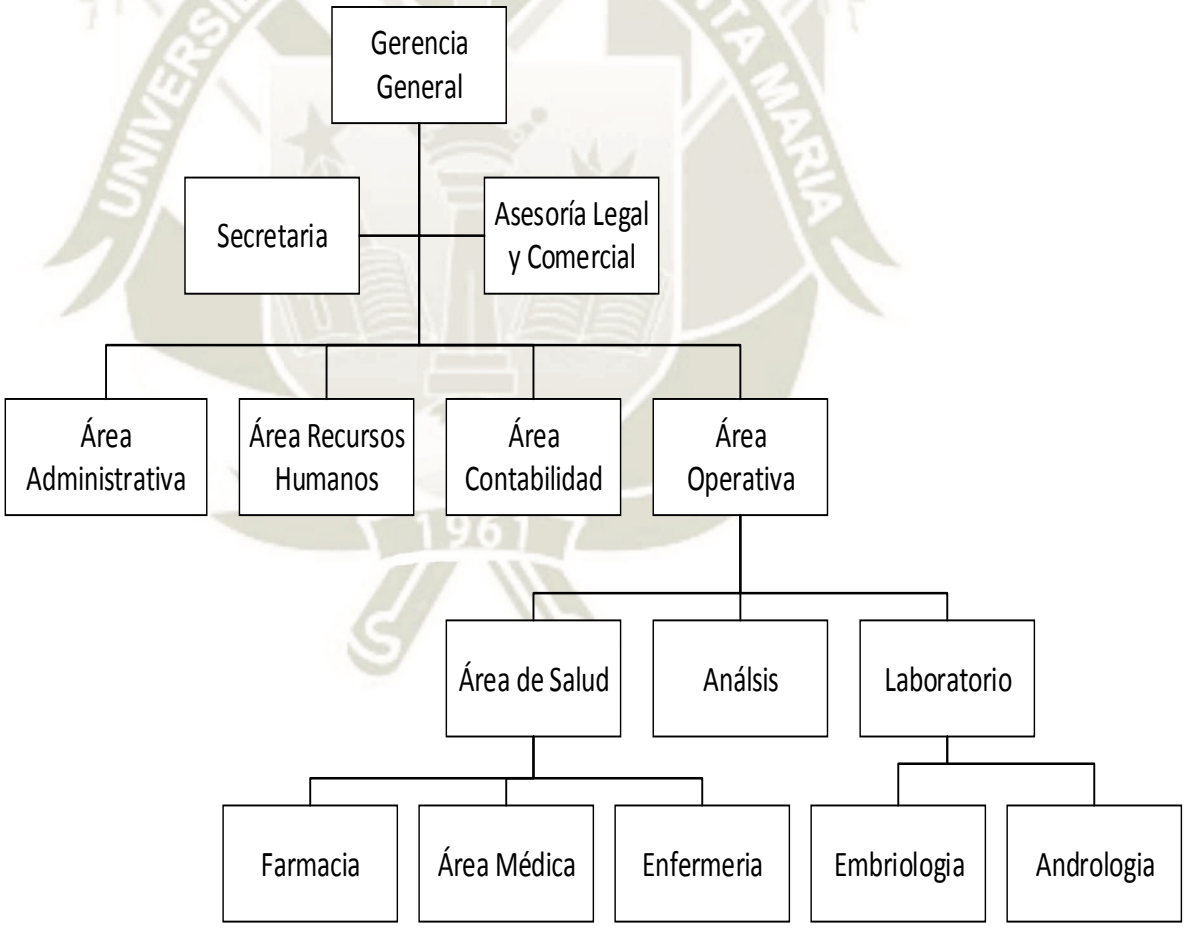


Figura 16: Organigrama Clínica Melo

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.5. Servicios que se brindan

Clínica Melo brinda diversos servicios los cuales se dividen en 3 unidades de negocio que se presenta a continuación:

3.1.5.1. Reproducción humana

Se brindan servicios en relación a la infertilidad tratamientos y estudios; se ofrecen servicios con el objetivo de incrementar las posibilidades de embarazo de los clientes a través de tratamientos y técnicas de reproducción asistida.

Como ellos mencionan su propósito es otorgar una información precisa y sencilla de comprender sobre el diagnóstico y tratamiento de la esterilidad, y de esta forma adaptarse lo mejor posible a las necesidades y características propias de cada pareja.

Se ofrecen los siguientes servicios de reproducción:

- Estudio integrado de infertilidad y su tratamiento
- Estudio de andrológico
- Seminograma, examen bioquímico y microscópico
- Tratamiento de reproducción asistida
- Fecundación in vitro mediante embriones donados
- Diagnóstico genético preimplantacional de los embriones
- Embarazo, seguimiento y parto
- Estudios de endocrinología ginecológica

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.5.2. Obstetricia

Se brindan servicios en relacionados al embarazo, su control y salud; el objetivo es un embarazo sin contratiempos, que la mamá y el bebé sean y estén saludables. Se cuenta con sala de operaciones y tecnología necesaria para acompañar a las mujeres desde la concepción hasta el día de nacimiento, Se ofrecen los siguientes servicios:

- Preparación y recomendación previa al embarazo
- Monitoreo de los hábitos de vida, higiene y alimentación
- Servicios de ecografías obstétricas en 3D y 4D
- Control y seguimiento en fases del embarazo
- Procedimientos de parto y cesárea
- Ayuda en la lactancia materna
- Tamizaje prenatal

3.1.5.3. Instituto de Biomedicina y Fertilidad

Se encuentra en integrado por los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de andrología
- Laboratorio de embriología

3.1.6. Macro y micro localización

Este proyecto de Instalación de un sistema Fotovoltaico en la Clínica Melo, contempla el determinar si la clínica está ubicada en un lugar adecuado desde el punto de vista de Macro y Micro Localización para que este proyecto fotovoltaico tenga buenos resultados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.6.1. Macrolocalización

- Geográfico

Clínica Melo está ubicada en la ciudad de Arequipa, que tiene una localización que le permite recibir una de las mayores intensidades de radiación. En el año, hay de 320 a 330 días de sol en todo su esplendor. Por cada metro cuadrado de área que recibe radiación solar, se puede generar aproximadamente 5.3 kWh de energía. El índice es superior al resto del país. (Web Revistel Energía para las Industrias)

Con todo ese potencial solar gracias a la localización de la ciudad es así que tanto los ciudadanos como las empresas podrían abastecerse ellos mismo de energía eléctrica mediante la instalación de paneles fotovoltaicos en las plantas superiores o techos de las viviendas y edificios, y del mismo modo también podrían inyectar a la red la energía sobrante que generen, conectándose al sistema eléctrico nacional y llevando energía eléctrica a otros consumidores. Actualmente en nuestra ciudad de Arequipa hay instituciones que vienen impulsando y empleando este subsector energético como es el de la energía solar, empresas como Majes Tradición, la institución educativa Colegio San Jose, la Universidad Católica Santa María, y el primer edificio con energía solar para iluminación Luz 200. (Web Revistel Energía para las Industrias)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Social

Clínica Melo se encuentra en el distrito de Yanahuara, distrito de intensa actividad vehicular, causante de emisiones de CO2 que resulta afectando a los vecinos.

Uno de los objetivos del proyecto es disminuir la cantidad de emisiones como resultado del empleo de energía eléctrica procedente de la red, en las actividades de la clínica y así contribuir a preservar el medio ambiente disminuyendo los riesgos de salud de la población.

- Económico

La ciudad de Arequipa, sede de clínica Melo, es una de las más importantes ciudades del país, con acceso terrestre, aéreo, también cuenta un comercio variado y moderno con la facilidad de abastecer de productos comunes y también muy específicos.

Arequipa en este momento es considerada la segunda región más competitiva del país, por lo que instituciones como la clínica Melo tiene oportunidad de ofrecer servicios especializados que le permiten conseguir ingresos que posibilitan realizar proyectos en bien de sus pacientes y la colectividad como el de instalar un sistema de energía solar fotovoltaica para abastecer de electricidad a su institución.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Institucional

Las instituciones relacionadas con el cuidado medioambiental como el Proyecto de Gestión del Cambio Climático, tienen como meta que Arequipa en 2030 tenga el 30% de su energía de tipo renovable no convencional, como la fotovoltaica. Desde esta perspectiva como institución la Clínica Melo comparte este deseo, por lo que tiene fuertes intensiones de colaborar con ello al instalar un sistema de energía fotovoltaica para cubrir sus necesidades energéticas.

3.1.6.2. Micro localización

La localización específica de Clínica Melo es Calle Málaga Grenet, Umacollo, distrito de Yanahuara (latitud -16.4 y longitud -71.54) como se ve en la figura 17, en zona residencial, vecindario de posibilidades económicas medio-altas, cercana a vías de alto tránsito vehicular.. La clínica está rodeada por casas que no sobrepasan su altura, por lo que la luz solar no es bloqueada y llega fácilmente a la superficie del techo permitiendo también lograr la correcta ubicación de los paneles y otros accesorios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Figura 17: Micro localización Clínica Melo

Fuente: Google Earth (2019)

Comentario: En la figura 17 observamos la vista satelital de la ubicación de clínica, como se aprecia es un zona residencial de casas y departamentos alrededor

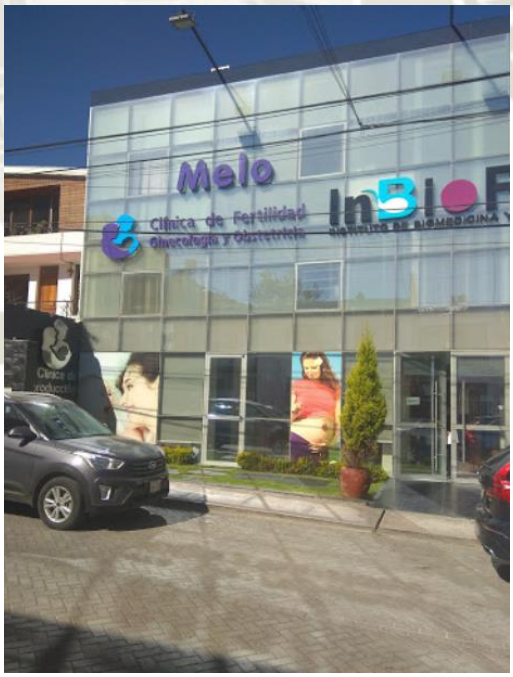


Foto 1: Fachada Clínica Melo

Fuente: Google Maps (2019)

Comentario: Como se puede observar en foto 1 podemos ver la fachada o frentera actual de la Clínica Melo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.7. Aspectos tributarios

Según los regímenes tributarios, que son todas las categorías por las que tanto una persona jurídica como una persona natural podría emprender un negocio propio el cual tiene que estar documentado en la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria, estas categorías indican la forma en la que se cumplen con el pago de los impuestos y así mismo los niveles de pagos de los mismos, en relación al tamaño y giro del negocio.

Tabla 2: Regímenes Tributarios

	Nuevo Régimen Único Simplificado (NRUS)	**Régimen Especial de Impuesto a la Renta (RER)**	**Régimen MYPE Tributario (RMT)**	**Régimen General (RG)**
Persona Natural	Si	Si	Si	Si
Persona Jurídica	No	Si	Si	Si
Limite Ingresos al año	Hasta S/. 96,000 anuales	Hasta S/. 525,000 anuales	Ingresos netos no mayores a 1700 UIT	Sin Limite
Límite de compras al año	Hasta S/. 96,000 anuales	Hasta S/. 525,000 anuales	Sin Limite	Sin Limite
Comprobantes de pago que puede emitir	Boleta de venta, tickets que no dan derecho a crédito fiscal, gasto o costo	Factura, boleta y todos los demás permitidos	Factura, boleta y todos los demás permitidos	Factura, boleta y todos los demás permitidos
Declaración Jurada anual - Renta	No	No	Si	Si
Valor Activos Fijos	70000	126000	Sin Limite	Sin Limite
Trabajadores	Sin Limite	10 por turno	Sin Limite	Sin Limite

Fuente: Web SUNAT (2019)

Observando la tabla 2, la Clínica Melo se encuentra bajo el régimen general (RG).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.8. Diagrama de flujo de operaciones

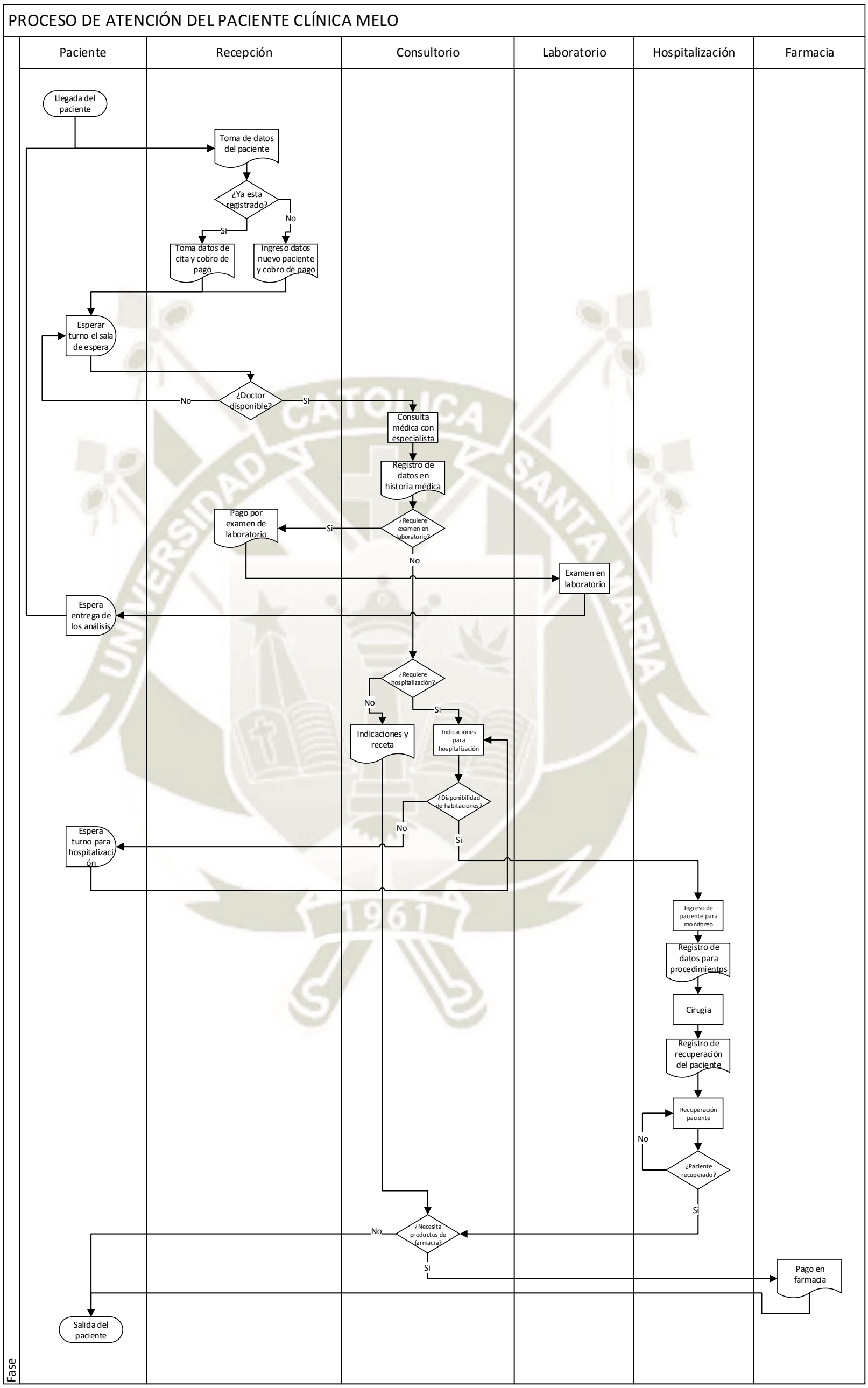


Figura 18: Diagrama de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

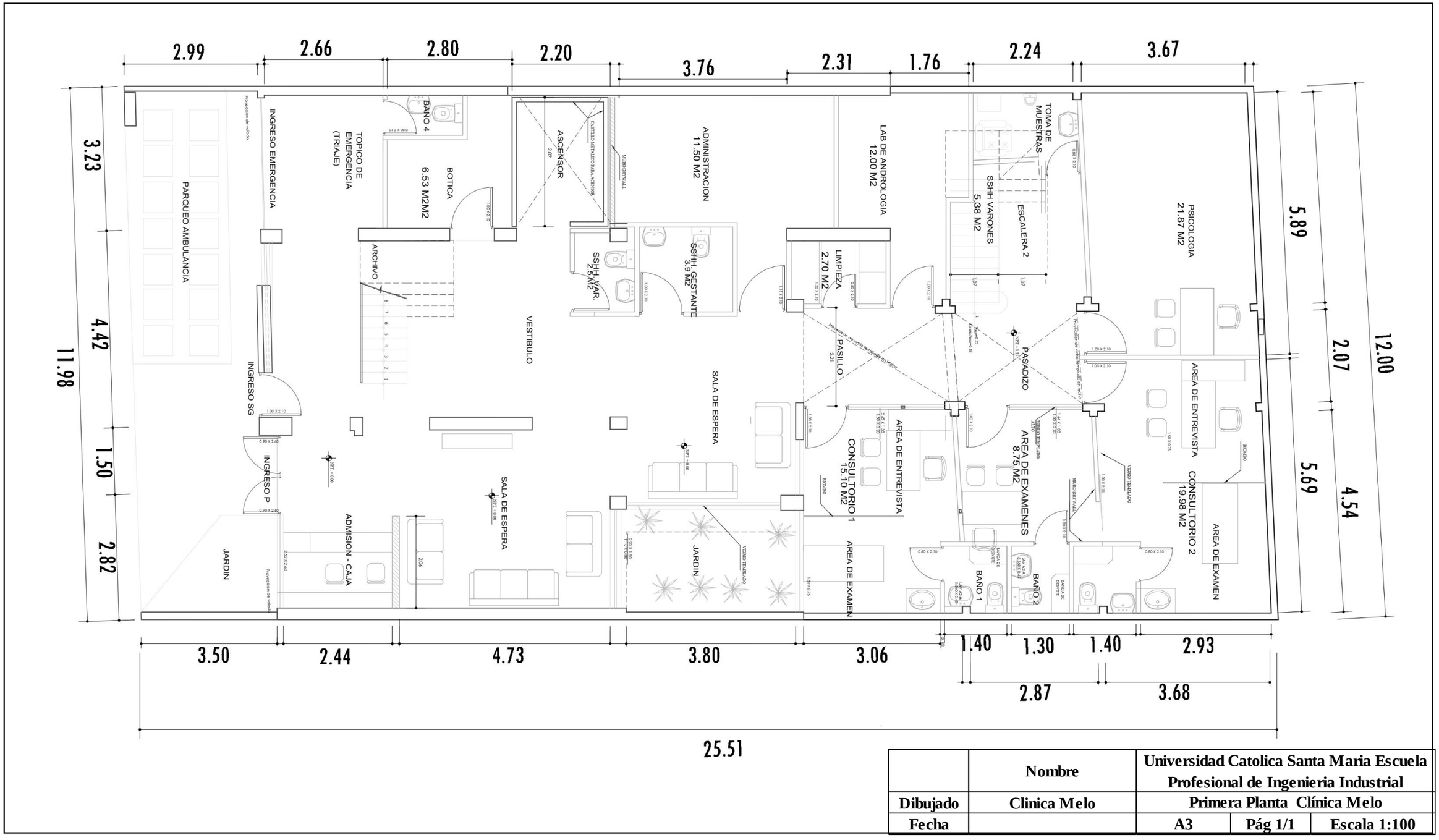
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.1.9. Áreas y distribución

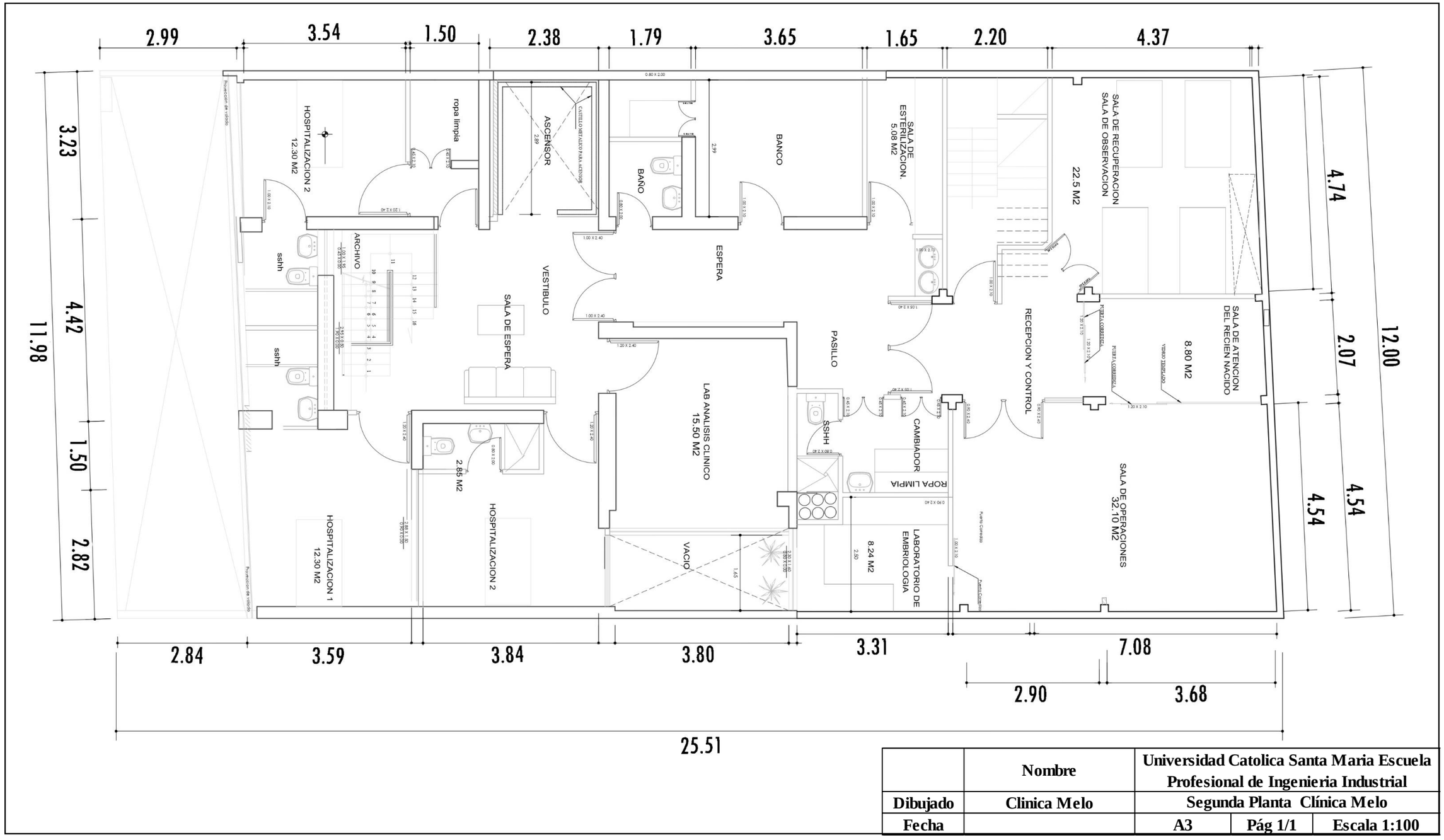
A continuación en este apartado se presentan los planos de la clínica y como es que están distribuidas todas las áreas con las que está implementada, el presente estudio pretende que todas las actividades que se desarrollan en estas áreas sean cubiertas por el sistema fotovoltaico a implementar. Actualmente la clínica cuenta con 4 plantas. La primera planta cuenta con un área de parqueo de ambulancias, el área de recepción y caja, un tópico de emergencia, el área de farmacia, la sala de espera, área administrativa, el área para exámenes y muestras, el área de consultorios, y el área de laboratorio de andrología. En la segunda planta encontramos, 3 áreas de hospitalización, el área de análisis clínico, el laboratorio de embriología, la sala de esterilización, y las salas de operaciones, también se cuenta con un área de hospitalización del recién nacido. La tercera planta cuenta con 4 áreas de hospitalización, área para almacén, área de nutrición, área de cafetería y la estación de enfermería. La planta 4 es la superior y es aquí donde se plantea la instalación de los panales solares

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



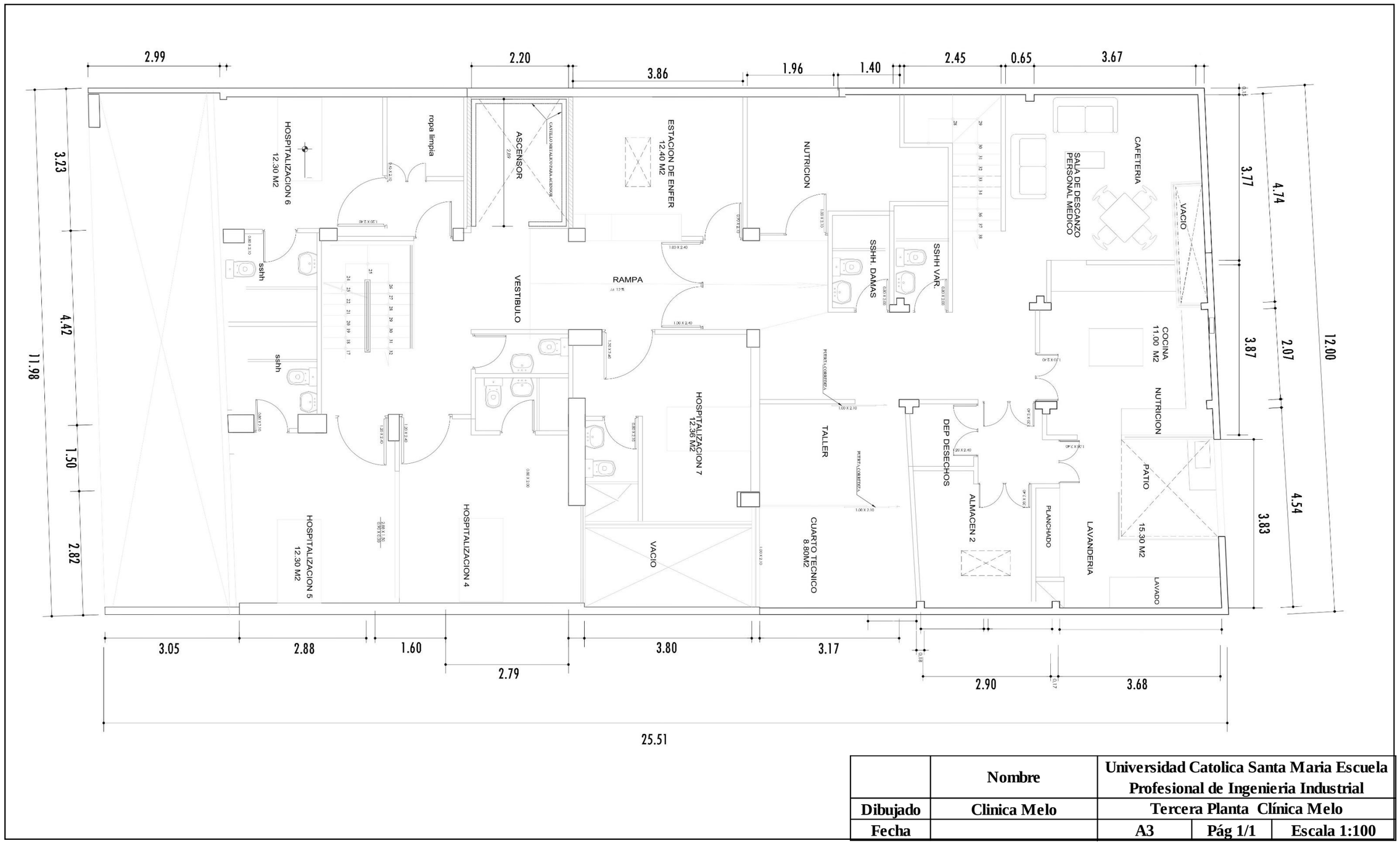
	Nombre	Universidad Catolica Santa Maria Escuela Profesional de Ingenieria Industrial		
Dibujado	Clinica Melo	Primera Planta Clínica Melo		
Fecha		A3	Pág 1/1	Escala 1:100

Figura 19: Primera Planta Clínica Melo



	Nombre	Universidad Catolica Santa Maria Escuela Profesional de Ingenieria Industrial		
Dibujado	Clinica Melo	Segunda Planta Clínica Melo		
Fecha		A3	Pág 1/1	Escala 1:100

Figura 20: Segunda Planta Clínica Melo



	Nombre	Universidad Catolica Santa Maria Escuela Profesional de Ingenieria Industrial		
Dibujado	Clinica Melo	Tercera Planta Clínica Melo		
Fecha		A3	Pág 1/1	Escala 1:100

Figura 21: Tercera Planta Clínica Melo

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2. Condiciones Meteorológicas de Arequipa

En la ciudad de Arequipa, como se muestra en la figura 22 a continuación presenta el siguiente comportamiento donde la temperatura más alta es octubre (23.2°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (6.9°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de febrero. (Web SENAMHI)

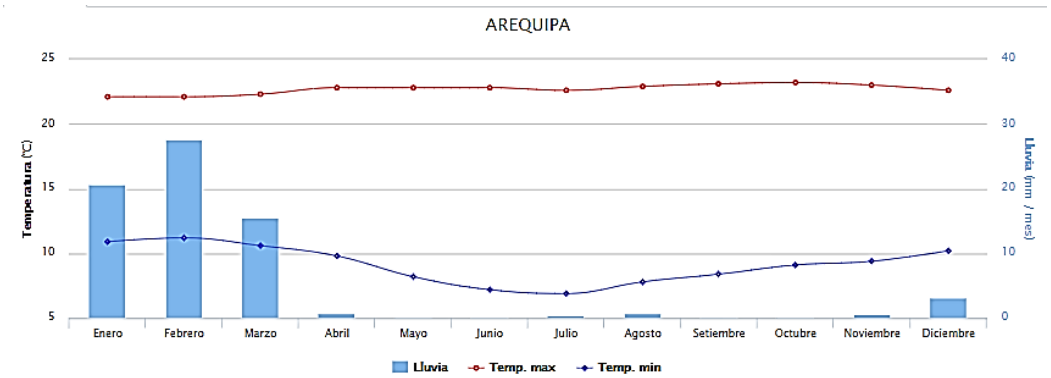


Figura 22: Condiciones Meteorológicas Arequipa

Fuente: SENAMHI (2019)

A partir de información obtenida en el software RETScreen tenemos en siguientes cuadros en la figura 23 y figura 24 con información meteorológica, haciendo énfasis en la Radiación solar, la cual para la ciudad de Arequipa está en un promedio de 6.7 kWh, lo que indica que es un lugar idóneo para la aplicación de un sistema fotovoltaico.

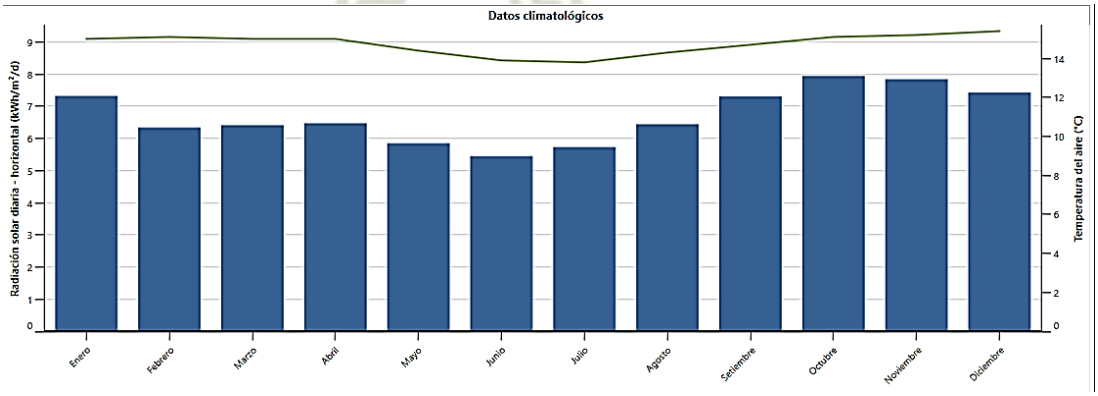


Figura 23: Radiación Solar en Arequipa

Fuente: RETScreen Expert

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

	Unidad	Ubicación de datos meteorológicos	Localización de la instalación	Fuente
Latitud		-16.3	-16.4	
Longitud		-71.6	-71.5	
Zona climática		3C - Templado - Oceánico		Suelo+NASA
Elevación	m	2520	2321	Suelo – Mapa
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	6.5		Suelo
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	23.6		Suelo
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	17.2		NASA

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Grados-días de calefacción 18 °C	Grados-días de refrigeración 10 °C
	°C	%	mm	kWh/m²/d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Enero	15.0	64.5%	31.62	7.32	73.1	2.5	17.0	93	155
Febrero	15.1	68.3%	35.00	6.34	73.1	2.5	16.7	81	143
Marzo	15.0	66.6%	21.39	6.41	73.1	2.5	16.1	93	155
Abril	15.0	53.9%	3.00	6.47	73.1	2.6	14.9	90	150
Mayo	14.4	36.9%	0.62	5.85	73.1	3.2	12.6	112	136
Junio	13.9	29.4%	0.90	5.45	73.2	3.7	11.1	123	117
Julio	13.8	29.0%	0.93	5.73	73.2	3.7	10.9	130	118
Agosto	14.3	29.0%	1.55	6.44	73.2	3.4	12.6	115	133
Setiembre	14.7	32.4%	1.50	7.31	73.1	3.3	14.2	99	141
Octubre	15.1	35.1%	2.48	7.94	73.1	3.0	15.7	90	158
Noviembre	15.2	40.9%	3.90	7.84	73.0	2.9	16.6	84	156
Diciembre	15.4	51.5%	9.61	7.43	73.0	2.7	17.0	81	167
Anual	**14.7**	**44.7%**	**112.50**	**6.71**	**73.1**	**3.0**	**14.6**	**1,190**	**1,730**
Fuente	Suelo	Suelo	NASA	Suelo	NASA	Suelo	NASA	Suelo	Suelo
Medido a					m	10	0		

Figura 24: Radiación Solar Arequipa

Fuente: RETScreen Expert

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Empleando el software PVsyst se ha obtenido información relevante acerca de la trayectoria solar a partir de la información geográfica de la ciudad de Arequipa a continuación se presentan las siguientes ilustraciones:

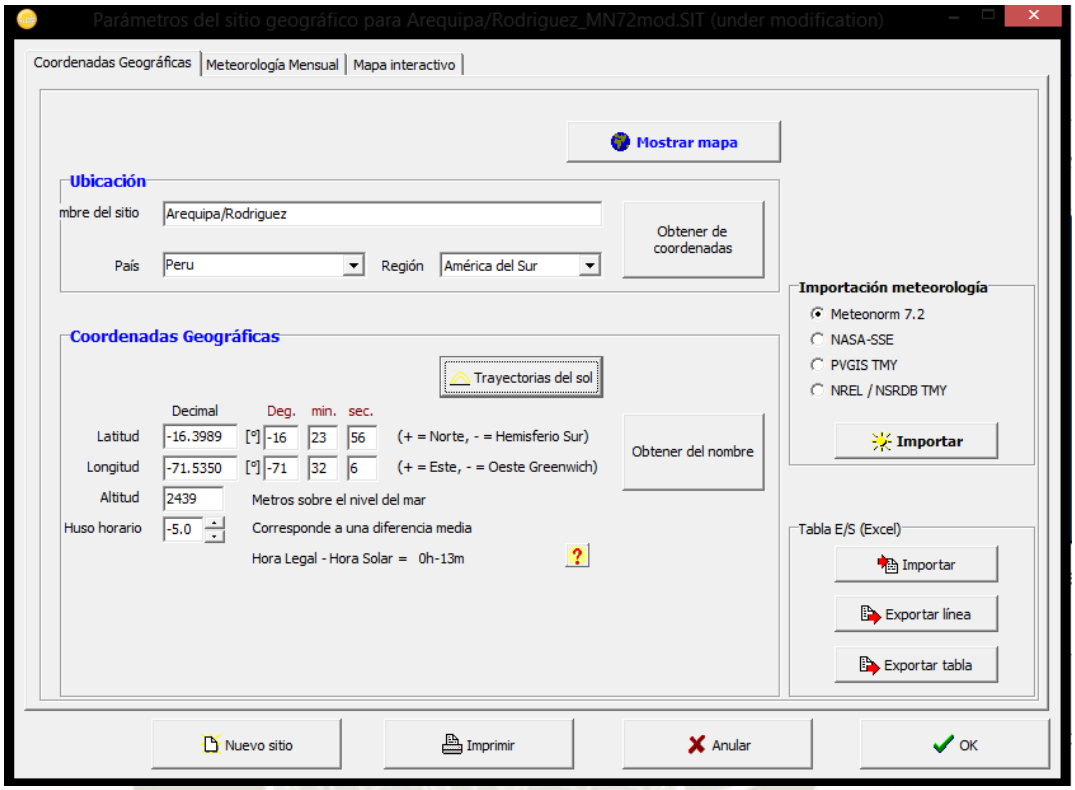


Figura 25: Parámetros geográficos Arequipa Clínica Melo

Fuente: PVsyst

En la figura 26 observamos el recorrido aparente del sol, representada en un cilindro cortado por la mitad, representado el horizonte real entorno al observador, la línea horizontal de la base representa el horizonte y en sentido vertical se representa los distintos ángulos de altura, de esta forma conocer este diagrama se puede ubicar la posición del sol en cualquier día y hora, conociendo luego su altura y azimut, al conectar los puntos de localización del sol en diferentes horas del día se puede graficar el recorrido del sol para días característicos del año. (Web COARINS, 2020)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

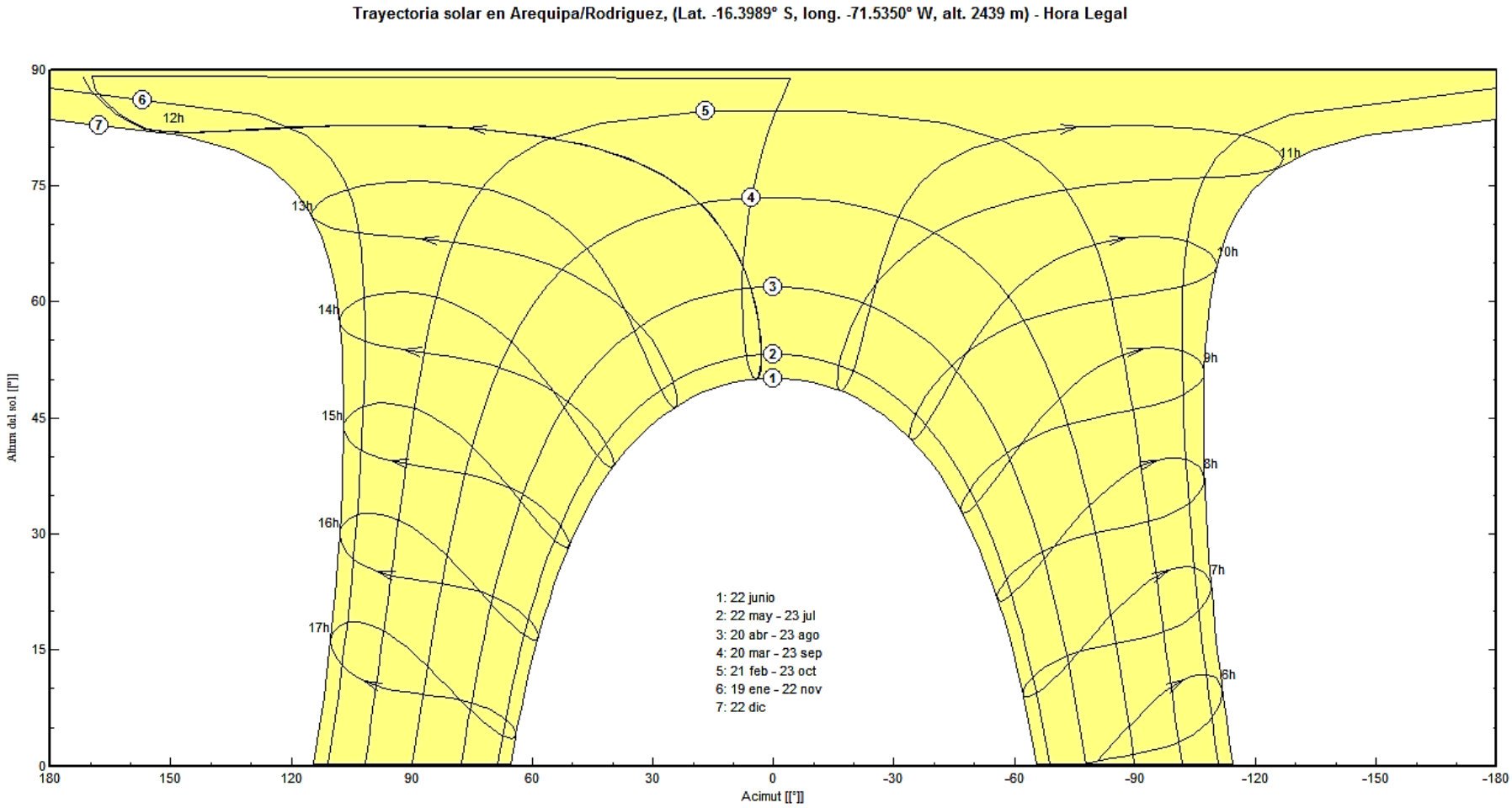


Figura 26: Disposición solar en Arequipa

Fuente: PVsyst

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.3. Consumo energético

En la figura 27 se detalla según el tipo de equipó el consumo de energía eléctrica en un periodo de un mes, en el siguiente capítulo, en el punto de delimitación de energía eléctrica, se verá más a detalle cómo es que se realizó el cálculo del consumo

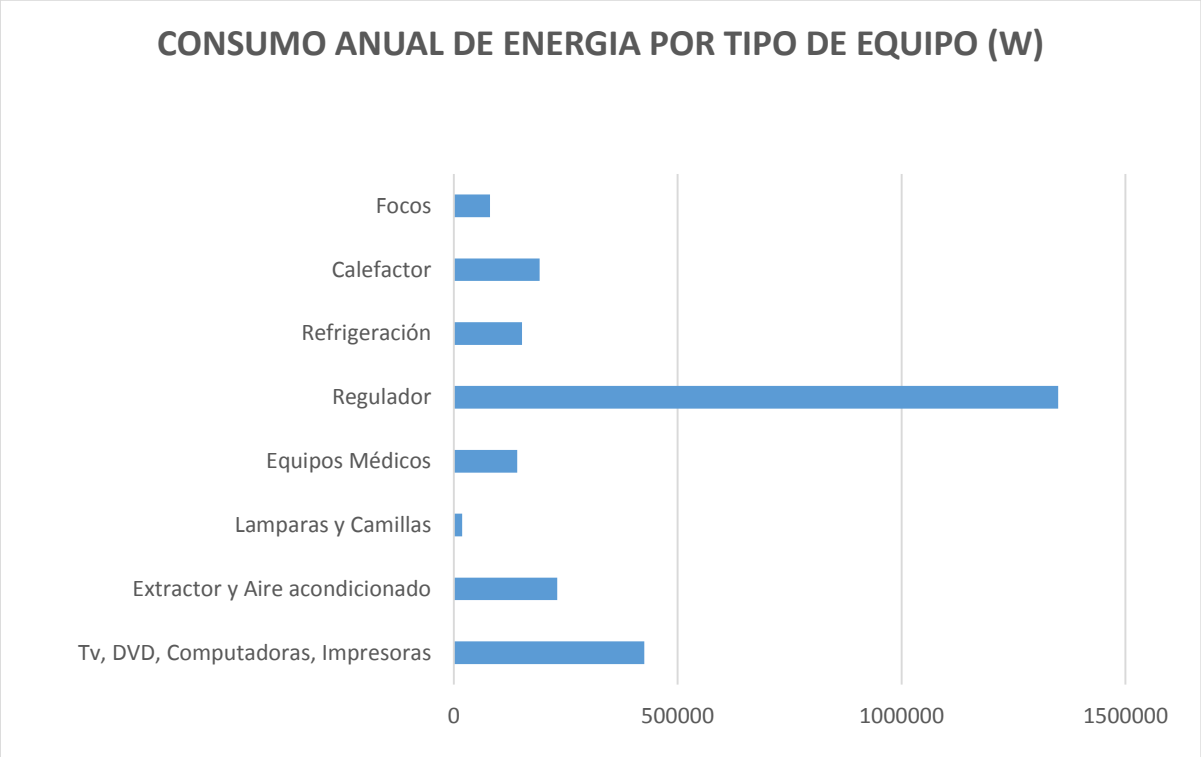


Figura 27: Consumo anual de energía por tipo de equipo

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV

4. PROPUESTA

4.1.Ingeniería del proyecto

4.1.1. Delimitación de energía eléctrica requerida

Se ha decidido por conveniente determinar el consumo de energía que se requerirá para abastecer a la clínica para el desarrollo de sus funciones, mediante los paneles fotovoltaicos, a continuación veremos un listado de equipos e instrumentación que requieren de alimentación de electricidad, el conteo ha sido realizado en todas las áreas de la organización en las tres plantas que actualmente conforman la infraestructura de la clínica. Evidencia de la auditoria en anexos del 10 al 31.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3: Listado equipos de consumo eléctrico

EQUIPOS DE CONSUMO ELECTRICO	POTENCIA (W)	Horas de uso al día	Consumo Mensual
TV LG Pantalla plana 1	150	10	45000
TV LG Pantalla plana 2	150	10	45000
TV LG Pantalla plana 3	150	10	45000
DVD Player Phillips 1	10	10	3000
DVD Player Phillips 2	10	10	3000
Extractor de aire	150	6	27000
Refrigeradora Samsung	110-230	20	102000
Aire Acondicionado	1700	4	204000
TV Panasonic Pantalla plana 1	58	8	13920
TV Panasonic Pantalla plana 2	58	8	13920
Lámpara Wech Allyn 1	60	1	1800
Lámpara Wech Allyn 2	60	1	1800
Lámpara Wech Allyn 3	60	1	1800
Camilla clínica Go Bed 1	500	0.15	2250
Camilla clínica Go Bed 2	500	0.15	2250
Camilla clínica Go Bed 3	500	0.15	2250
Esterilizador Boekel Pupinel	90	1	2700
Regulador automático de voltaje Nippon America	5000	9	1350000
Lámpara Cialitica QX LED	80-120	1	3300
Lámpara Cialitica KLS Martin	80-120	1	3300
Monitor desfibrilador Phillips	500	0.15	2250
Bisturí Electrónico	1000	0.15	4500
Máquina anestesia/Monitor de funciones AESPIRE	150	1	4500
Esterilizador a vapor de mesa SERCOM	200	1	6000
Histeroscopio Stor2	50	0.15	225
Monitor Maternal Fetal Luckcome	50	1	1500
TV LG Led Smart Pantalla Plana 1	150	4	18000
TV LG Led Smart Pantalla Plana 2	150	4	18000
Refrigerador Daewo	70	24	50400
Calefactor/Ventilador Centrifugado 1	800	2	48000
Calefactor/Ventilador Centrifugado 2	800	2	48000
Calefactor/Ventilador Centrifugado 3	800	2	48000
Calefactor/Ventilador Centrifugado 4	800	2	48000
Electro Cauterio Gold Way	100	0.15	450
Ecógrafo GE	90	1	2700
Impresora Sony UP D89M	100	0.15	450
Ecógrafo Transductor 4D	320	1	9600
UPS	865	0.15	3892.5
TV AOC 1	100	6	18000
TV AOC 2	100	6	18000
Ecógrafo Ultrasonido Logiq V5	90	1	2700
Ecógrafo Ultrasonido Voluson S10	90	1	2700
Monitor Signos Vitales Mindray 1	50	0.15	225
Monitor Signos Vitales Mindray 2	50	0.15	225
Monitor Signos Vitales Mindray 3	50	0.15	225
Silla para examen Ginecológico WEM	500	0.1	1500
Mesa de operaciones Mindray	300	0.1	900
Cuna Advanced A4051	100	6	18000
Microscopio ZEISS	10	4	1200
Contometro Dc CounterC	10	2	600
Centrifuga Universal Centrifuge	250	2	15000
Label Printer BMP21	100	0.25	750
Laser LYKOS	150	0.25	1125
Incubadora KSYSTEM	100	6	18000
Aspirador Genx	300	1	9000
Microscopio Olympus	10	2	600
Foco Phillips 16w (28 unid)	16	6 x 28	80640
Computadoras (6 unid)	100	10 x 6	180000
Central de Esterilización Unilene	1000	1	30000
Impresora HP 1	100	0.5	1500
Impresora HP 2	100	0.5	1500
Impresora HP 3	100	0.5	1500
Consumo eléctrico aproximado mensual, a partir del listado realizado		2591647.5	**W**
		2591.6475	**kWh**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Así mismo se elaboró una gráfica de consumo del consumo energético, por tipo de equipo eléctrico, la cual se observa en la tabla 4 y figura 28

Tabla 4: Consumo de energía por tipo de equipo

CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE EQUIPO (W)	
Tv, DVD, Computadoras, Impresoras	425340
Extractor y Aire acondicionado	231002
Lámparas y Camillas	18753
Equipos Médicos	141521.5
Regulador	1350005
Refrigeración	152406
Calefactor	192007
Focos	80648

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

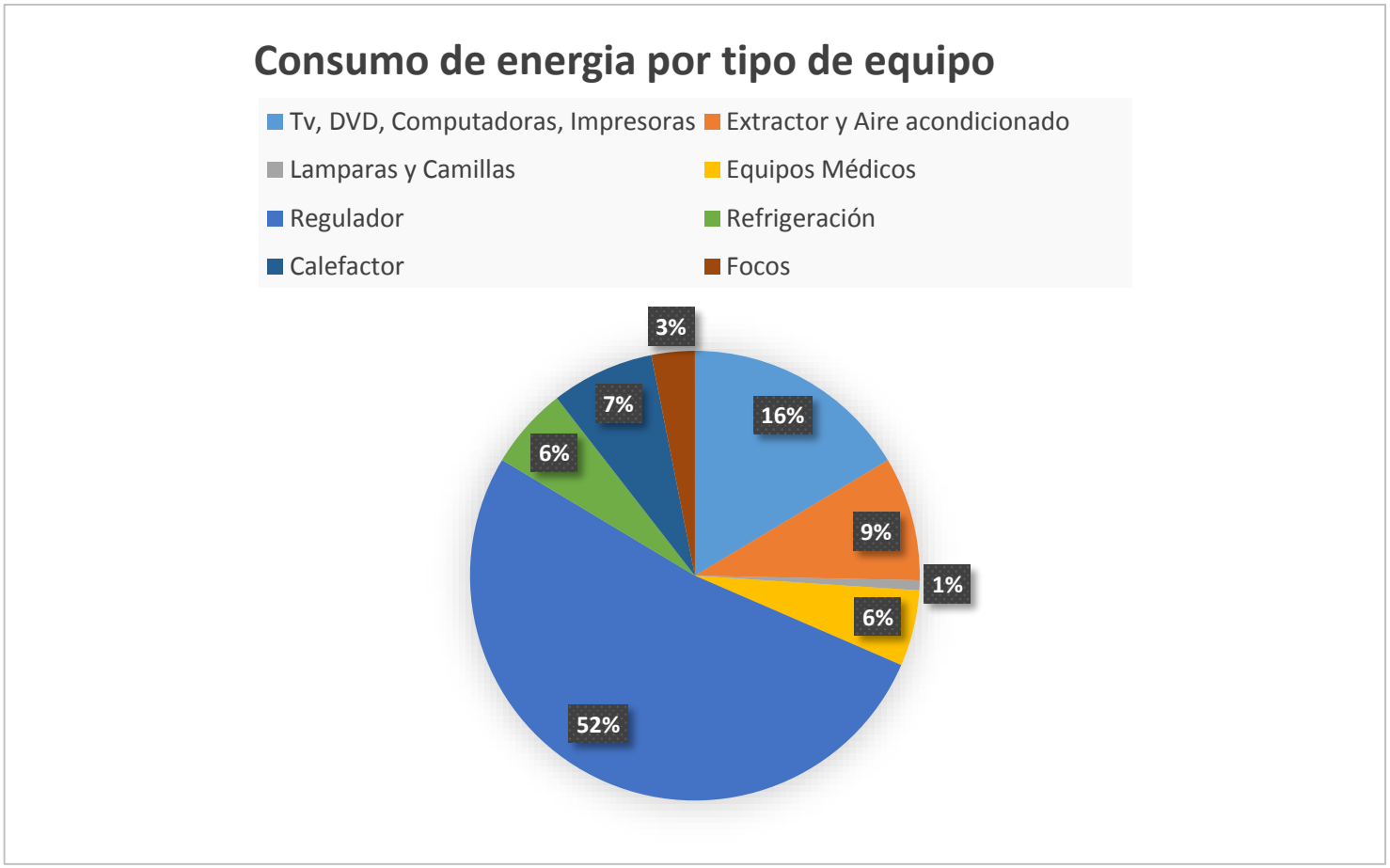


Figura 28: Consumo de energía por tipo de equipo

Fuente: Elaboración propia

Tambien se cuenta con la información del consumo en kWh de los ultimos 24 meses a la fecha que se hizo el analisis, mostrada a continuación. Consumo que tambie se aprecia en el recibo de SEAL en anexo 32.

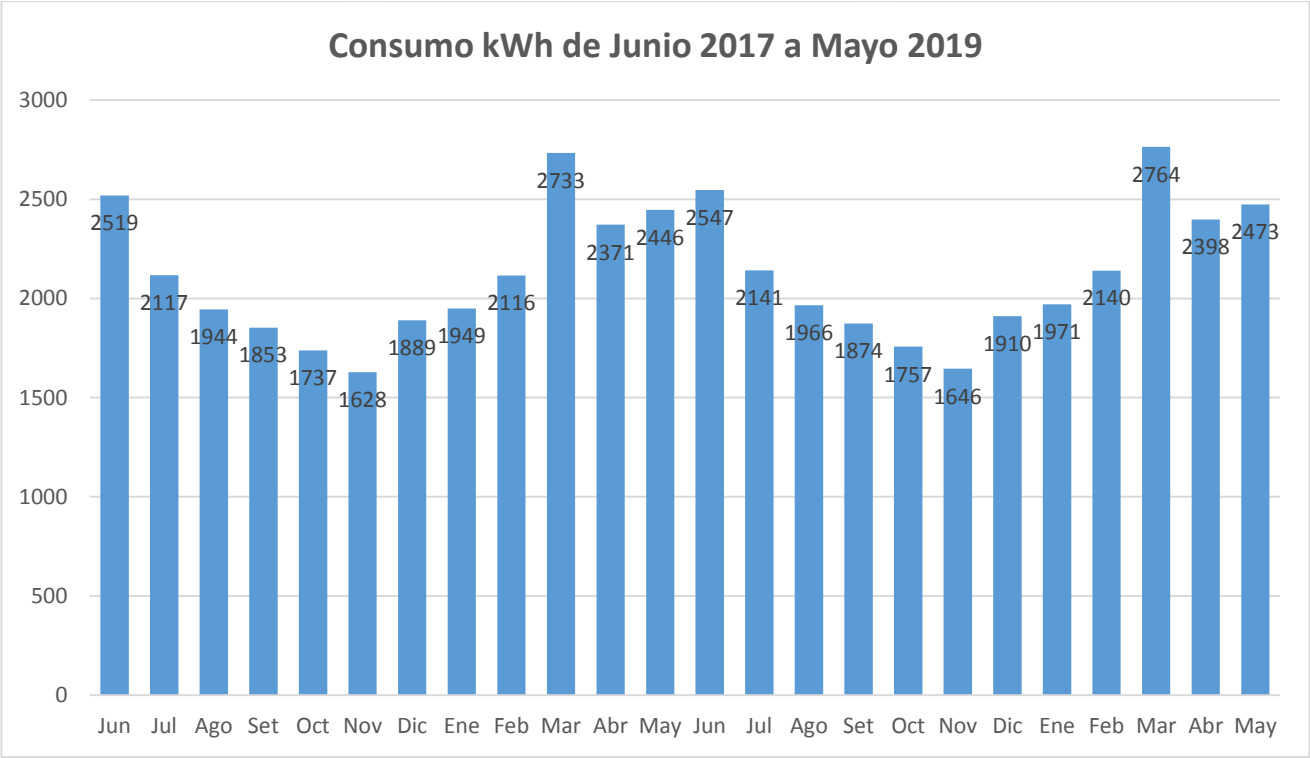


Figura 29: kWh Consumido de Junio 2017 a Mayo 2019

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se pretende que con la instalación de este sistema fotovoltaico se cubra aproximadamente el 80% del requerimiento de energía de la clínica.

Actualmente el consumo mensual de la clínica considerando las 24 horas diarias es de 2591.64 kWh según el listado elaborado, lo que correspondería a un 100%. Por lo que el 80% sería 2073kWh que por un factor de seguridad del 0.25 nos da un valor de 2591.64 kWh, que será el valor a considerar, por tanto el requerimiento diario será de 86388.25 Wh.

Según la investigación de las actividades que se realizan de 6pm a 8am el consumo de energía es 192.12 kWh lo que corresponde a el 7.4% del consumo. Por lo tanto de 8am a 6pm se requiere el 92.6% de la energía. Por esta razón sería adecuado un sistema que cubra eficientemente nuestro requerimiento energético durante estas horas con lo cual estaríamos logrando el objetivo de cubrir el 80% del consumo con un sistema fotovoltaico.

En base a lo observado en la investigación y lo mencionado anteriormente el sistema fotovoltaico que se adecua a estas circunstancias es el denominado On Grid (conectado a la red), porque principalmente generaría energía en las horas de actividad y no requiere de baterías, que tiene un costo elevado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2. Sistema solar fotovoltaico

Como se mencionó la meta del proyecto es cubrir aproximadamente el 80% del consumo eléctrico, como vimos anteriormente las horas de mayor consumo de energía están entre 8am y 6pm (92.6%) por lo que el tipo de sistema fotovoltaico recomendado, es de tipo interconectado a la red, que puede generar la energía que requerimos de una forma eficiente especialmente en las horas más activas, complementando las horas restantes con la red, el esquema de funcionamiento y diseño del sistema On grid (interconectado a la red) está representado en las figura 30

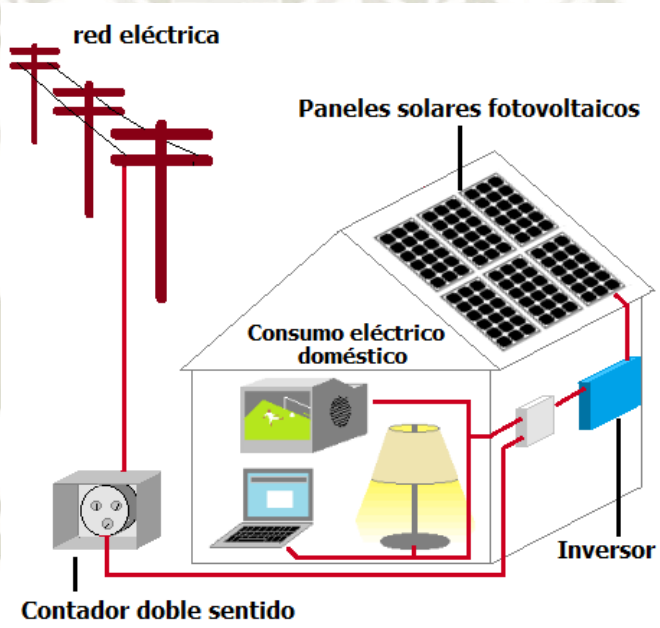


Figura 30: Funcionamiento sistema On grid

Fuente: Porta web de energías renovables Sitio solar (2014)

Para validar este sistema propuesto, se comparó con la posibilidad de usar un sistema con baterías, que encarecen el proyecto, se realizaron los cálculos correspondientes, obteniendo VAN negativo, y una TIR menor a la tasa requerida, con lo que se refuerza que el proyecto conectado a la red es el más conveniente, los cálculos del análisis presentes en el anexo 33.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.1. Dimensión del sistema

Para poder dimensionar la cantidad de paneles solares y demás componentes para el sistema fotovoltaico, es necesario que se tenga la demanda energética, para ello en el apartado 4.1.1 se determinó el consumo mensual energético. Para el desarrollo y calculo en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico requerido, el fundamento de este se basa en primer lugar en el cálculo de la energía requerida, luego a esto, los niveles de radiación, los cuales con información de lo observado en puntos anteriores, resultó una irradiación solar anual de 6.71 kWh/m2, el cual será multiplicado por un factor de 0.95, que es un valor de corrección atmosférico, el cual está estrechamente ligado a los niveles de contaminación, a partir de este valor resultante se calcula las Horas Solar Pico (HSP) siendo este el valor de horas equivalente que el sol debería brillar a una intensidad de 1000 W/m2 para así tener la insolación total en un día. (Perpiñán Lamigueiro: Energia Solar Fotovoltaica)

$$\boldsymbol{HSP = \frac{Irradiación\ Solar}{1kw/m2}\ x\ Factor\ de\ Corrección\ Atmosférico}$$

$$HSP = \frac{6.71kWh/m2}{1kw/m2} * 0.95$$

$$HSP = 6.374h$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Posteriormente se pasa al cálculo del número módulos (paneles solares) requeridos dada la demanda eléctrica de la clínica.

$$\boldsymbol{N°de\ Módulos = \frac{Consumo\ Diario}{(HSP\ x\ Rendimiento\ de\ trabajo\ x\ Potencia\ Pico\ del\ Módulo)}}$$

$$N°de\ Módulos = \frac{86388.25Wh}{(6.374h\ x\ 0.90\ x\ 320W)}$$

$$N°de\ Módulos = 47.05$$

Donde el HSP tendrá un valor de 6.374, la potencia para el módulo más adecuada según el consumo visto es de 320W, teniendo un rendimiento de 0.90, (en esta se considera cualquier tipo de perdidas posibles por desgaste de los paneles), y teniendo como base los consumos mensual se calculó el consumo diario obteniéndose 86388.25W, finalmente aplicando la fórmula para el cálculo del número de módulos tenemos un total de 47.05 calculados, por lo optaremos por 48 módulos, debido a que la información revisada recomienda emplear números pares de paneles.

En este estudio, no se contempla el empleo de baterías en el sistema por lo que este paso se omitirá.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Es importante mencionar que el cálculo del inversor se basa en la suma de todas las potencias nominales de los equipos en uso que consumirán la energía, multiplicado por un coeficiente de simultaneidad, valor que se encuentra entre los 0.5 y 0.7,

Tabla 5: Cálculo potencia del Inversor

20247	**TOTAL Potencial Nominal (W)**
10123.5	**Factor simultaneidad 0.5 (W)**
14172.9	**Factor Simultaneidad 0.7 (W)**

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 5 considerando un factor de simultaneidad de 0.7 se obtiene 14172.9W, por lo que el inversor adecuado deberá tener 15000W

También se pueden corroborar estos resultados utilizando la siguiente formula.

$$\boldsymbol{Potencia\ del\ Inversor = N°\ de\ Módulos\ x\ Potencia\ del\ Módulo}$$

$$Potencia\ del\ Inversor = 48\ x\ 320W$$

$$Potencia\ del\ Inversor = 15360W$$

Donde el número de módulos es de 48 y la potencia de estos es de 320W, otorgando un total de 15360W.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ya para culminar se seleccionaron los demás componentes del sistema como cableado, estructura de soporte. Los cuáles serán recomendados por el proveedor

Tabla 6: Cantidad de componentes

COMPONENTE	CANTIDAD
INVERSOR	1
TABLERO DE CONTROL	1
PANELES	48
A.ELECTRONICOS	6
CABLEADO	2
ESTRUCTURA	1

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2.Elección de componentes

Debido a la alta demanda de energía que se necesita, los componentes deben ser de alta calidad y eficiencia, principalmente en cuanto a los paneles, ya que deben contar con mayor potencia como lo visto en el apartado de dimensionamiento del sistema. Se determinaron 3 posibles proveedores con los cuales la clínica trabajara debido son los únicos que pueden suministrar los componentes de mayor calidad en el mercado:

- Auto Solar
- Cambio Energético
- Liders

Teniendo en cuenta el tipo de sistema fotovoltaico de sistema fotovoltaico a trabajar es conectado a la red, se considerarán los siguientes componentes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 7: Componentes del sistema

COMPONENTES					
Inversor de conexión a red Fronius Symo 15kW trifásico	Tablero de control Fronius Smart Meter 63A Trifásico 43kW	Panel Solar 320W a 24V Policristalino Era Solar	Juego de accesorios eléctricos Conectores MC4 Multicontact.	Cable Rojo y Cable Negro ZZ-F Solar PV de 6mm2	Estructura de paneles solares

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se presenta la información técnica de algunos de los principales componentes a emplearse como paneles e inversor, presente en los anexos 34 al 37.

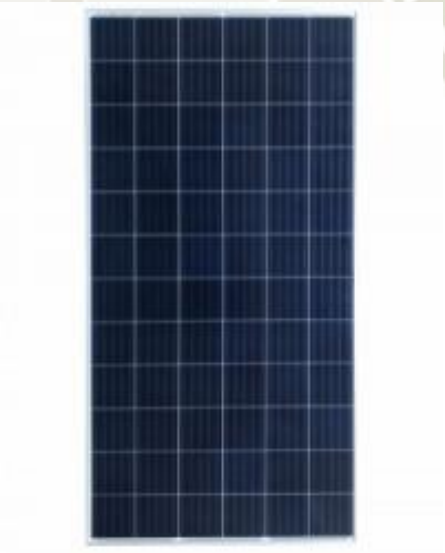


Foto 2: Panel Solar 320W a 24V Policristalino Era Solar

Fuente: Proveedor Auto Solar

Comentario: En la foto 2 se muestra el panel que se empleará, es uno de los más potentes en la gama de 24V, otorga el mejor rendimiento y alta sensibilidad fotovoltaica, fabricado de Silicio Policristalino

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

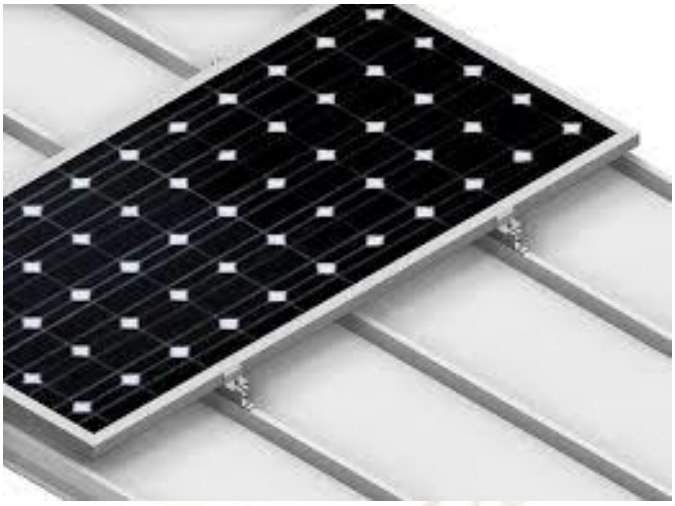


Foto 3: Estructura de soporte del Modulo

Fuente: Sunfer Energy Estructures

Comentario: Podemos observar en la foto 3 la estructura de los paneles, especialmente adecuada para ser fijada sobre cualquier superficie



Foto 4: Inversor de conexión a red Fronius Symo 15kW trifásico

Fuente: Web Fabricante de equipos fotovoltaicos Fronius

Comentario: En la foto 4 nos muestra el inversor del sistema, el cual es el más adecuado del mercado para obtener la máxima eficiencia de los paneles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Foto 5: Cable Rojo y Cable Negro ZZ-F Solar PV de 6mm2

Fuente: Web Fabricante Top Cable

Comentario: En la foto 5 vemos los cables del sistemas, los cuales poseen un doble aislamiento de goma libre de alógenos, alta flexibilidad indicado para trazados difíciles.



Foto 6: Fronius Smart Meter 63A Trifásico 43kW

Fuente: Web Fabricante de equipos fotovoltaicos Fronius

Comentario: Foto 6 se observa al tablero de control, es un complemento útil el cual se pude configurar para que el excedente generado, no se vierta a la red eléctrica

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.3. Diseño de la conexión del Sistema

La conexión del sistema a instalar será mixta, es decir en serie y paralelo, debido a que esta es la forma recomendada para aquellas instalaciones con más de 5 placas fotovoltaicas y potencias superiores a 200W. El sistema estará conformado por 16 paneles conectados en serie, en 3 hileras conectadas en paralelo. A continuación en la tabla, se presenta el cálculo previo a la elección del diseño de la conexión del sistema para optar por esta opción.

Tabla 8: Cálculo del Diseño de la conexión del sistema

	N°Paneles	Voltaje	Amperios							
Serie	48	37.65	8.5	1807.2	V	15361.2	W			
				8.5	A					
Paralelo	48	37.65	8.5	37.65	V	15361.2	W			
				408	A					
Serie-Paralelo	24	37.65	8.5	903.6	V					
				8.5	A	903.6	V	15361.2	W	
	24	37.65	8.5	903.6	V	17	A			
				8.5	A					
	16	37.65	8.5	602.4	V					
				8.5	A	602.4	V			
	16	37.65	8.5	602.4	V	17	A	602.4	V	15361.2 W
				8.5	A			25.5	A	
	16	37.65	8.5	602.4	V	602.4	V			
				8.5	A	8.5	A			

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se eligió está distribución, ya que hay que tener en cuenta las características del inversor el cual es de 15000W, nuestro sistema calculado lanza una potencia 15361.2W la cual no es inconveniente y puede funcionar perfectamente con un inversor de potencia de 15000W, así mismo este trabaja con una tensión de 1000V, la cual no debe ser superada para trabajar eficientemente, y teniendo en cuenta la siguiente figura 31, donde podemos observar la curva de rendimiento del inversor.

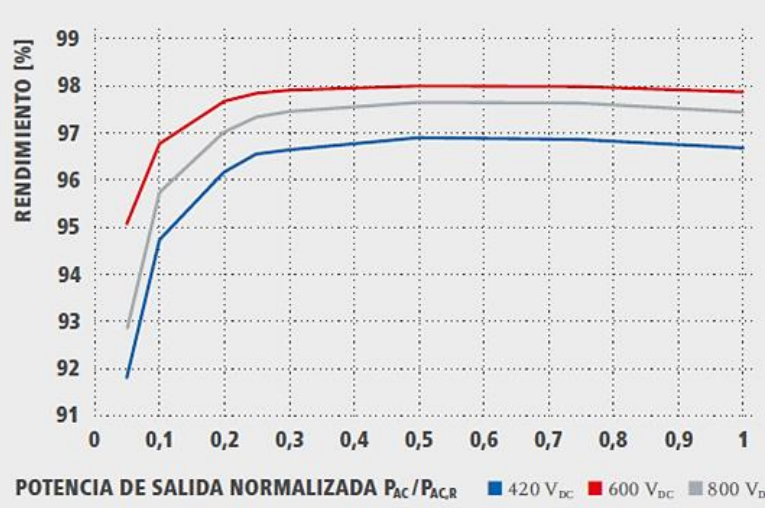
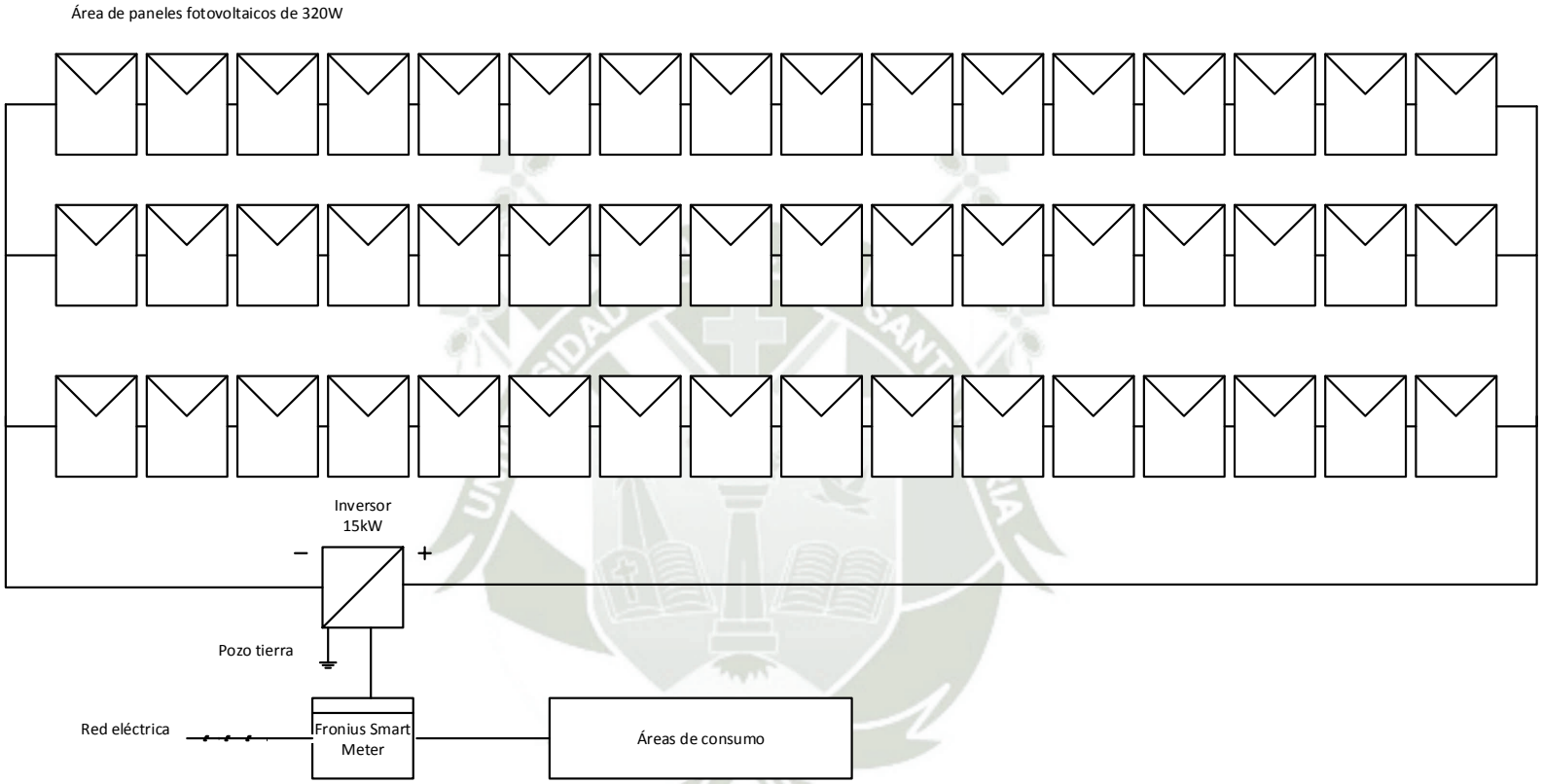


Figura 31: Curva de rendimiento del inversor

Fuente: Fabricante de equipos fotovoltaicos Fronius

Nos dice que para alcanzar el máximo de rendimiento posible del inversor se necesita de una tensión aproximada de 600V, y en la distribución de paneles escogida se trabaja con una tensión de 602.4V, así mismo la corriente máxima del inversor es de 50A y nuestro sistema trabaja con una corriente de 25.5A. En la siguiente figura 32 observamos el diseño de conexión de paneles en serie paralelo determinado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



	Paneles	Inversor
Potencia (W)	320	15000
Tension (V)	37.65	1000
Corriente (A)	8.5	50

16 paneles en serie conectados en 3 hileras en paralelo		
Potencia	15361.2	W
Tension	602.4	V
Corriente	25.5	A

Figura 32: Diseño de paneles en serie-paralelo

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.4.Evaluación de proveedores

Dentro de la evaluación de proveedores se estimara principalmente el costo de inversión del equipo, ya que los demás costos relacionados este como es los costos de instalación y transportes son similares en los proveedores analizados.

A continuación se presentan las siguientes tablas con las cotizaciones por proveedor:

Tabla 9: Cotización Auto Solar

PROVEEDOR	AUTOSOLAR		
COMPONENTE	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**TOTAL**
INVERSOR	1	S/. 15,133.85	S/. 15,133.85
TABLERO DE CONTROL	1	S/. 963.88	S/. 963.88
PANELES	48	S/. 870.79	S/. 41,797.92
A.ELECTRONICOS	6	S/. 50.16	S/. 300.96
CABLEADO	2	S/. 378.12	S/. 756.24
ESTRUCTURA	1	S/. 2,858.00	S/. 2,858.00
		TOTAL	S/. 61,810.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Cotización Cambio Energético

PROVEEDOR	CAMBIO ENERGETICO		
COMPONENTE	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**TOTAL**
INVERSOR	1	S/. 16,543.35	S/. 16,543.35
TABLERO DE CONTROL	1	S/. 1,053.65	S/. 1,053.65
PANELES	48	S/. 972.14	S/. 46,662.72
A.ELECTRONICOS	6	S/. 54.83	S/. 328.98
CABLEADO	2	S/. 414.33	S/. 828.66
ESTRUCTURA	1	S/. 3,124.00	S/. 3,124.00
		TOTAL	S/. 68,541.36

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 11: Cotización Liders

PROVEEDOR	LIDERS		
COMPONENTE	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**TOTAL**
INVERSOR	1	S/. 16,002.79	S/. 16,002.79
TABLERO DE CONTROL	1	S/. 1,019.22	S/. 1,019.22
PANELES	48	S/. 940.38	S/. 45,138.21
A.ELECTRONICOS	1	S/. 53.04	S/. 53.04
CABLEADO	1	S/. 399.83	S/. 399.83
ESTRUCTURA	1	S/. 3,022.00	S/. 3,022.00
		TOTAL	S/. 65,635.10

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Elección de proveedor

Para poder determinar el proveedor con quien trabajar, se empleó como herramienta una matriz de enfrentamiento, que nos permitirá tener una visión más objetiva en cuanto a los atributos de cada proveedor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 12: Atributos a evaluar en selección de proveedores

ATRIBUTO	PRECIO	ENTREGA	RECONOCIMIENTO	CALIDAD	MAYOR OPCIONES	TOTAL	PONDERACIÓN
PRECIO	1	1	1	0	1	4	0.267
ENTREGA	0	1	0	0	1	2	0.133
RECONOCIMIENTO	0	1	1	0	1	3	0.200
CALIDAD	1	1	1	1	1	5	0.333
MAYOR OPCIONES	0	0	0	0	1	1	0.067
						15	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Matriz de enfrentamiento selección de proveedor

ATRIBUTO	PONDERACIÓN	AUTOSOLAR		CAMBIO ENERGETICO		LIDERS	
PRECIO	0.267	7	1.867	4	1.067	7	1.87
ENTREGA	0.133	6	0.800	3	0.400	7	0.93
RECONOCIMIENTO	0.200	5	1.000	6	1.200	5	1.00
CALIDAD	0.333	7	2.333	7	2.333	6	2.00
MAYOR OPCIONES	0.067	7	0.467	5	0.333	6	0.40
			6.467		5.333		6.20

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de proveedores de sistemas fotovoltaicos, se puede afirmar que el proveedor indicado es Auto Solar.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.3. Instalación de componentes fotovoltaicos

Se presenta a continuación una tabla con los siguientes pasos y duración del proceso de instalación del sistema fotovoltaico

Tabla 14: Pasos de implementación

IMPLEMENTACIÓN (días)		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
Recepción de equipos a la clinica	2				
Definir ubicación de equipos y cableado					
Colocar paneles fotovoltaicos en estructura					
Conectar cables al panel					
Fijar panel en ubicación designada					
Instalacion del tablero	1				
Instalación de accesorios electricos					
Instalacion del inversor					
Instalar cableado	1				
Conexión del sistema					
Verificar sistema					
Habilitar pozo a tierra	1				
Realizar conexión de pozo tierra con sistema					

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

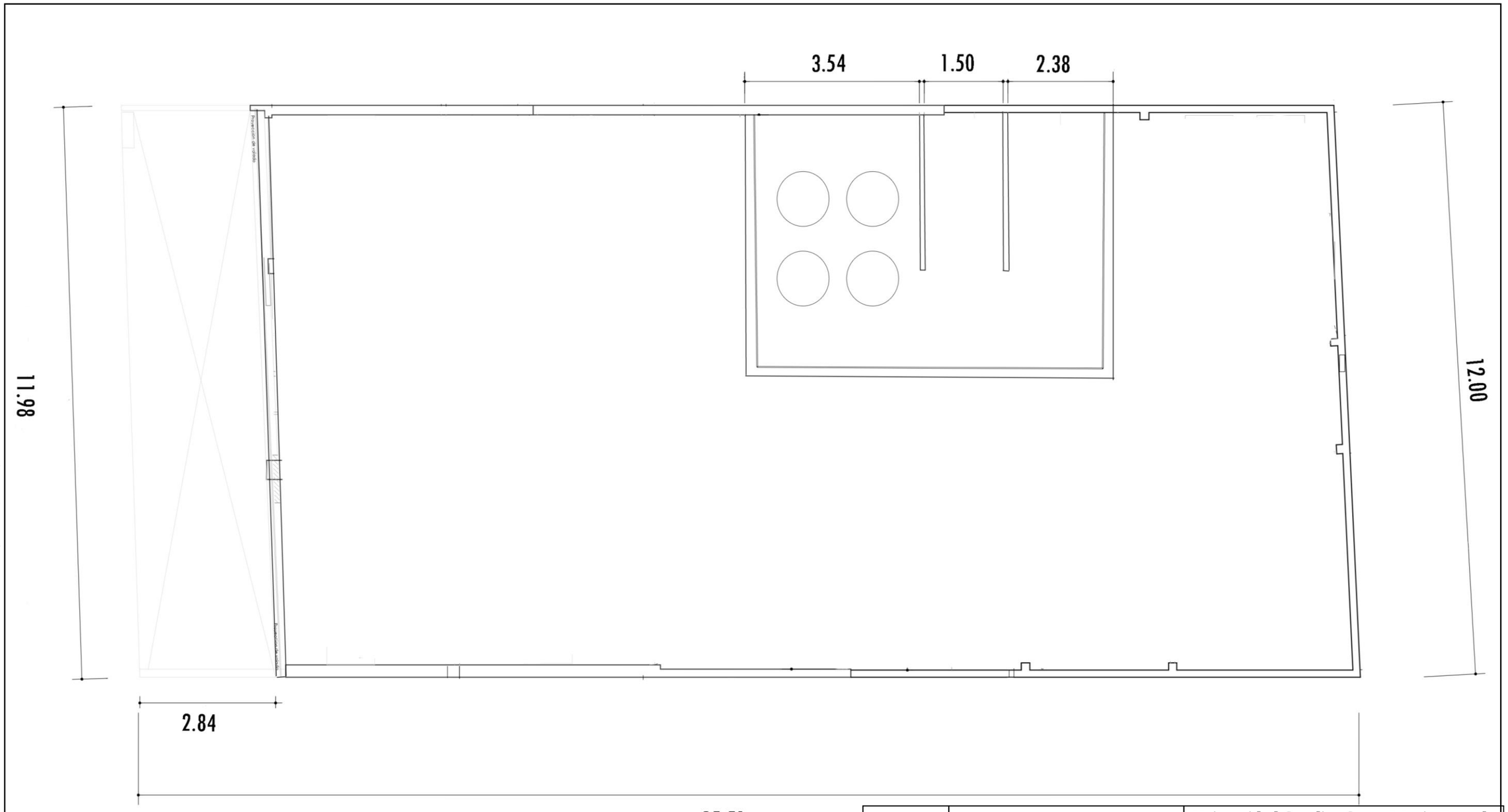
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.4. Selección del espacio para la ubicación de los paneles fotovoltaicos

Una vez determinada la cantidad de paneles que fueron 48 para el presente proyecto, los paneles se instalaran en el techo de la Clínica. A continuación se muestra un plano del área que se tiene para la instalación de los paneles, la cual cuenta con 261.6m2 disponibles para la instalación de los paneles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



	Nombre	Universidad Catolica Santa Maria Escuela Profesional de Ingenieria Industrial		
Dibujado	Rodrigo Javier Salazar Arrayán	Planta Superior Clínica Melo		
Fecha		A3	Pág 1/1	Escala 1:100

Figura 33: Plano planta superior de la Clínica Melo. Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.5. Determinación del ángulo de los paneles solares

La inclinación del panel es muy importante para obtener una mayor eficiencia en el funcionamiento del sistema fotovoltaico. Para el cálculo de esta se ha empleado softwares, ingresando, algunos datos tales como latitud y longitud de donde se instalará el sistema, es decir la ubicación precisa de Clínica Melo, la cual se consigue señalando en el mapa que ofrecen las aplicaciónes , softwares especializados como Calculation Solar y PVsyst, así se obtienen como resultado los siguientes datos

- Una inclinación del panel de 7 grados, y desorientación norte (Azimut) de 0°

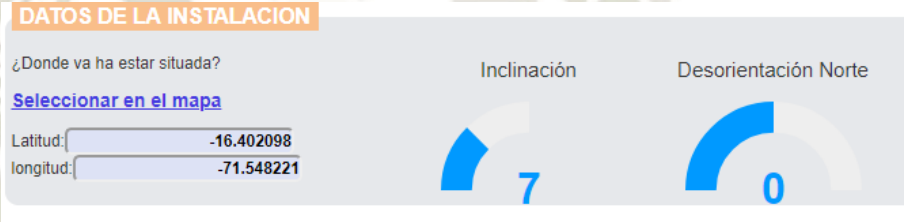


Figura 34: Inclinación en Calculation Solar

Fuente: Software Calculation Solar

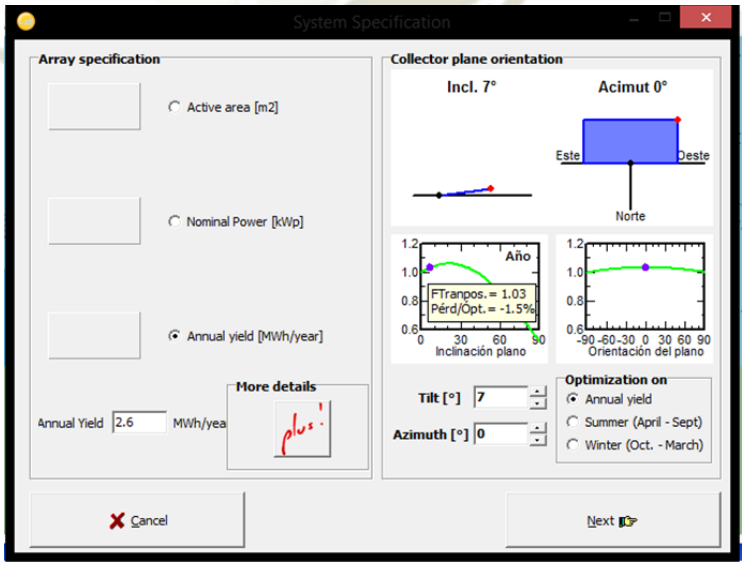


Figura 35: Inclinación en PVsyst

Fuente: Software PVsyst

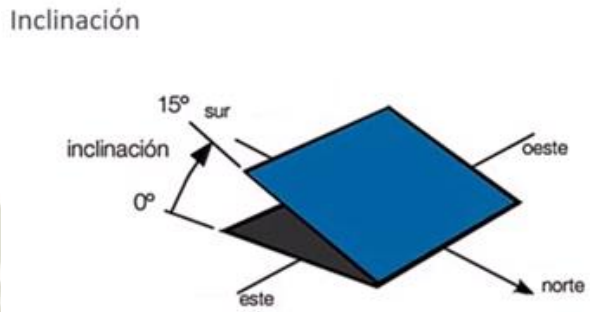
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El ángulo de inclinación se define como el ángulo entre la horizontal y el plano de la superficie del panel fotovoltaico, como se muestra en la figura a continuación.

Figura 36: Ángulo de inclinación



Fuente: Distribuidor de material fotovoltaico Sunfields europe. (2014)

El objetivo de los sistemas fotovoltaicos es obtener una mayor producción anual, es así que la bibliografía revisada nos dice a partir del análisis de las curvas de irradiación global incidente en varias direcciones, se obtuvo una relación entre la latitud y el ángulo de inclinación que maximice la producción anual de un sistema, permitiendo un cálculo teórico de la inclinación de un panel mediante la aplicación de la siguiente ecuación lineal. (Perpiñán Lamigueiro: Energia Solar Fotovoltaica)

$$\beta opt = 3.7 + 0.69 * |\phi|$$

$$\beta opt = 3.7 + 0.69 * |-16.40|$$

$$\beta opt = 15.016°$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde nuestra ϕ esta dada por el valor de latitud de nuestra ubicación que es de -16.40, aplicando esto obtenemos que el ángulo de inclinación respecto a un plano horizontal es de 15.016°. Este dato también podría ser confirmado si se emplea el método de transposición, figura 37, para ello empleando el PVsyst se obtuvo la siguiente gráfica con los factores de transposición en la ciudad.

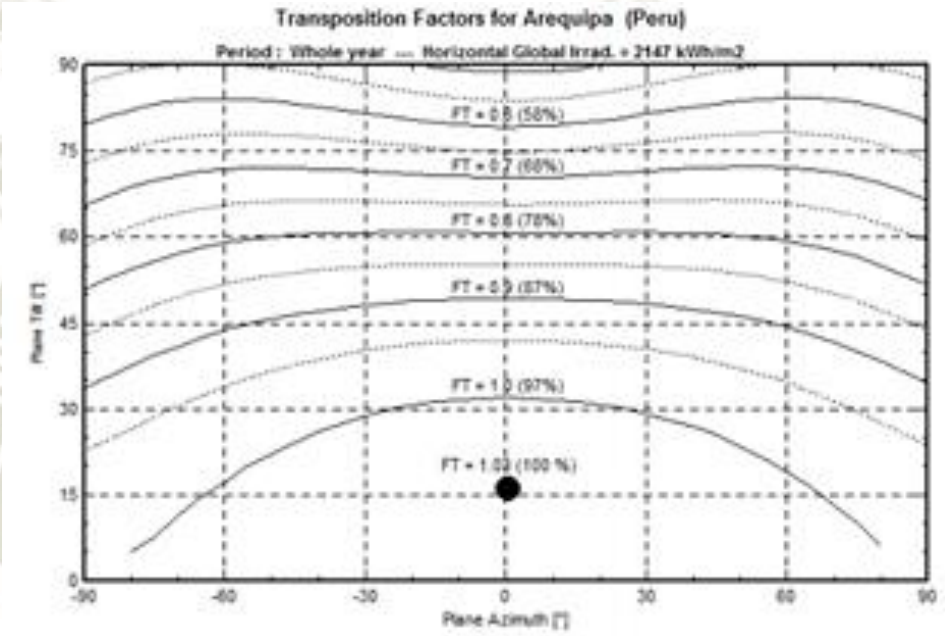


Figura 37: Factor de transposición Arequipa

Fuente: Software PVsyst

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Azimut es el ángulo que se forma con respecto a la línea norte sur, como se puede observar en la siguiente figura.

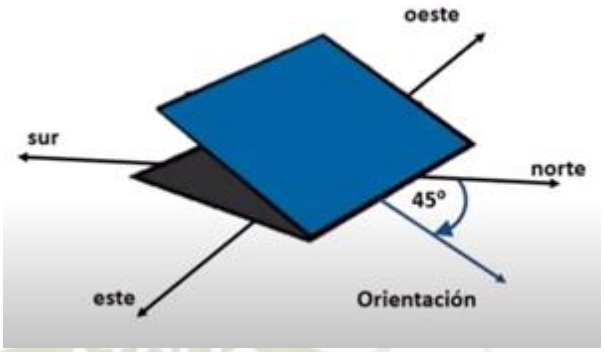


Figura 38: Ángulo orientación o azimut

Fuente: Distribuidor de material fotovoltaico Sunfields europe (2014)

El Azimut es de 0°, dato dado por el software Calculación Solar, y según la figura 38 con este dato y cruzando con el ángulo de inclinación de 15.06° nos da un factor de transposición de aproximadamente 1.03 lo cual confirmaría dicho ángulo. Si bien es cierto existe una diferencia entre 7° obtenidos por el software, y los 15° a partir de la formula, esta diferencia de ángulos, por tener una ubicación cercana al ecuador, no genera una variación significativa en cuanto a rendimiento se trata, tomando en cuenta esto se plantea una inclinación de 15°.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Es importante mencionar que el ángulo de orientación se basa en ubicar los paneles de forma que los rayos de sol incidan directamente a estos, como se observa en la figura 39, tomando como premisa que si la instalación se encuentra al sur de la línea ecuatorial, los paneles deben ubicarse hacia el norte. De esta forma se busca lograr la mayor eficiencia posible de los componentes del sistema.

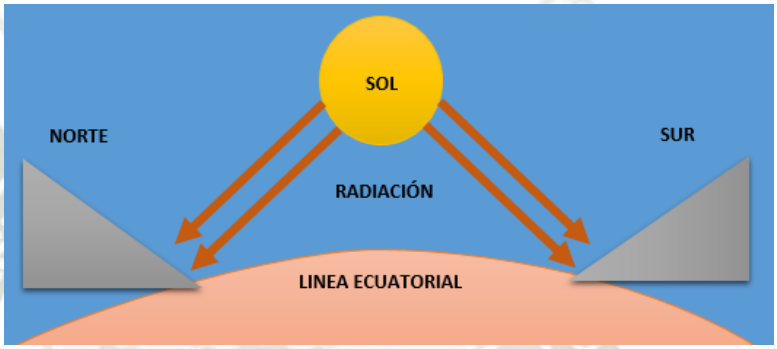


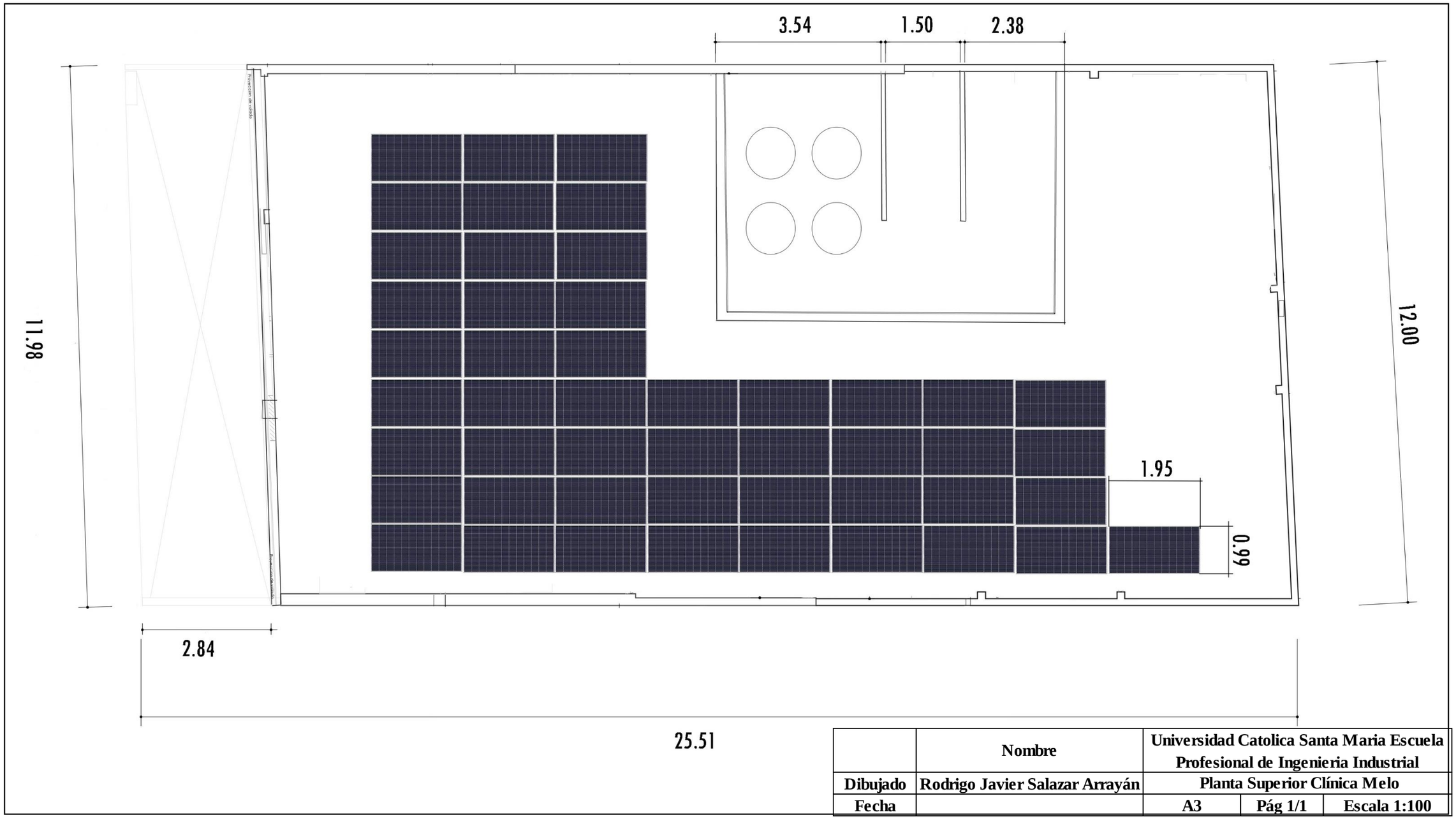
Figura 39: Orientación de los paneles

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.1.Esquema del diseño

Se elaboró el siguiente Layout, con los datos de las dimensiones de los 48 paneles que irán ubicados en la planta superior para su distribución en el área. Dada las dimensiones de los paneles de 1.956mm de largo y 992mm, requerirá de emplear un área de 93.13m2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



	Nombre	Universidad Catolica Santa Maria Escuela Profesional de Ingenieria Industrial		
Dibujado	Rodrigo Javier Salazar Arrayán	Planta Superior Clínica Melo		
Fecha		A3	Pág 1/1	Escala 1:100

Figura 40: Layout Sistema fotovoltaico

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

5. ANALISIS ECONÓMICO

Se desarrolló el análisis económico con el objetivo de calcular la rentabilidad del presente proyecto, determinándose el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno y el Periodo de Retorno de la inversión.

5.1. Flujo de caja del proyecto

5.1.1. Costos del proyecto

5.1.1.1. Costos de inversión

Entre los costos del proyecto tenemos a el costo de inversión, que será el desembolso relacionado con la adquisición del sistema fotovoltaico, donde está incluido el costo de los equipos, el costo de instalación que incluye un descuento por la adquisición del equipo y el costo de transporte de los mismo a la clínica.

5.1.1.2. Costos de mantenimiento

El costo de mantenimiento del sistema, establecido por el mismo proveedor de S/. 300 anuales.

5.1.1.3. Ingresos

Corresponde a los posibles ingresos que podemos tener al ejecutar el proyecto, para ello es posible obtener los ingresos del ahorro del consumo eléctrico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A la fecha del análisis el consumo mensual de energía eléctrica es 2473 kWh que equivalen a S/. 1375.72 mensual, y tomando en cuenta los consumos de los últimos 24 meses, se procedió a realizar un pronóstico de tendencia estacional para el cálculo del ahorro generado en un periodo de 10 años, con una cobertura del 80% del SFV. Empleando el método de proyección de tendencia con el elemento estacional visto en la referencia Métodos cuantitativos para los negocios. Cálculo del pronóstico para el ahorro de consumo eléctrico en anexo 38.

Tabla 15: Ahorro en Servicio eléctrico

Ahorro en S/. Del costo de servicio eléctrico		
kWh anual	**Costo Anual**	**0.8**
25876.452	S/. 14,920.36	S/. 11,936.29
26164.060	S/. 15,086.20	S/. 12,068.96
26451.667	S/. 15,252.03	S/. 12,201.63
26739.275	S/. 15,417.87	S/. 12,334.29
27026.883	S/. 15,583.70	S/. 12,466.96
27314.490	S/. 15,749.54	S/. 12,599.63
27602.098	S/. 15,915.37	S/. 12,732.30
27889.705	S/. 16,081.20	S/. 12,864.96
28177.313	S/. 16,247.04	S/. 12,997.63
28464.921	S/. 16,412.87	S/. 13,130.30

Fuente: Elaboración Propia

En el análisis se ha considerado una tasa de descuento de 10%, 2 mecanismos de pago del proyecto uno en el que se asume totalmente el costo de inversión, y el otro con un financiamiento del 60% de total de la inversión con una tasa del 7.8%, que es la tasas promedio dada las características del proyecto y también el historial financiero de buen pagador de la clínica, a un horizonte de pago de 5 años. Por decisión de la dirección de la clínica la inversión será cubierta sin ningún tipo de financiamiento, sin embargo se hace el análisis para contribuir con el tema académico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 16: Flujo del Proyecto

FLUJO DEL PROYECTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		S/. 11,936.29	S/. 12,068.96	S/. 12,201.63	S/. 12,334.29	S/. 12,466.96	S/. 12,599.63	S/. 12,732.30	S/. 12,864.96	S/. 12,997.63	S/. 13,130.30
Ahorro consumo eléctrico		S/. 11,936.29	S/. 12,068.96	S/. 12,201.63	S/. 12,334.29	S/. 12,466.96	S/. 12,599.63	S/. 12,732.30	S/. 12,864.96	S/. 12,997.63	S/. 13,130.30
EGRESOS		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Inversión	S/. 63,410.00										
Costo de equipo	S/. 61,810.00										
MO	S/. 1,500.00										
Transporte	S/. 100.00										
Mantenimiento		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Flujo	-S/. 63,410.00	S/. 11,636.29	S/. 11,768.96	S/. 11,901.63	S/. 12,034.29	S/. 12,166.96	S/. 12,299.63	S/. 12,432.30	S/. 12,564.96	S/. 12,697.63	S/. 12,830.30
VNA	S/. 11,126.90										
TIR	13.870%										
PRI (AÑOS)	5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Amortización de la deuda

Cuadro amortización de la deuda				
Periodo	**Saldo**	**Amortización**	**Interés**	**Cuota**
0	38046	0	0	0
1	31534.90	6511.10	2967.59	9478.69
2	24515.93	7018.97	2459.72	9478.69
3	16949.48	7566.45	1912.24	9478.69
4	8792.85	8156.63	1322.06	9478.69
5	0	8792.85	685.84	9478.69

Financiado	
Inversión	63410
Tasa	7.8%
N° Periodos	5
Financiado	38046
Capital propio	25364

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Flujo del proyecto con financiamiento

FLUJO DEL PROYECTO CON FINANCIAMIENTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		S/. 11,936.29	S/. 12,068.96	S/. 12,201.63	S/. 12,334.29	S/. 12,466.96	S/. 12,599.63	S/. 12,732.30	S/. 12,864.96	S/. 12,997.63	S/. 13,130.30
Ahorro consumo eléctrico		S/. 11,936.29	S/. 12,068.96	S/. 12,201.63	S/. 12,334.29	S/. 12,466.96	S/. 12,599.63	S/. 12,732.30	S/. 12,864.96	S/. 12,997.63	S/. 13,130.30
EGRESOS		S/. 9,778.69	S/. 9,778.69	S/. 9,778.69	S/. 9,778.69	S/. 9,778.69	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Inversión total	S/. 63,410.00										
Inversión Propia	S/. 25,364.00										
Inversión Financiada	S/. 38,046.00										
Costo de equipo	S/. 61,810.00										
MO	S/. 1,500.00										
Transporte	S/. 100.00										
Costo Financiero		S/. 9,478.69	S/. 9,478.69	S/. 9,478.69	S/. 9,478.69	S/. 9,478.69					
Mantenimiento		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Flujo	-25364.000	S/. 2,157.60	S/. 2,290.27	S/. 2,422.93	S/. 2,555.60	S/. 2,688.27	S/. 12,299.63	S/. 12,432.30	S/. 12,564.96	S/. 12,697.63	S/. 12,830.30
VNA	S/. 13,241.208										
TIR	17.389%										
PRI (AÑOS)	8										

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2. Análisis de sensibilidad

5.2.1. Escenario base

Para el escenario base dentro de este análisis de sensibilidad, tomaremos el que se dará con mayor probabilidad a lo largo de la vida del proyecto en este caso se considerara una probabilidad de ocurrencia del 60% y una cobertura del sistema a un 80%.

5.2.2. Escenario optimista

En este escenario se considera una probabilidad de ocurrencia del 25% y se han considerado la siguiente variación, se tomara un aumento de la cobertura del sistema a un 90%, asumiendo que las condiciones climatológicas no tengan mayor variación.

Tabla 19: Ahorro Escenario optimista

AHORRO ANUAL		
1	S/. 13,428.33	Cobertura del sistema al 90%
2	S/. 13,577.58	
3	S/. 13,726.83	
4	S/. 13,876.08	
5	S/. 14,025.33	
6	S/. 14,174.58	
7	S/. 14,323.83	
8	S/. 14,473.08	
9	S/. 14,622.33	
10	S/. 14,771.59	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 20: Flujo de proyecto escenario optimista

Optimista											
FLUJO DEL PROYECTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		S/. 13,428.33	S/. 13,577.58	S/. 13,726.83	S/. 13,876.08	S/. 14,025.33	S/. 14,174.58	S/. 14,323.83	S/. 14,473.08	S/. 14,622.33	S/. 14,771.59
Ahorro consumo eléctrico		S/. 13,428.33	S/. 13,577.58	S/. 13,726.83	S/. 13,876.08	S/. 14,025.33	S/. 14,174.58	S/. 14,323.83	S/. 14,473.08	S/. 14,622.33	S/. 14,771.59
EGRESOS		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Inversión	S/. 63,410.00										
Costo de equipo	S/. 61,810.00										
MO	S/. 1,500.00										
Transporte	S/. 100.00										
Mantenimiento		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Flujo	-63410.000	S/. 13,128.33	S/. 13,277.58	S/. 13,426.83	S/. 13,576.08	S/. 13,725.33	S/. 13,874.58	S/. 14,023.83	S/. 14,173.08	S/. 14,322.33	S/. 14,471.59
VNA	S/. 20,674.4384										
TIR	17.006%										
PRI (AÑOS)	5										

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.3. Escenario pesimista

Se considera una probabilidad de ocurrencia del 15% y la cobertura del sistema reduce al 60%

Tabla 21: Ahorro escenario pesimista

AHORRO ANUAL		
1	S/. 8,952.22	Cobertura del sistema al 60%
2	S/. 9,051.72	
3	S/. 9,151.22	
4	S/. 9,250.72	
5	S/. 9,350.22	
6	S/. 9,449.72	
7	S/. 9,549.22	
8	S/. 9,648.72	
9	S/. 9,748.22	
10	S/. 9,847.72	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 22: Flujo del proyecto escenario pesimista

Pesimista											
FLUJO DEL PROYECTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		S/. 8,952.22	S/. 9,051.72	S/. 9,151.22	S/. 9,250.72	S/. 9,350.22	S/. 9,449.72	S/. 9,549.22	S/. 9,648.72	S/. 9,748.22	S/. 9,847.72
Ahorro consumo eléctrico		S/. 8,952.22	S/. 9,051.72	S/. 9,151.22	S/. 9,250.72	S/. 9,350.22	S/. 9,449.72	S/. 9,549.22	S/. 9,648.72	S/. 9,748.22	S/. 9,847.72
EGRESOS		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Inversión	S/. 63,410.00										
Costo de equipo	S/. 61,810.00										
MO	S/. 1,500.00										
Transporte	S/. 100.00										
Mantenimiento		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Flujo	-63410	S/. 8,652.22	S/. 8,751.72	S/. 8,851.22	S/. 8,950.72	S/. 9,050.22	S/. 9,149.72	S/. 9,249.22	S/. 9,348.72	S/. 9,448.22	S/. 9,547.72
VNA	S/. -7,968.164										
TIR	7.039%										
PRI (AÑOS)	7										

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 23: Análisis sensibilidad

	60%	25%	15%
	Base	**Optimista**	**Pesimista**
VNA	S/. 11,126.90	S/. 20,674.44	-S/. 7,968.16
TIR	13.87%	17.01%	7.04%
PRD	5	5	7

Fuente: Elaboración propia

5.3. Rentabilidad económica

5.3.1. Valor actual neto (VAN)

Como se puede observar, el VAN obtenido para un escenario base, es un VAN positivo, de S/. 11,126.90

Entones podemos afirmar que:

- Recuperamos la inversión (los S/. 63,410 que nos costó el sistema de paneles y demás costos).
- Obtenemos el retorno que buscábamos al establecer la tasa, por lo que el proyecto crea valor para la institución.

Para concluir en este caso un VAN positivo indica un proyecto rentable. Observando también el VAN obtenido en el escenario optimista siguen siendo positivo, en el caso del escenario pesimista este presenta un VAN negativo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

En este caso la TIR es 13.87% mayor a la tasa requerida por el inversor (10%), lo que nos permite afirmar que lo producido por el proyecto, no solo alcanzara a cubrir lo requerido por el inversor, sino que además generara un excedente. Por tanto el proyecto es rentable.

También se observa que en el escenario optimista TIR es mayor.

Aun en el escenario pesimista TIR es ligeramente menor a la tasa de referencia.

5.3.3. Periodo de recuperación (PRD)

Usualmente este tipo de proyectos presentan un periodo de recuperación de la inversión entre los 5 a 7 años. El tiempo requerido para que la empresa recupere el monto invertido, en el escenario base, en el proyecto es de 5 años, tiempo de recuperación atractivo considerando que la vida útil del proyecto puede ser mucho mayor a 20 años.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4. Inclusión del riesgo del proyecto

Definimos al riesgo como el grado de dispersión de resultados obtenidos frente al promedio, mientras mayor sea la dispersión mayor es el riesgo, a más alta la desviación estándar mayor es el riesgo.

Se calcula el VPNE (valor presente neto esperado) a partir de la siguiente formula:

$$VPNE = \sum VNA\ x\ PROB$$

A partir de ello calculamos la varianza y desviación estándar con la siguiente formula:

$$\sigma^2 = \sum (VNA\ x\ VPNE)^2 * PROB$$

En el presente trabajo hallaremos el riesgo mediante el coeficiente de variación, el cual indica cuantas unidades de riesgo por unidad de rentabilidad esperada, para ello emplearemos la formula a continuación:

$$CV = \frac{\sigma}{VPNE}$$

Mientras que se tenga un valor superior de 1 del coeficiente de variación, el proyecto sería más riesgoso, y mientras más cercano sea el valor a 0 el proyecto presentara menos riesgo. Este coeficiente de variación nos indica cuantas unidades de riesgo por unidad de rentabilidad esperada se tiene.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 24: Calculo del Coeficiente de variación para el riesgo

	60%	25%	15%
	Base	**Optimista**	**Pesimista**
VNA	S/. 11,126.90	S/. 20,674.44	-S/. 7,968.16
TIR	13.87%	17.01%	7.04%
PRD	5	5	7
xProb	S/. 6,676.14	S/. 5,168.61	-S/. 1,195.22
VPNE	S/. 10,649.53		
(VNA-VPNE)^2*Prob	S/. 9,472,672.69	S/. 7,510,114.99	S/. 21,044,722.74
Varianza	S/. 38,027,510.42		
Desv. Estandar	6166.644989		
Coeficiente de Variación	0.58		

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la tabla y a partir de cálculo mencionado anteriormente se ha obtenido el coeficiente de variación con un valor de 0.58, indica que por cada unidad de rentabilidad esperada el proyecto nos entrega 0.58 unidades de riesgo, entonces el riesgo que representa la realización de este proyecto, es bajo y como hemos visto en los diversos escenarios considerando los indicadores de rentabilidad, este es un proyecto viable totalmente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.5. Ahorro económico

Se observa que con el sistema fotovoltaico instalado se disminuirían los costos por energía eléctrica lo que representaría un ahorro de S/. 125,332.94 en un periodo de 10 años considerado para el flujo, se puede observar en la tabla a continuación.

Tabla 25: Ahorro Económico Anual con SFV

Periodo	Ahorro Económico
1	S/. 11,936.29
2	S/. 12,068.96
3	S/. 12,201.63
4	S/. 12,334.29
5	S/. 12,466.96
6	S/. 12,599.63
7	S/. 12,732.30
8	S/. 12,864.96
9	S/. 12,997.63
10	S/. 13,130.30
TOTAL	**S/. 125,332.94**

Fuente: Elaboración propia

De mantenerse el suministro convencional el costo anual del servicio eléctrico seria de S/. 14,920 y con la implementación del sistema fotovoltaico este costo disminuiría a un S/. 2,984 durante el primer periodo, y esta tendencia continuaría en los siguientes años.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

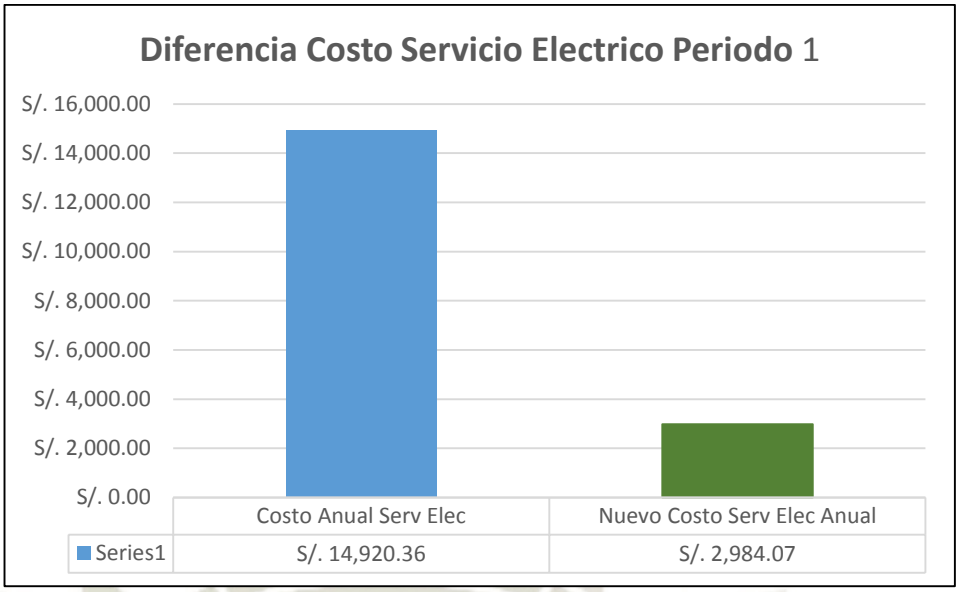


Figura 41: Diferencia costo Servicio Eléctrico del Sistema Periodo 1

Fuente: Elaboración propia

Estos ahorros se darían gracias también a que el kWh, con el equipo fotovoltaico seria de S/. 0.124, menor al costo actual de kWh proveniente de la red, como se ve en la figura 43

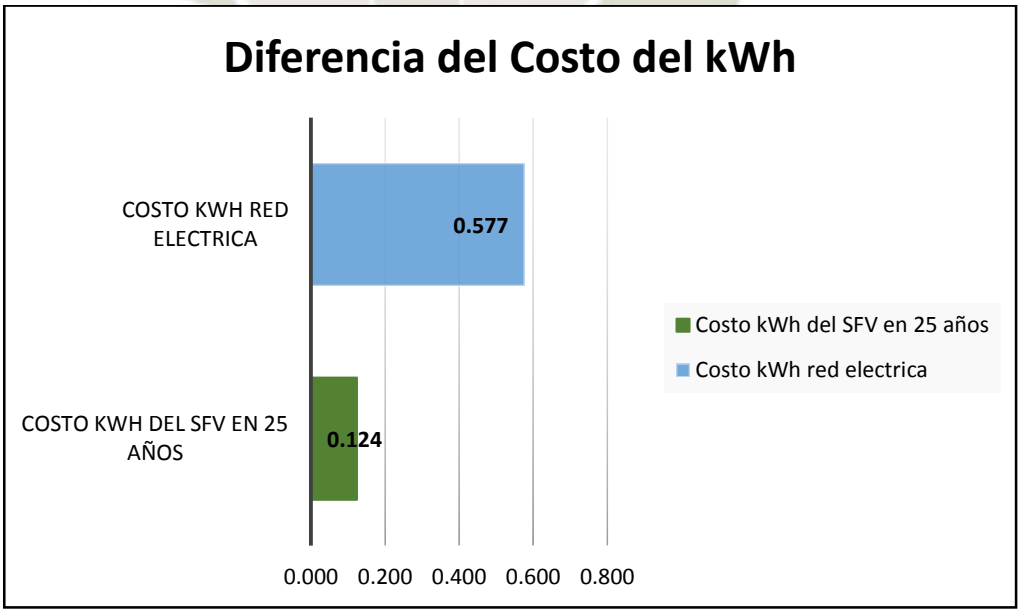


Figura 42: Diferencia Costo del kWh

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

6.1.Identificación de riesgos

A continuación se presenta una lista detallada de los riesgos identificados en relación al presente proyecto

Tabla 26: Identificación del riesgo

PROYECTO	**INSTALACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA CLÍNICA DE REPRODUCCIÓN MELO**	
Aspecto a evaluar	**Ítem**	**Descripción detallada del riesgo**
Inversiones	Producto	El sistema instalado no logra cubrir la capacidad necesaria de consumo eléctrico, significando más costos que ahorro
Técnico	Producto	Durante el proceso de instalación del sistema, se presenten problemas técnicos, ya sea cortos circuitos a lo largo del armado eléctrico presente en la institución
Clientes	Proyecto	Se podría generar malestar en algunos de los clientes (pacientes) internados en la clínica durante los procedimientos de instalación y reacondicionamiento del área donde se instalaran los paneles
Técnico	Producto y proyecto	Proveedor no cuente con stock disponible, en cuanto a los componentes de características específicas.
Cambio requerimiento del proyecto	Producto y proyecto	El sistema requerirá de una modificación, por características que no se establecieron previamente como la adquisición de nuevos equipos
Técnico	Producto	Posibles cambios en el climáticos que limiten la eficiencia del sistema
Cambio en el entorno	Producto y proyecto	El desarrollo de una construcción más elevada en viviendas alrededor de la clínica que impida la captación de la luz solar
Fallo en el sistema	Producto y clientes	Una vez instalado y puesto en marcha el uso del nuevo sistema, con el paso del tiempo vaya presentando falla e incluso problemas en equipos médicos sensible a los cambios de las condiciones eléctricas en las que operan

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2. Análisis del riesgo

6.2.1. Impacto

Tabla 27: Impacto del riesgo

	TABLA DE IMPACTO			
	Bajo	**Leve**	**Mediano**	**Alto**
	1	**2**	**3**	**4**
Calidad del sistema	Sistema es optimo	Sistema dentro de los parámetros de calidad	Sistema inaceptable con incidencia en fallos	Sistema con fallo constantes
Alcance	Sistema tiene una reducción imperceptible en funcionabilidad	Sistema cumple dentro de los parámetros de calidad	Sistema no cubre el consumo que se esperaba	Sistema es totalmente obsoleto para lo requerido
Costos	Incremento mínimo	Incremento cerca del 3%	Incremento cerca del 10%	Incremento cerca del 15%

Fuente: Elaboración propia

Procedemos a cuantificar el impacto de cada uno de los riesgos determinados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 28: Calificación del impacto del riesgo

RIESGOS	IMPACTO
El sistema instalado no logra cubrir la capacidad necesaria de consumo eléctrico, significando más costos que ahorro	3
Durante el proceso de instalación del sistema, se presenten problemas técnicos, ya sea cortos circuitos a lo largo del armado eléctrico presente en la institución	4
Se podría generar malestar en algunos de los clientes (pacientes) internados en la clínica durante los procedimientos de instalación y reacondicionamiento del área donde se instalaran los paneles	2
Proveedor no cuente con stock disponible, en cuanto a los componentes de características específicas.	3
El sistema requerirá de una modificación, por características que no se establecieron previamente como la adquisición de nuevos equipos	2
Posibles cambios en el climáticos que limiten la eficiencia del sistema	3
El desarrollo de una construcción más elevada en viviendas alrededor de la clínica que impida la captación de la luz solar	4
Una vez instalado y puesto en marcha el uso del nuevo sistema, con el paso del tiempo vaya presentando falla e incluso problemas en equipos médicos sensible a los cambios de las condiciones eléctricas en las que operan	4

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.2. Probabilidad de ocurrencia

Tabla 29: Ocurrencia del riesgo

TABLA DE OCURRENCIA			
1	**2**	**3**	**4**
Genera sorpresa de ocurrir	Menor probabilidad de que se presente	Mayor probabilidad de que se presente	No causa sorpresa si se presenta

Fuente: Elaboración propia

Al igual que con los impactos, se cuantifican la ocurrencia por cada riesgo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 30: Calificación de la probabilidad de ocurrencia del riesgo

RIESGOS	OCURRENCIA
El sistema instalado no logra cubrir la capacidad necesaria de consumo eléctrico, significando más costos que ahorro	2
Durante el proceso de instalación del sistema, se presenten problemas técnicos, ya sea cortos circuitos a lo largo del armado eléctrico presente en la institución	2
Se podría generar malestar en algunos de los clientes (pacientes) internados en la clínica durante los procedimientos de instalación y reacondicionamiento del área donde se instalaran los paneles	4
Proveedor no cuente con stock disponible, en cuanto a los componentes de características específicas.	1
El sistema requerirá de una modificación, por características que no se establecieron previamente como la adquisición de nuevos equipos	2
Posibles cambios en el climáticos que limiten la eficiencia del sistema	1
El desarrollo de una construcción más elevada en viviendas alrededor de la clínica que impida la captación de la luz solar	2
Una vez instalado y puesto en marcha el uso del nuevo sistema, con el paso del tiempo vaya presentando falla e incluso problemas en equipos médicos sensible a los cambios de las condiciones eléctricas en las que operan	2

Fuente: Elaboración propia

Se procede a elaborar la matriz de probabilidad e impacto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 31: Matriz de probabilidad e impacto

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO			
RIESGOS	**IMPACTO**	**OCURRENCIA**	**TOTAL**
El sistema instalado no logra cubrir la capacidad necesaria de consumo eléctrico, significando más costos que ahorro	3	2	6
Durante el proceso de instalación del sistema, se presenten problemas técnicos, ya sea cortos circuitos a lo largo del armado eléctrico presente en la institución	4	2	8
Se podría generar malestar en algunos de los clientes (pacientes) internados en la clínica durante los procedimientos de instalación y reacondicionamiento del área donde se instalaran los paneles	2	4	8
El sistema instalado debería cubrir más kWh de lo previamente establecido en la auditoria	3	1	3
El sistema requerirá de una modificación, por características que no se establecieron previamente como la adquisición de nuevos equipos	2	2	4
Posibles cambios en el climáticos que limiten la eficiencia del sistema	3	1	3
El desarrollo de una construcción más elevada en viviendas alrededor de la clínica que impida la captación de la luz solar	4	2	8
Una vez instalado y puesto en marcha el uso del nuevo sistema, con el paso del tiempo vaya presentando falla e incluso problemas en equipos médicos sensible a los cambios de las condiciones eléctricas en las que operan	4	2	8

RIESGO	**PARAMETRO**
ALTO	de 11 a 16
MEDIO	de 6 a 10
BAJO	de 0 a 5

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Como se puede ver en la matriz de probabilidad e impacto, existen riesgos de media a alto, entre los que tenemos, inconvenientes técnicos al momento de la instalación que puedan generar algún tipo de daño al equipo adquirido o corto circuitos, esto dependerá del personal capacitado encargado de la instalación del sistema, así mismo también durante la instalación debido a que el SFV será instalado en la planta superior se tendrá que transportar los equipos por algunas de las instalaciones dentro de la clínica lo cual podría representar un tipo de molestia tanto para cliente y personal que labora en la misma, del mismo modo puede que se presente algún tipo de falla una vez el equipo este instalado y en funcionamiento, que podría generar problemas en los equipos médicos sensibles a condiciones eléctricas. Uno de los riesgos más resaltantes es la posibilidad de que en viviendas, ya que es una zona residencial, a los alrededores se desarrolle una construcción de mayor altura y que generen sombra en los paneles, claramente afectando el correcto rendimiento que se puede obtener de estos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.3. Medidas de mitigación del riesgo

Tabla 32: Medidas de mitigación del riesgo

RIESGOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO
El sistema instalado no logra cubrir la capacidad necesaria de consumo eléctrico, significando más costos que ahorro	Plantear todos los requerimientos previamente considerando todas las necesidades para que el sistema cumpla con su cometido. Establecer el listado correcto y actualizado de los equipos previniendo modificación futuras en consumo de energía, de haber un cambio se debe comunicar
Durante el proceso de instalación del sistema, se presenten problemas técnicos, ya sea cortos circuitos a lo largo del armado eléctrico presente en la institución	Tomar todas las medidas de suma precaución necesarias en cuanto al cuidado de los equipos y personal encargado de esta función
Se podría generar malestar en algunos de los clientes (pacientes) internados en la clínica durante los procedimientos de instalación y reacondicionamiento del área donde se instalaran los paneles	Comunicar a los pacientes los cambios realizados, y de ser posible trasladar a todos los pacientes al segundo piso
Proveedor no cuente con stock disponible, en cuanto a los componentes de características específicas.	Comunicar con anticipación las necesidades de los equipos, mencionando sus características especificas
El sistema requerirá de una modificación, por características que no se establecieron previamente como la adquisición de nuevos equipos	Establecer los requerimientos necesarios del proyecto anticipándose a necesidades a corto plazo
Posibles cambios en el climáticos que limiten la eficiencia del sistema	Tener un monitoreo de las condiciones climáticas de la ciudad
El desarrollo de una construcción más elevada en viviendas alrededor de la clínica que impida la captación de la luz solar	Tomar en cuenta las condiciones y características de la infraestructura para buscar medidas de solución, simulación mediante software para determinar si la construcción realmente obstruye la luz solar
Una vez instalado y puesto en marcha el uso del nuevo sistema, con el paso del tiempo vaya presentando falla e incluso problemas en equipos médicos sensible a los cambios de las condiciones eléctricas en las que operan	Establecer contacto directo con el proveedor con el objetivo de encontrar y solucionar el problema en el menor tiempo posible

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO VII

7. ASPECTOS AMBIENTALES

7.1. Impacto ambiental

Es la energía solar fotovoltaica parte de las energías renovables, que conforman la alternativa de solución frente a los combustibles fósiles. Se originan de una fuente inagotable, contribuyendo de esta forma al autoabastecimiento energético nacional, a su vez siendo menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo, y los derivados de su generación. (Web Conectate Al Sol 2016)

Los principales factores ambientales se describen a continuación:

Clima:

Como se ha visto a lo largo del presente trabajo de investigación la generación de electricidad mediante la luz solar no necesita ningún tipo de combustión razón por la cual no se emite polución térmica y emisiones de CO2 que influyan en el efecto invernadero.

Geología:

El elemento principal en la manufactura de paneles fotovoltaicos es el silicio, obtenido de la arena, y del cual que no se requieren cantidades significativas. Por eso no se generan algún tipo de alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno durante el proceso de fabricación de los paneles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Suelo:

Las incidencias sobre las características físico químicas del suelo es nula ya que todo sistema fotovoltaico no produce ningún tipo de contaminante, ni vertidos o movimientos de tierra.

Aguas superficiales y subterráneas:

Por otro lado tampoco se presentan alteración o modificaciones de los acuíferos o de las aguas superficiales ya sea situaciones de consumo, o por contaminación por residuos o vertidos.

Flora y fauna:

Los efectos sobre la vegetación son nulos. Un factor a beneficio es que al eliminarse cableados eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje:

En su mayoría los paneles solares poseen diversas opciones de integración, razón por la cual lo hacen un elemento sencillo de armonizar en diferentes tipos de estructuras, reduciendo así el posible impacto visual que pudiesen generar, por otro lado a ser sistemas autónomos no requieren de una alteración del paisaje con postes y cableados.

Ruidos:

Todo sistema fotovoltaico es totalmente silencioso, siendo este factor un notable y gran punto diferenciador frente a los generadores eléctricos a motor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Medio social:

El terreno y espacio necesario para una instalación de un sistema fotovoltaico, está relacionado directamente a la dimensión de este mismo, en base a las características de consumo eléctrico, en la gran mayoría de caso no representan una cantidad significativa de terreno, que generen gran impacto ya que son para cubrir un uso doméstico.

Un punto fundamental que se debe tener en cuenta es la manipulación de materiales peligrosos, esto debido a que durante el proceso de manufactura de los paneles fotovoltaicos y algunos de sus diversos componentes, se emiten materiales peligrosos y contaminantes para el medio ambiente, los cuales son señalados como el impacto ambiental más resaltante de todo sistema fotovoltaico, estos materiales usualmente son empleados para la limpieza y purificación de semiconductores de las células. Las sustancias que se suelen utilizar para estos procedimientos son: Ácidos clorhídricos, sulfúricos, nítricos, Fluoruro de hidrógeno, 1,1,1-tricloroetano, y Acetona.

Los productos químicos, su tipo y cantidad empleado dependerán en gran medida del tipo de célula, y la limpieza que esta requiera así también como la medida de la oblea de silicio. En la actualidad podemos encontrar que existen diversas tecnologías con mayor desarrollo pero también requieren mayor uso de materiales peligrosos presentes durante su fabricación, así la célula fotovoltaica de lámina fina posee materiales más tóxicos, como el telururo de cadmio en comparación con las células tradicionales de silicio. En condiciones de uso normal, las células de telururo de cadmio no significan un riesgo ambiental, pero en condiciones excepcionales como las de un incendio, se liberan gases tóxicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De no manejarse y desecharse de forma adecuada podrían representar serios riesgos ambientales o de salud, para ello los fabricantes buscan la forma de incentivar económicamente para así asegurar que estos materiales valiosos sean reciclados en vez de ser considerados como desperdicios. Si de alguna forma se busca comparar con las formas tradicionales de generación eléctrica, para el caso puntual de los sistemas fotovoltaicos, su ciclo de vida conlleva materiales menos peligrosos.

Las emisiones más dañinas para los seres humanos, generadas en el ciclo de vida de un sistema fotovoltaico como podría ser el dióxido de azufre, son mucho más bajas que las formas convencionales de energía. Las investigaciones nos permiten afirmar que los sistemas fotovoltaicos son ampliamente más seguras en términos de emisiones dañinas tanto al medio ambiente como para la salud, a cualquier central eléctrica de combustión. Los niveles de combustión emitidos por centrales alimentadas con combustibles tradicionales son contaminantes que están relacionados con problemas de fertilidad, cardiovasculares y de tipo cancerígeno. Tener en cuenta también que existe un peligro para la salud de los trabajadores en el proceso de fabricación de los paneles ya que corren el riesgo de inhalación de polvo de silicio, si no se toman en cuenta las medidas de seguridad y uso de EPP pertinentes al caso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.2. Matriz de impactos ambientales

Tabla 33: Criterios de calificación para matriz de impacto ambiental

FACTOR			
NATURALEZA	SIGNO	PERSISTENCIA	VALOR
Benéfica	+	Fugaz	1
Negativa	-	Temporal	2
INTENSIDAD	VALOR	Permanente	4
Baja	1	REVERSIBILIDAD	VALOR
Media	2	A corto plazo	1
Alta	4	A mediado plazo	2
Muy alta	8	Irreversible	4
EXTENSION	VALOR	SINERGIA	VALOR
Puntual	1	Sinergismo	1
Parcial	2	Sinérgico	2
Extenso	4	Muy sinérgico	4
MOMENTO	VALOR	PERIOCIDAD	VALOR
Largo	1	Irregular	1
Mediano	2	Periódico	2
Inmediato	4	Continuo	4
ACUMULACION	VALOR	EFECTO	VALOR
Simple	1	Indirecto	1
Acumulativo	4	Directo	4
RECUPERABILIDAD	VALOR		
Inmediatamente	1		
Mediano plazo	2		
Parcialmente	4		
Irrecuperable	8		

Importancia	Relevancia del impacto ambiental
0 a 34	Irrelevante
35 a 49	Moderado
50 a 74	Severo
75 a más	Crítico

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 34: Matriz de Impacto ambiental

ACTIVIDAD	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	CONDICIONES NORMALES	CONDICIONES ANORMALES	CONDICIONES DE EMERGENCIA	Signo	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	IMPORTANCIA	Relevancia del impacto
Fabricación del panel solar Fotovoltaico	Incendio	Contaminación del aire por emisiones de gases			X	-	8	4	2	2	4	4	4	4	4	1	**-57**	**SEVERO**
		Alteración de las características del suelo			X	-	8	2	1	2	4	4	2	4	4	1	**-50**	**SEVERO**
		Daño en infraestructura			X	-	4	2	1	4	4	4	2	1	4	1	**-37**	**MODERADO**
		Daño en propiedad ajena			X	-	4	4	1	4	4	4	2	1	4	1	**-41**	**MODERADO**
	Explosión	Contaminación del suelo			X	-	8	4	2	2	4	4	2	4	4	1	**-55**	**SEVERO**
		Deterioro de la calidad del aire			X	-	8	2	4	2	4	4	2	4	4	1	**-53**	**SEVERO**
		Afectación a la comunidad			X	-	4	4	4	2	2	2	2	1	4	1	**-38**	**MODERADO**
	Derrames de sustancias químicas o desechos peligrosos	Contaminación del aire por emisiones de gases			X	-	4	4	2	2	2	4	2	4	4	1	**-41**	**MODERADO**
		Alteración de las características del suelo			X	-	4	1	1	2	4	4	4	4	4	2	**-39**	**MODERADO**
Documentación administrativa del pedido del sistema fotovoltaico	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales	X			-	1	1	2	2	2	4	2	4	4	2	**-27**	**IRRELEVANTE**
	Uso y consumo de papel	Agotamiento de recursos naturales	X			-	1	1	2	2	4	4	2	4	4	4	**-31**	**IRRELEVANTE**
	Generación de residuos sólidos ordinarios y reciclables	Deterioro del suelo	X			-	1	1	2	2	2	4	2	4	4	1	**-26**	**IRRELEVANTE**
		Contaminación visual	X			-	1	1	4	2	2	2	1	4	4	4	**-28**	**IRRELEVANTE**
Transporte de panel fotovoltaico	Generación de gases de combustión	Deterioro de la calidad del aire por emisiones	X			-	4	4	1	4	4	4	2	4	4	1	**-44**	**MODERADO**
		Calentamiento global	X			-	4	4	1	4	4	4	2	4	4	1	**-44**	**MODERADO**
	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales	X			-	2	4	4	2	2	4	2	4	4	2	**-38**	**MODERADO**
	Generación de residuos sólidos ordinarios y reciclables	Deterioro del suelo	X			-	4	1	4	2	4	4	2	4	4	1	**-39**	**MODERADO**
		Contaminación visual	X			-	1	1	4	2	2	2	1	1	4	1	**-22**	**IRRELEVANTE**
	Uso y consumo de combustible	Disminución del recurso no renovable	X			-	2	1	1	4	4	4	2	1	4	2	**-30**	**IRRELEVANTE**
	Accidente de tránsito	Contaminación del suelo por derrames de fluidos lubricantes y combustible			X	-	4	2	4	2	4	8	4	4	4	1	**-47**	**MODERADO**
Acondicionamiento del área e instalación del sistema fotovoltaico	Generación de ruido	Contaminación sonora	X			-	1	4	4	2	1	1	2	1	4	4	**-30**	**IRRELEVANTE**
		Molestias a viviendas aledañas y pacientes	X			-	1	4	4	2	1	1	2	1	4	4	**-30**	**IRRELEVANTE**
	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales	X			-	2	4	4	2	2	4	2	4	4	2	**-38**	**MODERADO**
	Generación de residuos sólidos ordinarios y reciclables	Deterioro del suelo	X			-	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	**-44**	**MODERADO**
		Contaminación visual	X			-	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	**-46**	**MODERADO**

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A partir de esta matriz de impactos ambientales del proyecto podemos observar que se confirma lo mencionado anteriormente, las principales incidencias medio ambientales se registran en lo que respecta al proceso de fabricación del panel fotovoltaico con relevancias de impacto de moderada a severa, y hablamos principalmente del proceso de fabricación ya que en esta instancia donde la obtención de la materia prima como es el silicio podría representar en poca medida un impacto negativo. Durante la instalación y acondiciomiento de la infraestructura donde se instalaran los paneles, el mayor impacto se encuentra en los residuos sólidos posiblemente dejados durante el proceso de cableado del sistema, todo esto a nivel de contaminación de los suelos. Hablando de contaminación del aire tanto los incendios como explosiones está directamente relacionados al uso de químicos inflamables en los procesos de manufactura, así como en menor medida los transportes que se realizan, directamente relacionado al uso de combustible, y contaminación sonora directamente relacionada, a la generación del ruido al momento de la instalación del sistema catalogada como irrelevante.

Las medidas de mitigación de la clínica con respecto a los impactos ambientales únicamente están relacionadas cuando el SFV está ya instalado, podríamos considerar medidas preventivas para evitar cortos circuitos e incendios. Para finalizar mencionar que la literatura remarca que durante el funcionamiento del SFV, se genera una energía limpia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.3. Datos relevantes en ACV de paneles fotovoltaicos

Los estudios llevados a cabo sobre el ACV en relación a la energía fotovoltaica, nos han permitido estructurar datos al nivel de análisis de inventarios desde la extracción de materia prima, hasta las medidas de disposición finales en el ciclo de vida de un SFV. Dentro de las investigaciones revisadas se observó que la mayoría de los estudios realizados, la metodología ACV se centra primordialmente en los módulos, componentes como el inversor, cables, estructuras y demás accesorios eléctricos, que si bien es cierto son de suma influencia en el funcionamiento de sistema fotovoltaico, no son tomados en cuenta, y en muchas ocasiones se cuenta con data escasa de estos. Durante el funcionamiento de un sistema fotovoltaico las emisiones de C02 son prácticamente inexistente, pero estas se generan en otras etapas del ciclo del panel fotovoltaico, como ya se ha visto estas etapas incluyen la fabricación de los paneles fotovoltaicos y otras como su transporte, su posterior instalación y el mantenimiento del sistema, el tipo de reciclaje de los paneles juega un rol también importante en cuanto a las emisiones emitidas. Múltiples investigaciones se centran en el consumo de energía primaria para la fabricación de paneles fotovoltaicos, estos estudios mencionan que el consumo de energía necesario para la producción de 1m2 de módulos de silicio policristalino puede estar entre 667 kWh, considerado bajo, o 2115 kWh, considerado alto, mientras que para módulos de silicio monocristalinos está en un intervalo de 1470 kWh y 4580 kWh por m2.

Estimaciones en las investigaciones de las emisiones de ciclo de vida para los sistemas fotovoltaicos es entre 30 y 80 gramos de dióxido de carbono equivalente por kWh generado., para nuevas tecnologías como son los paneles de Telururo de cadmio estas emisiones suelen ser más bajas 24 gramos de dióxido de carbono por kWh, asemejándose mucho a la de energía nuclear. Como se ha venido mencionando

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

las emisiones que se generan son principalmente debido a los procesos en la manufactura y transportes.

Si se compara las emisiones de gases de efecto invernadero de paneles fotovoltaicos por kWh, estas son muy inferiores frente a las emisiones de plantas de energía convencionales aun si considerar sus emisiones de operación y solo teniendo presente las emitidas por su producción, y transporte de combustible.

Este breve análisis de los estudios de ACV contribuirá de alguna forma en la toma de decisiones del porque escoger un SFV como fuente de suministro eléctrico, sustentado en sus bajos impactos ambientales en todo el ciclo de vida del sistema, para ello saber el impacto generado en los procesos dentro del ciclo de vida es primordial. Para todo ACV se establece una unidad funcional con características propias que será analizada, para el presente trabajo tomaremos como referencia la investigación de Martinez (2017) asemejando un sistema fotovoltaico de similares características al seleccionado en este estudio.

Entonces a continuación se mostrara los límites del sistema.

- Límites del Sistema:

  El sistema incluirá etapas como el abastecimiento de materia prima, transportes en los diversos procesos del ciclo de vida, manufactura de los equipos que conforman el panel fotovoltaico, instalación y funcionamiento del mismo como se observa en la figura a continuación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

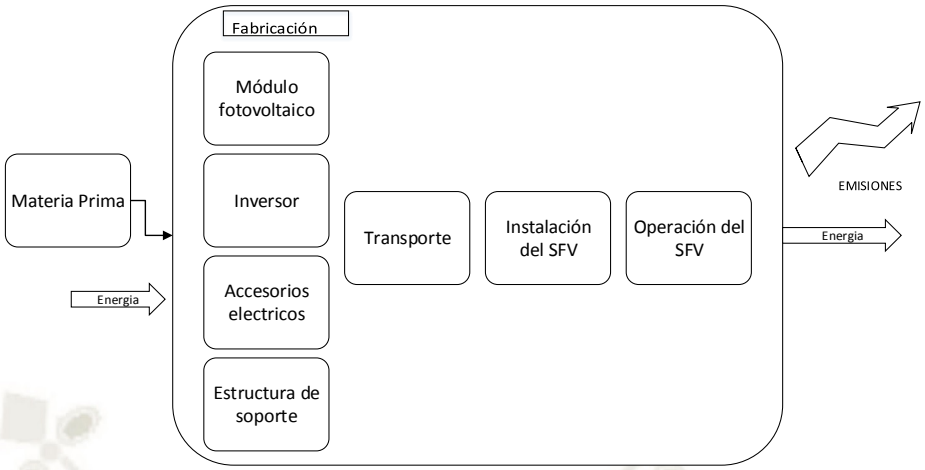


Figura 43: Límites del Sistema ACV de un SFV

Fuente: Martínez (2017). Elaboración propia

- Análisis de Inventario:

  Para el desarrollo del análisis inventario en la investigación tomada como referencia se ha empleado la base de datos Ecoinvent 3.1 (2014), la cual posee una amplia variedad de data sobre materiales y servicios, dentro del proceso de manufactura de los paneles solares, contando esta base de datos se buscó componentes de similares características a los seleccionados en este trabajo, es decir un sistema conformado por paneles policristalinos de 320W, una estructura de soporte, y un inversor de 15kW para un ciclo de vida de 25 años.

- Evaluación de impacto.

  Según la metodología del análisis ciclo de vida, nos indica que se debe considerar categorías de impacto. En base a ella se obtuvo la siguiente data cuantificada con los impactos por cada componente del SFV en la investigación realizada por Martinez (2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 35: Impacto Ambiental de los Componentes de un SFV

Categorias de Impacto	Modulo Policristalino	Inversor 15K	Estructura Soporte	Instalación electrica	TOTAL %
ADP Elements Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos [kg Sb-eq.]	52.64	38.73	0.85	7.78	100
ADP Fossil Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos [MJ]	74.21	7.62	14.11	4.06	100
AP Potencial de Acidificación [kg SO2-eq.]	56.12	14.53	18.12	11.23	100
EP Potencial de Eutrofización [kg PO4-eq.]	47.32	28.77	8.34	15.57	100
FAETP Potencial de Ecotoxicidad Acuática de Agua Dulce [kg DCB-eq]	33.75	28.02	18.39	19.84	100
GWP Potencial de Calentamiento Global [kg CO2-eq.]	72.43	8.41	16.75	2.41	100
HTP Potencial de Toxicidad Humana [kg DCB-eq.]	24.84	35.97	13.51	25.68	100
MAETP Potencial de Ecotoxicidad Acuática Marina [kg DCB-eq.]	32.25	16.81	37.04	13.9	100
ODP Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono [kg R11-eq.]	90.73	3.74	4.62	0.91	100
POCP Potencial de Creación de Ozono Fotoquímico [kg C2H4-eq.]	67.17	12.16	12.76	7.91	100
TETP Potencial de Ecotoxicidad Terrestre [kg DCB-eq.]	38.11	31.39	15.27	15.23	100

Fuente: Martínez (2017). Elaboración propia

En la tabla podemos ver los impactos potenciales de un sistema fotovoltaico de características muy cercanas al planteado en este estudio, con data recopilada de la base de datos Ecoinvent 3.1(2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

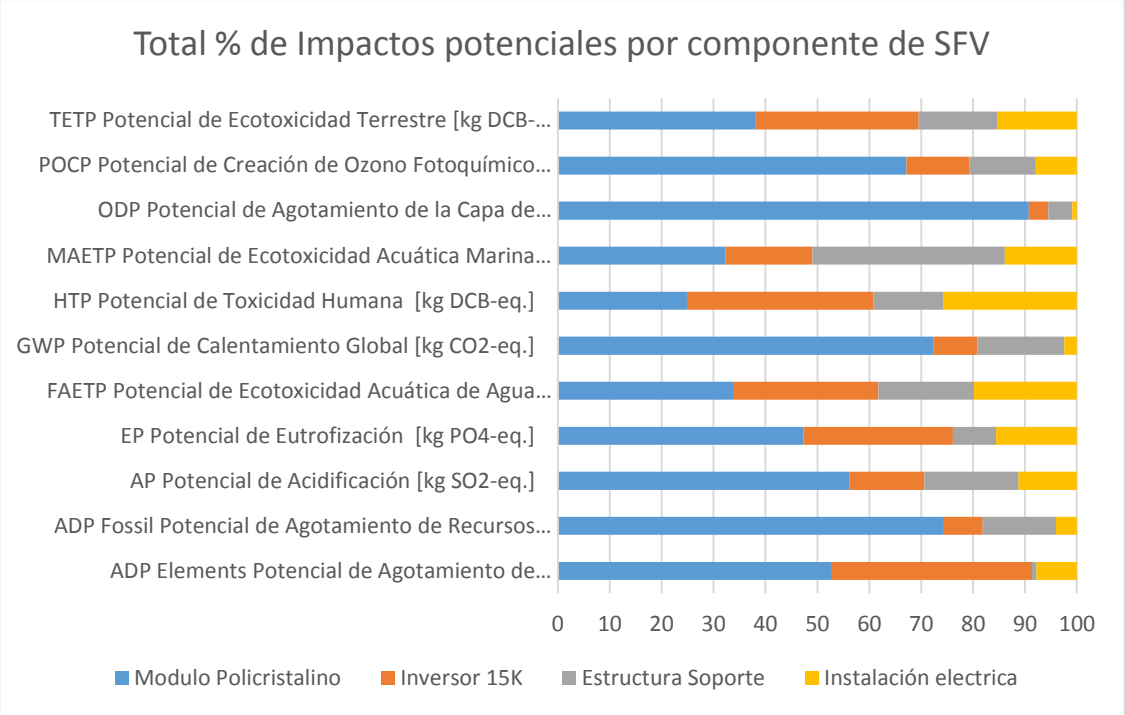


Figura 44: Total de impactos potenciales por componente de SFV

Fuente: Martínez (2017). Elaboración propia

Comentario: En la figura podemos observar en que en gran proporción los impactos vienen del módulo o panel solar, dada las características en su fabricación, donde resalta el Silicio, y demás metales, de igual manera con el inversor.

A continuación se presenta un árbol de proceso de un panel fotovoltaico, figura 46, donde las líneas rojas muestran donde es que hay la mayor carga ambiental que se encuentra dentro del proceso donde el silicio metalúrgico pasa a silicio de grado solar y al proceso donde se ensambla el modulo, de esta forma comprender porque es que el panel es el componente de mayor impactos ambientales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

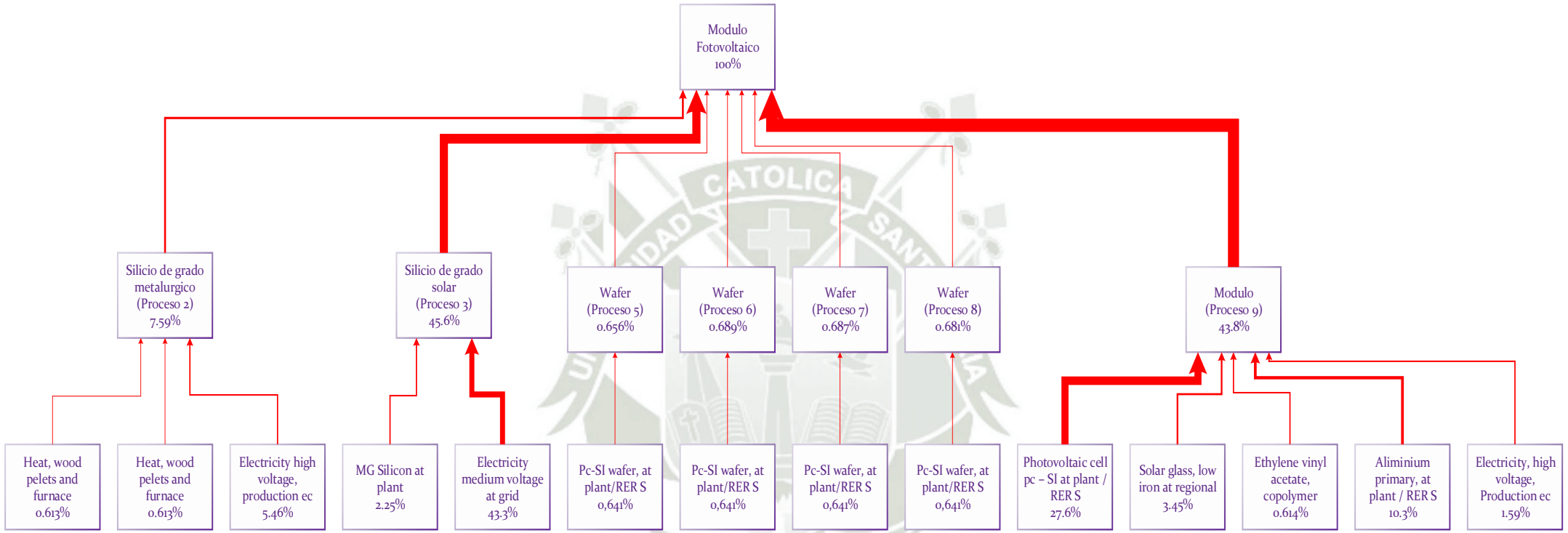


Figura 45: Árbol de proceso panel fotovoltaico

Fuente: ACV para paneles fotovoltaicos UVA

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.4. Disposición del panel fotovoltaico al final de su vida útil

Los módulos o paneles solares que producen esa energía no van a durar toda la vida, si bien es cierto poseen una vida útil estándar de unos 25 a 30 años, lo que significa que algunos de los paneles instalados en los inicios de esta tecnología, no tardarán en ser retirados. Y con el paso de los años cada vez más y más serán retirados del servicio, módulos fotovoltaicos de vidrio y metal que pronto empezaran a ser millones, y luego decenas de millones de toneladas métricas de material. Esta es una situación de gran relevancia para un crecimiento fructífero de la sostenibilidad medio ambiental, recientemente la directiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, por sus siglas en inglés, ha sido actualizada por la UE para hacer más "verde" el ciclo de vida de los paneles solares. Solo la UE ha adoptado regulaciones específicas en el campo del reciclaje hoy en día. Un gran porcentaje de países alrededor de todo el mundo los clasifican cómo basura o material industrial. Si bien es cierto que existen países como, cómo Japón o Estados Unidos, los cuales establecieron normas generales que afectan a los paneles por contenido de material peligroso, y los procesos de tratamiento o destrucción de los mismos, pero haciendo uso de una legislación muy pobre y generalista. (Web Ambientum 2018).

Para el presente estudio las disposiciones finales y medidas que se tomarán con el sistema una vez culmine su vida útil, dependerán de la organización, sin embargo se considera 3 etapas fundamentales dentro de su ciclo de vida, la reducción, reutilización y el reciclaje (figura 46), en cuanto al tema medio ambiental se trata, que deben ser tomadas en consideración ya que es parte de la responsabilidad social como empresa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

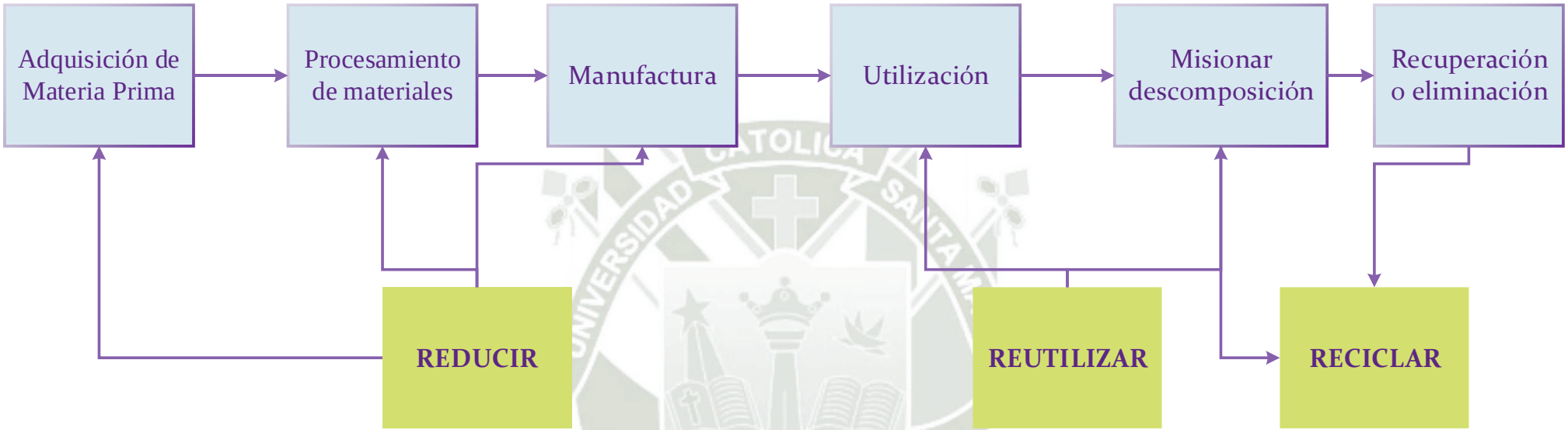


Figura 46: Etapa Ciclo de Vida Panel Fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El reciclaje para un panel solar se conforma de 3 procesos como se puede observar en la siguiente figura

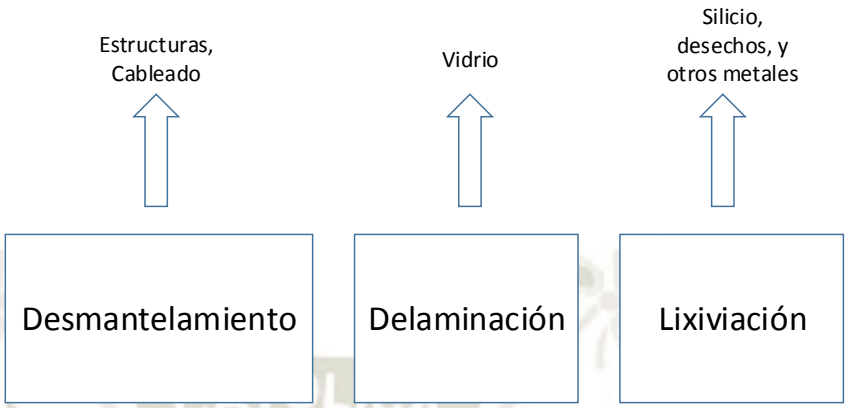


Figura 47: Procesos de reciclaje de un panel fotovoltaico

Fuente: Romero (2019). Elaboración propia

Podemos nombrar 3 tipos de reciclaje para este tipo de sistemas, el reciclaje mecánico, el cual se basa en moler y separar la unión entre el silicio vidrio y el etileno acetato de vinilo (EVA), y posteriormente mediante de un ataque químico eliminar rastros de resina, el método térmico, busca separar el vidrio mediante un láser de la unión del semiconductor y el EVA, para posteriormente llevar esta al horno para solo recolectar el semiconductor, y el método químico, mediante el empleo de químicos orgánicos se busca eliminar la resina EVA del semiconductor, por lo que se permitiría su reutilización.

En la investigación de Romero (2019) nos muestra un análisis del ACV realizado en cada método de reciclaje.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

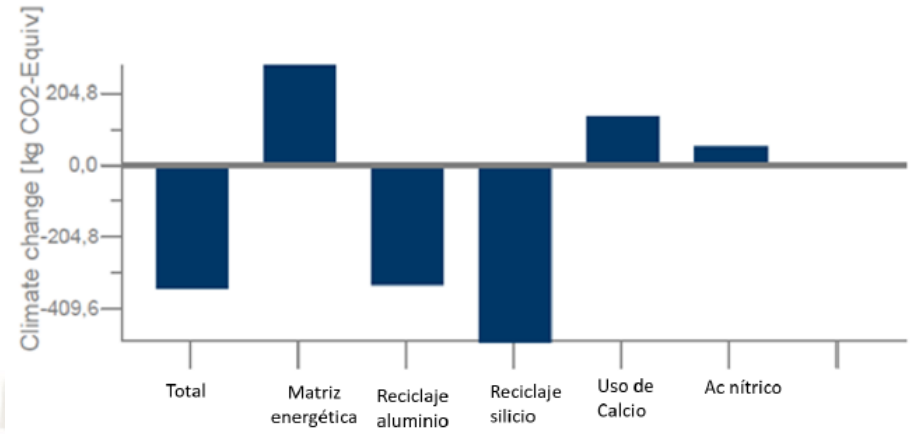


Figura 48: Kg de CO2 equivalente generado en el método mecánico de reciclaje

Fuente: Romero (2019)

Como se puede apreciar en la figura el método mecánico de reciclaje, hay una disminución en la generación equivalente de CO2, la principal generación se encuentra en el empleo de la red eléctrica, necesario para procesos como la molienda en este método, así mismo, la disminución se encuentra en el reciclaje del silicio, pues el proceso de extracción y refinamiento de este requiere de gran cantidad de energía.

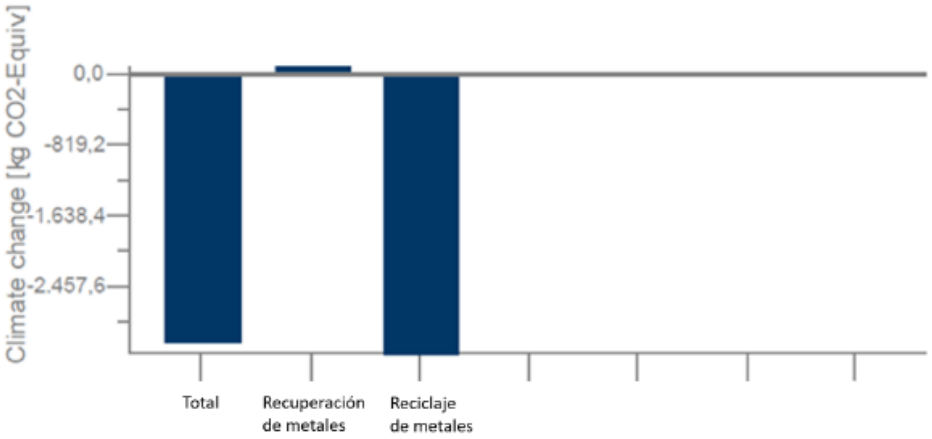


Figura 49: Kg de CO2 equivalente generado en el método térmico de reciclaje

Fuente: Romero (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En esta otra figura podemos mirar que durante el método térmico hay una pronunciada disminución en la generación equivalente de CO2, esta gracias al reciclaje de materias primas como el silicio, de igual medida como ocurrió en el método mecánico, podemos ver también que la fuente de generación está en la recuperación de metales, en donde se emplea la electrolisis, que consume energía eléctrica.

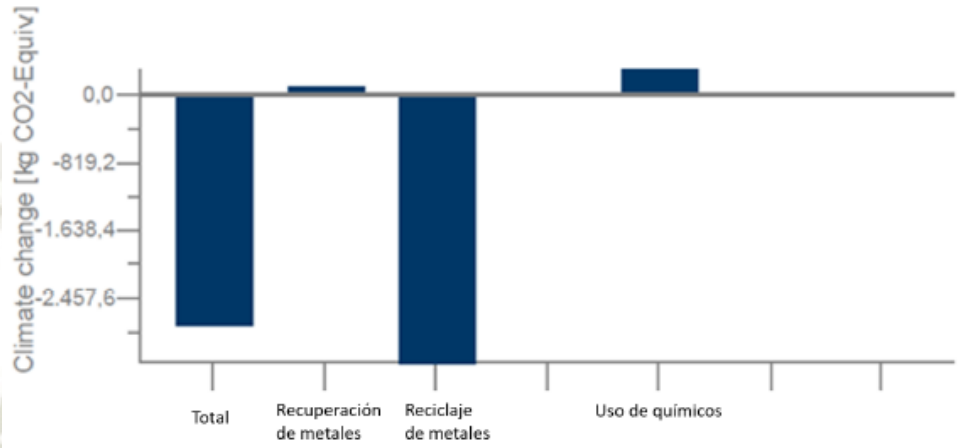


Figura 50: Kg de CO2 equivalente generado en el método químico de reciclaje

Fuente: Romero (2019)

Ahora en el método químico como se observa en la figura, también como en los otros métodos se da una disminución en la generación equivalente de CO2 y de igual forma esta disminución relacionada al reciclaje de materia prima como el silicio. La Investigación contempla también otros parámetros como se puede observar en la tabla a continuación

Tabla 36: Tabla de impacto en los métodos de reciclaje

Item	Método Mecánico	Método Térmico	Método Químico
Cambio climático [Kg CO2]	-361,44	-3145,7	-2798,43
Acidificación terrestre [Kg SO2]	-8,8	-14,1	-14,25
Agujero en la capa de ozono [CFC Kg]	4,10E-07	3,40E-08	3,44E-08
Agotamiento de energía fósil [Kg Oil]	-131,9	-1037,6	-997,75
Toxicidad humana [Kg 1,4DB]	-83,9	-149,6	230,9

Fuente: Romero (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se puede determinar una vez analizada esta investigación y como se puede ver en el cuadro el método químico de reciclaje contempla unos mayores niveles de toxicidad, esto al empleo de químicos como su propio nombre lo dice, en el proceso, así también en cuanto al método mecánico de reciclaje debido a su empleo de energía eléctrica en el proceso, es uno de los que tiene un punto débil en cuanto a la generación equivalente de CO2. Viendo los resultados en la investigación de Romero (2019) se puede decir que el método químico y térmico son lo más idóneos para el reciclaje de paneles.

Aproximadamente el 90% del vidrio y del material semiconductor, es posible que vuelva a ser reutilizado en nuevos paneles u otros productos de vidrio, pero hay que considerar que casi el 75 % del material que se separa es vidrio, que es ampliamente más sencillo de reciclar en otros y nuevos productos, pero por otro lado también tiene un valor de reventa muy bajo, así que cuanto menor es el valor que un reciclador puede extraer, menor es el incentivo para reciclar. (Web Ovacen: 2018).

Hay que recalcar que en el mercado existe una cuantificación del grado de degradación de un módulo fotovoltaico, si la degradación es inferior a 0.75 quiere decir que el modulo no posee el suficiente valor como para ser reciclado mediante el reciclaje térmico ya que es mucho más costoso.

Este apartado tiene por objetivo dejar en evidencia que existen métodos para el reciclaje y reutilización de un panel fotovoltaico, presentadas las opciones queda en la organización tomar la decisión más adecuada, en el momento de ser necesario.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.5. Cálculo de las emisiones de carbono

Como se mencionó al inicio del estudio uno de los principales problemas a combatir era la contaminación en la ciudad, pieza fundamental de este, siendo el principal beneficio ambiental del sistema fotovoltaico, la disminución de emisiones de CO2, el cual puede ser calculado mediante los MWh producidos mediante energías renovables, aplicando el siguiente factor dado por el MINAM.

Factores de emisión de $kgCO_2$		
	Factor	Unidades
Energía eléctrica	0,615	$kgCO_2/kWh$

Figura 51: Factor conversión

Fuente: MINAM

El cálculo asumiendo que el consumo energético anual aproximado es de 25587 kWh, considerando una cobertura del sistema del 80%, y empleando el factor de conversión mencionado, se ve que a partir de la implementación de este sistema fotovoltaico se dejara de emitir un total de 12.589 tCO2 al año, lo que significa que se dejaran de emitir el 80% de la emisiones presentadas sin el sistema fotovoltaico, ya que solo con el consumo de la red eléctrica se hubiesen emitido 15.736 tCO2

Tabla 37: Emisiones que se dejaran de producir

Disminución de emisión con SFV		**Emisiones sin SFV**	
2132.250	**kWh Promedio Mensual**	2132.250	**kWh Mensual promedio**
25587.000	**kWh Anual**	25587.000	**kWh anual**
20469.600	**Cobertura 80% del SFV**		
0.615	**Factor de emisión kgCO2/kWh**	0.615	**Factor de emisión kgCO2/kWh**
12588.804	**Emisiones kgCO2**	15736.005	**Emisiones kgCO2**
12.589	**tCO2**	15.736	**tCO2**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Primera conclusión. El presente trabajo demuestra que la implementación de un sistema solar fotovoltaico en Clínica Melo es factible, sustentado en los valores obtenidos de VAN y de TIR positivos, con valores de S/.11,126.90 y 13.87% respectivamente, y un periodo de recuperación de la inversión de 5 años, así mismo gracias al sistema se logran reducir los costos por energía eléctrica, así como disminuir las emisiones de CO2, en comparación con la energía proveniente de la red convencional.

Segunda conclusión. Se determinó que el consumo de energía eléctrica está caracterizado por requerir de 2591.64 kWh mensuales y la necesidad de una potencia de 15kW, siendo estos datos útiles para dimensionar el sistema.

Tercera conclusión. Se determinó que el diseño más adecuado del equipo fotovoltaico es el denominado On grid (conectado a la red), debe constar de 48 paneles, de 320W cada uno, y un inversor capaz de soportar 15kW, para así cubrir el 80% de los requerimientos de la clínica.

Cuarta conclusión. Los costos anuales por servicio eléctrico en la clínica en el periodo 1 tendrían un ahorro anual de S/. 11,936.29 ya que sin contar con el sistema fotovoltaico el costo sería de S/.14,920.36 y manteniéndose esta tendencia a lo largo de los siguientes años.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Quinta conclusión. En el presente trabajo se determinó que el empleo del sistema fotovoltaico genera un uso racional de la energía eléctrica con una gran disminución de emisiones de CO2. Así, con el empleo del factor eléctrico de emisiones de CO2 se determinó, que gracias al equipo fotovoltaico se dejarían de emitir 12.589 ton CO2, de las 15.763 ton CO2 que emitirían empleando la red eléctrica convencional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

Primera recomendación. El desarrollo del presente trabajo ha permitido observar que la utilización de un sistema fotovoltaico es factible tanto a nivel económico y ambiental, por lo que se recomendaría que las organizaciones tengan esta opción de suministro de energía mucho más presente, aún más considerando el potencial solar que tiene la ciudad de Arequipa.

Segunda recomendación. El desarrollar una evaluación y caracterización del consumo de energía eléctrica es una recomendación fundamental para las organizaciones que estén planteando realizar una inversión en un sistema fotovoltaico, ya que de esta dependerá el correcto diseño del sistema.

Tercera recomendación. Se recomienda que al seleccionar un sistema fotovoltaico basado en los requerimientos y en las características de consumo de la organización, tener especial cuidado en los cálculos para la determinación de los componentes y además considerar que los componentes sean de alta calidad, para asegurar el mejor funcionamiento del sistema.

Cuarta recomendación. Este trabajo determino que el sistema fotovoltaico genera un ahorro en los costos de energía eléctrica, Si bien el sistema fotovoltaico no requerirá mayores trabajos de mantenimiento, será muy importante revisar regularmente que los paneles solares no se vean cubiertos por polvo o por sombras que puedan ocasionar alguna interferencia con la radiación solar, y de esta forma mantener el mejor rendimiento del sistema, que asegura el mejor nivel de ahorro en el costo por servicio eléctrico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Quinta recomendación. Es recomendable también que se desarrolle una cuantificación de las emisiones de CO2, pues así las organizaciones en un futuro podrían obtener beneficios como el bono de carbono.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alonso Lorenzo, Jose Alfonso. *Cómo calcular y dimensionar paneles solares fotovoltaicos*. Sunfields Europe. Recuperado de https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/calcular-paneles-solares-necesarios/

Ambientum (2018) *¿Qué será de los paneles solares al terminar su vida útil?* Recuperado de https://www.ambientum.com/ambientum/energia/paneles-solares.asp

Anbelosolar (2019) *Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica.* Recuperado de https://anbelosolar.com/ventajas-e-inconvenientes-de-la-energia-solar-fotovoltaica/

Anderson David, Sweeney Dennis. *Métodos cuantitativos para los negocios*. 11va edición. Cengage Learning.

Asociación de empresas de energía renovables. *¿Qué es la energía fotovoltaica?* Madrid. Recuperado de https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/

Bardales Espino, José Leonardo (2016) *Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun región Amazonas.* Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo

Bellota Velarde, Mario Giankarlo (2019) *Propuesta de factibilidad energética haciendo uso de paneles solares en la universidad católica de santa maría bajo el enfoque del PMI*. Arequipa: Universidad Católica de Santa Maria

Clean Energy Project Analysis Software (2015) Contenido informativo de energías renovables y base de datos. Recuperado de www.retscreen.net

Clínica Melo Web oficial de la clínica Melo. Recuperado de http://www.clinicamelo.com.pe/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Conéctate al sol (2016) *¿Qué impacto ambiental tiene la energía solar fotovoltaica?* Murcia. Recuperado de https://conectatealsol.com/news/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-solar-fotovoltaica/

Conexión ESAN (2017) Fundamentos financieros: El Valor Actual Neto. Lima: ESAN. Recuperado de https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/

Conexión ESAN (2017) El PRI: Uno de los indicadores que más llama la atención a los inversionistas. Lima: ESAN. Recuperado de https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas/

Del rio, Navas, Sanchez, Ruiz, Guimaraes, Hernandez, Martin, Sanz *Análisis del ciclo de vida de un panel solar fotovoltaico empleado para la Alimentación eléctrica de instalaciones de riego, comparando las Metodologías ECO-Indicador 99 y EPS-2000.* Valladolid: UVA

Ecener (2017) Tipos de sistema fotovoltaicos. Recuperado de https://www.ecener.org/tipos-de-sistemas-fotovoltaicos/

Efectoled (2018) ¿Qué significa kwh? Recuperado de https://www.efectoled.com/blog/que-significa-kwh/

Emmanouil Fylladitakis Brunel University Reino Unido (2013) *Impactos ambientales de los sistemas fotovoltaicos.* Recuperado de http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es15/Ch)apter_15_ES.pdf

Ensys Solution. Mexico. *Sistemas fotovoltaicos híbridos*. Recuperado de http://ensys.mx/energia-solar/sistemas-fotovoltaicos.php

Enguita Rovira, Oscar (2012) *Análisis del ciclo de vida para el desarrollo de las Reglas de Categoría de Producto de sistemas solares fotovoltaicos para la edificación.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fundacion Energia Comunitaria (2017) *Guía de diseños de sistemas fotovoltaicos on grid*. Universidad de Concepción. Recuperado de http://plataformasolar.die.udec.cl/files/guia%20dise%C3%B1o%20on-grid.pdf

Garzo Suarez, Diana, Martinez Salamanca, Juan (2017) *Estudio de Factibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica en la Zona de Preescolar del Colegio Agustiniano Suba.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá

Globalsolare (2018) *Factores que influyen en la eficiencia del módulo solar.* Recuperado de https://globalsolare.com/2018/03/01/factores-que-influyen-en-la-eficiencia-del-modulo-solar-2-2-2-2/

Grupo Rural Pontificia Universidad Católica del Perú (2017) *Desarrollo de la energía solar en el Perú.* Lima. Recuperado de http://gruporural.pucp.edu.pe/nota/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/

Haya Leiva, Esperanza (2016) *Análisis ciclo de vida*. España: Escuela de Organización Industrial

Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio (2014) *Metodología de la investigación*, sexta edición. Ciudad de México

Horn, Manfred (2010) *Experiencias de Electrificación Fotovoltaica en el Perú. Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería (CER-UNI)*. Lima Recuperado de: http://fc.uni.edu.pe/mhorn/electrificacion.htm

Jutglar Banyeres, Luis (2013) *Generación de energía solar fotovoltaica, nuevas energías.* Madrid.

Iberdrola. ¿Qué es la energía fotovoltaica? Recuperado de https://www.iberdrola.com/te-interesa/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica

INES Education (2008) Cours solaire thermique.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

International Energy Agency (2011) Solar Energy Perspectives

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Sitio web oficial del INEI (https://www.inei.gob.pe/)

Labournet, Villoz (2010). *Energía solar fotovoltaica manual práctico*. Madrid.

Macera, Daniel, Diario el Comercio (2018). Inauguración planta Rubí. ENEL. Recuperado de https://elcomercio.pe/economia/peru/enel-inaugura-rubi-planta-solar-grande-peru-noticia-505857-noticia/

Martil, Ignacio (2017) *Desarrollo tecnológico y eficiencia energética fotovoltaica.* Recuperado de https://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/2017/02/27/desarrollo-tecnologico-y-eficiencia-energetica-de-la-energia-solar-fotovoltaica/

Martinez Gomez, Eliza (2017) *Análisis del ciclo de vida de una planta solar fotovoltaica en México.* Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México

MHEDUCATION Componentes de una instalación solar fotovoltaica (https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448614488.pdf)

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, OSINERGMIN (2017) *Publicación La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático.* Lima

OVACEN (2016) Paneles solares y su vida útil. Recuperado de https://ovacen.com/paneles-solares-vida-util/

Perpiñán Lamigueiro, Oscar (2018) Energía Solar Fotovoltaica

RANKIA (2019) Tasa Interna de Retorno definición y cálculo. Recuperado de https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Revistel Energía para las industrias (2018) Los más de 300 días soleados hacen de Arequipa ideal para generar energía eléctrica. Recuperado de https://revistel.pe/los-mas-de-300-dias-soleados-hacen-de-arequipa-ideal-para-generar-energia-electrica/

Romero Campos, Juan Patricio (2019) *Análisis ciclo vida y económico aplicado a la reutilización y reciclaje de paneles solares fotovoltaicos.* Santiago de Chile: Universidad de Chile

Salazar Serrano, Carlos Patricio (2017) *Estudio de factibilidad para la implementación de paneles fotovoltaicos en el recinto Sabanilla - Cantón Daule.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil

Sayago, Adaliz, COARINS Cooperativa Online de Arquitectura e Ingenieria Sostenible (2020) *¿Qué es una carta solar cilíndrica?* Recuperado de: https://www.campuscoarins.com/carta-solar-cilindrica/

Sector Electricidad (2018) La generación distribuida para auto consumismo en el Perú. Recuperado de: http://www.sectorelectricidad.com/21134/la-generacion-distribuida-para-autoconsumo-en-el-peru/

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2019) Datos climatológicos de la ciudad de Arequipa. Recuperado de https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=arequipa&

Sapag Chain, Nassir (2011). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación. Segunda edición.* Pearson Educación. Chile

Swanson, R. (2009). *Photovoltaics Power Up*. Recuperado de https://science.sciencemag.org/content/324/5929/891

Vásquez Chigne, Zúñiga Anticona (2015) *Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 1: Central Majes Solar 20T

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

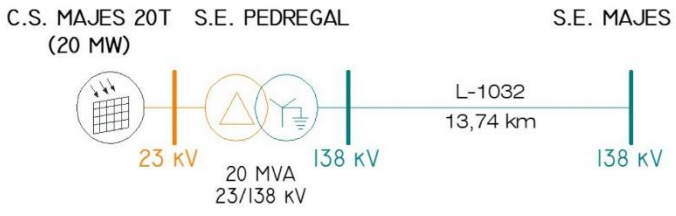
CENTRAL MAJES SOLAR 20T

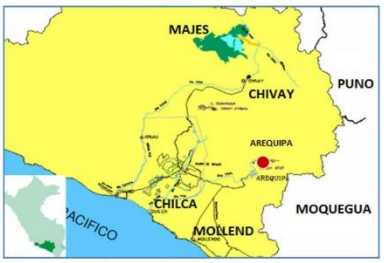
DENOMINACIÓN	**CENTRAL MAJES SOLAR 20T**
EMPRESA CONCESIONARIA	**GRUPO T SOLAR GLOBAL S.A.**
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Fijos
UBICACIÓN	
Departamento	Arequipa
Provincia	Caylloma
Distrito	Majes
Altitud	1 680 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra de Repartición 138 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	55 704 (Módulos de 350, 370, 390 y 410 W)
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250 kW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores Secos	0,3/23 kV (1,4 MVA)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV– DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV– AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	21,5%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03.2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	**31.10.2012**
Energía Anual Ofertada	37 630 MWh
Precio de la Energía Ofertado	22,25 Ctvs US$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos de capa fina con potencias de 350, 370, 390 y 410W, todos ellos orientados hacia el Norte y con una inclinación de 15° sobre la horizontal.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 2 Anillos en 23 kV (Anillos 1 y 2, cada Anillo agrupa 8 C.T.). Desde c/u de los 2 Anillos se alimenta al Transformador de interconexión al SEIN de 20 MVA (23/138 kV).
- La radiación solar máxima en la zona del proyecto, esto es, en las Pampas de Majes es de 724 W/m².
- Mediante R.M. Nº 244-2011-MEM/DM del 23.05.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación, a favor de GTS Majes S.A.C.
- Con R.S. N° 020-2012-EM del 02.02.2012 se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión, a favor de GTS Majes S.A.C.
- La S.E. Majes Solar (S.E. Pedregal) alimenta a la Barra Principal de 138 kV. A dicha Barra llega la L.T. 138 kV S.E. Majes (SEIN) - S.E. Majes Solar; y de dicha Barra parte la L.T. 138 kV S.E. Majes Solar (138 kV) - S.E. Camaná (SEIN).
- Mediante R.M. N° 227-2012-MEM/DM se aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial del 30.06.12 al 31.10.2012.
- La Puesta en operación Comercial se dio el 31.10.2012.
- La C.S. Majes actualmente está entregando al Sistema Interconectado Nacional una potencia de 20 MW (al medio día).
- El periodo de generación diario es de 06:30 a 17:30 horas aproximadamente.
- El monto de inversión aproximado fue de 73,6 MM US$

ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN





Plano de Ubicación


Disposición Final de Módulos Fotovoltaicos



Centro de Transformación de Corriente Continua a Corriente Alterna



Transformador de Potencia 20 MVA, 23/138 kV (S.E. Central Majes Solar (S.E. Pedregal))



Caja de nivel 1

División de Supervisión de Electricidad
Unidad de Supervisión de Inversión en Electricidad - Marzo 2018

120

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 2: Central Panamericana Solar

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

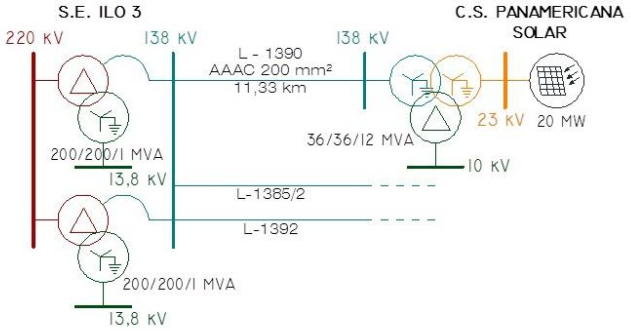
CENTRAL PANAMERICANA SOLAR

DENOMINACIÓN	**PANAMERICANA SOLAR**
EMPRESA CONCESIONARIA	**PANAMERICANA SOLAR S.A.C.**
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1 410 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra Ilo ELP 138 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	72 000 (290 W pico c/u)
Cantidad de Seguidores Solares	174
Cantidad de Centros de Transformación (C.T.)	16 (1,25 MW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores de C.T.	0,3/23 kV
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	28,9%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03.2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	**31.12.2012**
Energía Anual Ofertada	50 676 MWh
Precio de la Energía Ofertado	21,5 Ctvs. US$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central se ubicada en el km 1.190 de la Panamericana Sur en los distritos El Algarrobal y Moquegua.
- La Central utiliza el potencial lumínico del sol para generar electricidad limpia y renovable (Los módulos fotovoltaicos capturan la potencia del sol y la trasforma en electricidad).
- La central está constituida por 72 000 Módulos Fotovoltaicos de 290 W pico c/u, todos ellos de estructura metálica en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La central está equipada con 174 sistemas de seguimiento solar.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 4 Anillos en 23 kV (cada Anillo agrupa 4 C.T.); desde c/u de los 4 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/138 kV).
- La Concesión Definitiva de Generación se otorgó mediante Resolución Ministerial Nº 272-2011-MEM/DM del 22.06.2011.
- El 08.07.2012 el MINEM mediante R.S. N° 075-2012-EM otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión para la L.T. 138 kV Planta de Generación Solar Panamericana Solar 20TS – Derivación L.T. CT Ilo – S.E. Toquepala. La fecha de Puesta en Operación Comercial se modificó del 30.06.2012 al 31.12.2012.
- La Puesta en operación Comercial se dio el 31.12.2012.
- La central actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 16 MW.
- El periodo de generación diario es de 06:00 a 17:30 horas aproximadamente.
- Monto de Inversión: 94,6 MM US$

ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL PANAMERICANA SOLAR





Plano de Ubicación



Instalación de Módulos Fotovoltaicos



Instalación de Seguidor Solar



S.E. Central Panamericana Solar (23/138 kV)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 3: Central Solar Moquegua

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

CENTRAL SOLAR MOQUEGUA FV

DENOMINACIÓN	**MOQUEGUA FV**
EMPRESA CONCESIONARIA	**MOQUEGUA FV S.A.C.**
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	
Departamento	Moquegua
Provincia	Mariscal Nieto
Distrito	Moquegua
Altitud	1 410 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	16 MW
Punto de Oferta	Barra 138 kV S.E. Ilo ELP
Barra de Conexión	Barra de 23 kV - S.E. Panamericana Solar
Cantidad de Centros de Transformación (C.T.)	16 (1 250 kVA c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores de C.T.	0,3/23 kV
Cantidad de Inversores	26 (24 x 625 kW + 2 x 500 kW)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de planta	30,5%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	30.09.2011
Puesta en Operación Comercial (POC)	**31.12.2014**
Energía Anual Ofertada	43 000 MWh
Precio de la Energía Ofertado	11,99 Ctvs. US$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central utiliza el potencial lumínico del sol para generar electricidad limpia y renovable (Los módulos fotovoltaicos capturan la potencia del sol y la trasforman en electricidad).
- La central está ubicada en el km 1 190 de la Panamericana Sur.
- La central está constituida por Módulos Fotovoltaicos de 280 W pico c/u, instalados sobre estructuras metálicas en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La central está equipada con sistemas de seguimiento solar. El seguidor solar de un eje horizontal consta de una serie de vigas de torsión orientadas en dirección Norte-Sur sobre las que se encuentran montados los módulos solares fotovoltaicos en filas.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1 250 kVA c/u.
- Mediante Resolución Directoral N° 348-2012-MEM/AAE (21.12.2012) se aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la central.
- El 31.10.2012 con R.M. 496-2012-MEM/DM se aprobó la concesión definitiva de generación de energía eléctrica.
- El Estudio de Pre Operatividad se aprobó mediante Carta COES/D/DP-761-2011 (13.12.2011).
- El 03.10.2013 se otorgó la concesión definitiva para desarrollar la actividad de transmisión de energía eléctrica en la L.T. 22,9 kV S.E. Moquegua FV-S.E. Panamericana Solar mediante la R.S. 062-2013-EM.
- Mediante Oficio N° 1415-2014-MEM/DGE del 26.08.2014 se establece extender la fecha POC hasta el 31.03.2015.
- El inicio de obra se realizó en el segundo trimestre del 2014.
- Con carta COES/D/DP-1754 el COES certificó el inicio de operación comercial de la central a partir del 31.12.2014.
- El monto de inversión aproximado fue de 43 MM US$.

ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA CENTRAL





Plano de Ubicación


Módulos fotovoltaicos instalados


Vista de los módulos instalados


Vista del conexionado del inversor


Caseta de transformador e inversores

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 4: Central Solar Repartición 20T

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

CENTRAL SOLAR REPARTICIÓN 20T

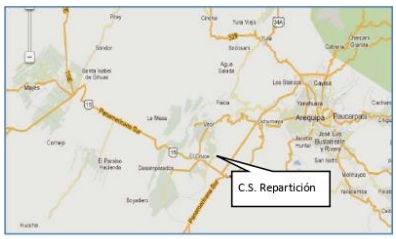
DENOMINACIÓN	**CENTRAL SOLAR REPARTICIÓN 20T**
EMPRESA CONCESIONARIA	**GRUPO T SOLAR GLOBAL S.A.**
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Fijos
UBICACIÓN	
Departamento	Arequipa
Provincia	Caylloma
Distrito	La Joya
Altitud	1 187 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra de Repartición 138 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	55 704 (Módulos de 350, 370, 390 y 410 W)
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250 kW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores Secos	0,3/23 kV-1,4 MVA
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	21,4%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	**31.10.2012**
Energía Anual Ofertada	37 440 MWh
Precio de la Energía Ofertado	22,3 Ctvs. US$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos de capa fina con potencias de 350, 370, 390 y 410 W, todos ellos orientados hacia el Norte y con una inclinación de 15° sobre la horizontal.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 2 Anillos en 23 kV (Anillos 1 y 2, cada Anillo agrupa 8 C.T.) Desde c/u de los 2 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/138 kV).
- La radiación solar máxima en la zona del proyecto, esto es, en la localidad de San José es de 724 W/m².
- Mediante R.M. Nº 243-2011-MEM/DM del 23.05.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación.
- Con R.S. N° 035-2012-EM del 23.02.2012 se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión, ambas a favor de GTS Majes S.A.C.
- Mediante R.M. N° 228-2012-MEM/DM se aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial del 30.06.12 al 31.10.2012.
- La Puesta en operación Comercial se dio el 31.10.2012.
- La central actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 20 MW (al medio día).
- El periodo de generación diario es de 06:30 a 17:30 horas aproximadamente.
- El monto de inversión fue de 73,5 MM US$

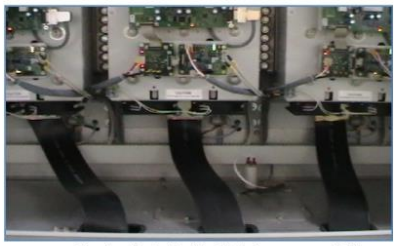
ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN





Plano de Ubicación


Instalación de Módulos Fotovoltaicos


Circuito de Salida (A.C.) de Inversores (3Ø)


Transformador de Potencia 20 MVA, 23/138 kV


Vista panorámica de la central

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 5: Central Tacna Solar

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

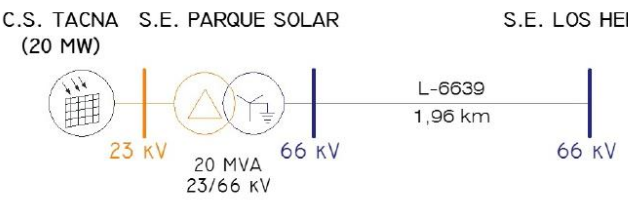
CENTRAL TACNA SOLAR

DENOMINACIÓN	**CENTRAL TACNA SOLAR**
EMPRESA CONCESIONARIA	**TACNA SOLAR S.A.C.**
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	
Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Tacna
Altitud	560 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra Los Héroes 66 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	74 988 (290 W pico c/u)
Cantidad de Seguidores Solares	182
Cantidad de Centros de Transformación (C.T.)	16 (1,25 MW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores de C.T.	0,3/23 kV (1,25 MVA)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	26,9%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	**31.10.2012**
Energía Anual Ofertada	47 196 MWh
Precio de la Energía Ofertado	22,5 Ctvs. US$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central está constituida por 74 988 Módulos Fotovoltaicos de 290 W pico c/u, todos ellos de estructura metálica en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La Central está equipada con 182 sistemas de seguimiento solar.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 4 Anillos en 23 kV (cada Anillo agrupa 4 C.T.). Desde c/u de los 4 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/66 kV).
- La línea de transmisión 66 kV (5,4 km) conecta la C.S. Tacna (S.E. Parque Solar) con la S.E. Los Héroes del SEIN.
- Mediante R.M. Nº 299-2011-MEM/DM del 04.07.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación.
- Con R.S. N° 025-2012-EM del 08.02.2012 se otorgó Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de transmisión eléctrica a favor de GTS Tacna Solar S.A.C.
- Mediante R.M. N° 231-2011-MEM/DM del 11.05.2011, se autorizó la modificación de Contrato, estableciendo como nueva fecha para la Puesta en Operación Comercial para el 31.10.2012.
- La Puesta en Operación Comercial se dio el 31.10.2012.
- La C.S. Tacna actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 16 MW.
- El periodo de generación diario es de 06:00 a 17:30 horas aproximadamente.
- El monto de inversiónfue de 94,6 MM US$

ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN





Plano de Ubicación



Módulos Solares Instalados



Seguidor Solar



Transformador de Potencia de 20 MW – 23 7 66 kV
(S.E. C.S Tacna)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 6: Decreto Legislativo Nº 1002

Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables

DECRETO LEGISLATIVO Nº 1002

Concordancias:

1. Decreto Supremo Nº 050-2008-EM, publicado el 02/10/2008
2. Decreto. Ley Nº 25844, publicado el 19/11/1992
3. Ley Nº 26848, publicada el 29/07/1997
4. Ley Nº 28832, publicada el 23/07/2006
5. Decreto Legislativo Nº 1041, publicado el 26/06/2008
6. Decreto Legislativo Nº 1058, publicado el 28/06/2008
7. Decreto Supremo Nº 009-93-EM, publicado el 25/02/1993
8. Decreto Supremo Nº 056-2009-EM, publicado el 11/07/2009

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

Que, el Congreso de la República por Ley Nº 29157 y de conformidad con el Artículo 104 de la Constitución Política del Perú ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar sobre materias específicas, con la finalidad de facilitar la implementación del Acuerdo de Promoción Comercial Perú - Estados Unidos y su Protocolo de Enmienda, y el apoyo a la competitividad económica para su aprovechamiento, siendo algunas de las materias de delegación la mejora del marco regulatorio, el fortalecimiento institucional, la modernización del Estado, la promoción de la inversión privada, el impulso a la innovación tecnológica, así como el fortalecimiento institucional de la Gestión Ambiental;

Que, la economía peruana viene experimentando un incremento sostenido, que a su vez genera una mayor demanda de energía eléctrica, cuyas tasas han sido de 8,3% en 2006 y 10,8% en 2007. Se estima que hasta el 2015 la tasa promedio anual de crecimiento será de 7,3%, por lo que, teniendo en cuenta la entrada en vigencia del TLC PERÚ - EEUU; los requerimientos de nueva oferta de generación para dicho año se estiman en más de 3 600 MW, para ello, la opción más limpia y beneficiosa es promover que una parte importante de dicha oferta sea con energías renovables, en lugar de la generación de electricidad con derivados del petróleo y gas natural, por ser estas fuentes no renovables y contaminantes;

Que, el fomento de las energías renovables, eliminando cualquier barrera u obstáculo para su desarrollo, implica fomentar la diversificación de la matriz energética, constituyendo un avance hacia una política de seguridad energética y de protección del medio ambiente, siendo de interés público dar un marco legal en el cual se desarrollen estas energías que alienten estas inversiones y modifique las normas vigentes que no han sido efectivas al carecer de alicientes mínimos previstos en la legislación comparada;

Que, la presente iniciativa normativa traerá beneficios adicionales tales como la implementación de un marco de fomento de la inversión privada, eliminando barreras a esta actividad energética, la preservación del medio ambiente con la producción de energías limpias, contribuyendo a lograr efectos positivos a nivel global y, al mismo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

tiempo, alcanzar una condición mínima de desarrollo de la economía peruana, la cual necesita una mayor seguridad en la disponibilidad de energía;

Que, es necesario dictar incentivos para promover la inversión en la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable, incentivar la investigación científica e innovación tecnológica, además de la realización de proyectos que califiquen como Mecanismos de Desarrollo Limpio y, de obtener éstos su registro, los respectivos Certificados de Reducción de Emisiones - CRE pueden ser negociables con empresas de los países industrializados que contabilizarán estas reducciones de GEI como parte de las metas cuantitativas a que se comprometieron con el Protocolo de Kyoto;

De conformidad con lo establecido en el artículo 104 de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros y con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;

Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:

DECRETO LEGISLATIVO DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Artículo 1.- Objeto
El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El presente Decreto Legislativo es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que entre en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La obtención de los derechos eléctricos correspondientes, se sujeta a lo establecido en el Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y normas complementarias.

Podrán acogerse a lo dispuesto en el presente Decreto Legislativo las nuevas operaciones de empresas que utilicen RER como energía primaria, previa acreditación ante el Ministerio de Energía y Minas.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 2º
D.S. Nº 056-2009-EM

Artículo 2.- Declaratoria de interés nacional y participación de la energía con RER en la matriz de generación de electricidad

2.1 Declárese de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de RER.

2.2 El Ministerio de Energía y Minas establecerá cada cinco (5) años un porcentaje objetivo en que debe participar, en el consumo nacional de electricidad, la electricidad

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

generada a partir de RER, no considerándose en este porcentaje objetivo a las centrales hidroeléctricas. Tal porcentaje objetivo será hasta el cinco por ciento (5%) en cada uno de los años del primer quinquenio.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 4º

Artículo 3.- Recursos Energéticos Renovables (RER)
Para efectos del presente Decreto Legislativo, se entiende como RER a los recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 5º

Artículo 4.- Autoridades competentes
El Ministerio de Energía y Minas es la autoridad nacional competente encargada de promover proyectos que utilicen RER.

Los Gobiernos Regionales podrán promover el uso de RER dentro de sus circunscripciones territoriales, en el marco del Plan Nacional de Energías Renovables.

Artículo 5.- Comercialización de energía y potencia generada con RER
La generación de electricidad a partir de RER tiene prioridad para el despacho diario de carga efectuado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), para lo cual se le considerará con costo variable de producción igual a cero (0).

Para vender, total o parcialmente, la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones a los que resulte de aplicación el presente Decreto Legislativo deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo, al precio que resulte en dicho mercado, complementado con la prima fijada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) en caso que el costo marginal resulte menor que la tarifa determinada por el OSINERGMIN.

Para la fijación de la tarifa y la prima indicadas en el párrafo precedente, el OSINERGMIN efectuará los cálculos correspondientes considerando la clasificación de las instalaciones por categorías y grupos según las características de las distintas RER. La tarifa y la prima se determinan de tal manera que garanticen una rentabilidad no menor a la establecida en el artículo 79 del Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.

Concordancias:
D. Ley Nº 25844: Art. 79º
D.S. Nº 050-2008-EM: Arts. 8º; 9º y 10º

Artículo 6.- Pago por uso de redes de distribución
Los Generadores con RER que tengan características de Cogeneración o Generación Distribuida conforme lo establezca el Reglamento, pagarán por el uso de redes de distribución conforme lo señala el inciso b) de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley Nº 28832.

Concordancias:
Ley Nº 28832: 8va. Disp. Complementaria Final, inc. b)

Artículo 7.- Determinación de las tarifas reguladas de generación aplicables a las RER

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.1 El OSINERGMIN subastará la asignación de primas a cada proyecto con generación RER, de acuerdo a las pautas fijadas por el Ministerio de Energía y Minas. Las inversiones que concurran a la subasta incluirán las líneas de transmisión necesarias a su conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

7.2 La diferencia, para cubrir las tarifas establecidas para las RER, será obtenida como aportes de los usuarios a través de recargos en el Peaje por conexión a que se refiere el Artículo 61 de la Ley de Concesiones Eléctricas. Los respectivos generadores recibirán esta diferencia vía las transferencias que efectuará el COES, según el procedimiento que se establece en el Reglamento.

7.3 OSINERGMIN establecerá anualmente el recargo esperado en el Peaje por Conexión, en el cual se incluirá la liquidación del recargo del año anterior.

7.4 El OSINERGMIN establecerá los costos de conexión necesarios para la integración de un nuevo productor que alimente a la red interconectada mediante electricidad generada a partir de RER.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 13º
D. Ley Nº 25844: Art. 61º y 79º

Artículo 8.- Despacho y acceso a las redes eléctricas de transmisión y distribución
En caso de existir capacidad en los sistemas de transmisión y/o distribución del SEIN, los generadores cuya producción se basa sobre RER tendrán prioridad para conectarse, hasta el límite máximo del porcentaje anual objetivo que el Ministerio de Energía y Minas determine conforme al artículo 2 de este Decreto Legislativo.

Artículo 9.- Servidumbres
Los titulares de concesiones de generación de energía eléctrica con RER tendrán el derecho de solicitar al Ministerio de Energía y Minas la imposición de servidumbres de conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

Concordancias:
D. Ley Nº 25844: Arts. 110º al 119º

Artículo 10.- Investigación sobre energías renovables
El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los Gobiernos Regionales, implementará los mecanismos y acciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables, promoviendo la participación de universidades, instituciones técnicas y organizaciones de desarrollo especializadas en la materia.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 23º

Artículo 11.- Elaboración del Plan Nacional de Energías Renovables
El Ministerio de Energía y Minas elaborará en un plazo máximo de 1 (un) año a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo, el Plan Nacional de Energías Renovables, el mismo que estará en concordancia con los Planes Regionales de Energías Renovables y que se enmarcará en un Plan Nacional de Energía.

El Plan Nacional de Energías Renovables incluirá aquellas estrategias, programas y proyectos a desarrollarse utilizando energías renovables, que tienden a mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 24º

Artículo 12.- Promoción de Investigación y Desarrollo de proyectos de generación eléctrica con RER
El Ministerio de Energía y Minas, con fines de investigación y desarrollo para proyectos de generación eléctrica con RER, utilizará fondos financieros que provendrán de:

12.1 Los recursos directamente recaudados, conforme a los montos previstos para esta finalidad en las Leyes Anuales de Presupuesto del Sector Público y sus modificatorias.

12.2 Los fondos provenientes de operaciones de endeudamiento externo, que acuerde el Gobierno Nacional, con sujeción a las normas legales aplicables en la materia.

12.3 Los aportes, financiamientos directos y recursos provenientes de la cooperación internacional, que se obtengan con sujeción a lo dispuesto en la normatividad vigente.

Concordancias:
D.S. Nº 050-2008-EM: Art. 23º

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- El presente Decreto Legislativo entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Segunda.- Deróguese la Ley Nº 28546 y toda norma que se oponga al presente Decreto Legislativo.

Tercera.- En un plazo máximo de noventa (90) días contados a partir de la publicación del presente Decreto Legislativo, el Ministerio de Energía y Minas elaborará las normas reglamentarias que correspondan para su adecuada aplicación. El Reglamento dispondrá los criterios de cálculo de la potencia firme de las unidades de generación con RER.

DISPOSICIONES MODIFICATORIAS

Primera.- Modifíquense los artículos 3, 4, el primer párrafo del artículo 25 y el artículo 38 del Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, de acuerdo a lo siguiente:

> "**Artículo 3**.- Se requiere concesión definitiva para el desarrollo de cada una de las siguientes actividades:
>
> a) La generación de energía eléctrica que utilice recursos hidráulicos, con potencia instalada mayor de 500 KW;
>
> b) La transmisión de energía eléctrica, cuando las instalaciones afecten bienes del Estado y/o requieran la imposición de servidumbre por parte de éste;
>
> c) La distribución de energía eléctrica con carácter de Servicio Público de Electricidad, cuando la demanda supere los 500 KW; y,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

d) La generación de energía eléctrica con recursos Energéticos Renovables conforme a la Ley de la materia, con potencia instalada mayor de 500 KW."

"**Artículo 4**.- Se requiere autorización para desarrollar las actividades de generación termoeléctrica, cuando la potencia instalada sea superior a 500 KW.".

"**Artículo 25**.- La solicitud para la obtención de concesión definitiva, excepto para generación con Recursos Energéticos Renovables con potencia instalada igual o inferior a 20 MW, será presentada al Ministerio de Energía y Minas, con los siguientes datos y requisitos:
(...)"

"**Artículo 38**.- Las autorizaciones que cumplan los requisitos serán otorgadas mediante resolución ministerial por un plazo indefinido, dentro de los treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud. La solicitud deberá estar acompañada de lo siguiente:

a) Identificación y domicilio legal del solicitante. Si es persona jurídica debe presentar la Escritura Pública de Constitución Social y el poder de su representante legal, debidamente inscritos en los Registros Públicos;

b) Declaración Jurada de cumplimiento de las normas técnicas y de conservación del medio ambiente y el Patrimonio Cultural de la Nación. Tratándose de generación termoeléctrica cuya potencia instalada sea superior a 20 MW, se presentará la resolución directoral aprobatoria del Estudio de Impacto Ambiental;

c) Memoria descriptiva y planos completos del proyecto, con los estudios del 1proyecto a un nivel de factibilidad, por lo menos;

d) Calendario de Ejecución de Obras con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial;

e) Presupuesto del Proyecto;

f) Información técnica con fines estadísticos que consistirá, cuando menos en lo siguiente: potencia instalada de la central, número de unidades de generación, tipo de cada unidad de generación, modelo de cada unidad de generación, caudal de diseño, consumo específico de combustible, tipo de combustible; tratándose de centrales de generación en uso o repotenciadas se presentarán también los registros históricos de operación e información relevante que sustente un adecuado desempeño operativo;

g) La garantía de fiel cumplimiento de ejecución de obras que señale el Reglamento.

h) Sustento verificable del compromiso de inversionistas para el aporte de capital con fines de la ejecución de las obras;

i) Informe favorable emitido por una entidad Clasificadora de Riesgo calificada, respecto de la solvencia financiera del solicitante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se sujetarán al presente artículo, las concesiones definitivas para generación con Recursos Energéticos Renovables cuya potencia instalada sea igual o inferior a 20 MW.

El Reglamento establecerá los mecanismos de control para verificar su cumplimiento."

CONCORDANCIAS: D.S. Nº 056-2009-EM, Única Disp. Trans.

Segunda.- Modifíquese el numeral I) del artículo 8 de la Ley Nº 28832, Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la Generación Eléctrica, de acuerdo al texto siguiente:

"**Artículo 8**.- Condiciones de los contratos derivados de un proceso de Licitación
(...)

I. Plazos de suministro de hasta veinte (20) años y Precios Firmes, ninguno de los cuales podrá ser modificado por acuerdo de las partes, a lo largo de la vigencia del contrato, salvo autorización previa de OSINERGMIN. Cuando se trate de reducciones de precios durante la vigencia de los respectivos contratos, los Distribuidores deberán transferir a los consumidores el cincuenta por ciento (50%) de dichas reducciones[1].

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla, dando cuenta al Congreso de la República.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, el primer día del mes de mayo del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JUAN VALDIVIA ROMERO
Ministro de Energía y Minas y
Encargado del Despacho de la Presidencia
del Consejo de Ministros

[1] Artículo modificado por el Artículo 1 del Decreto Legislativo N° 1041, publicado el 26 junio 2008 cuyo texto rige en la actualidad. El texto original era el siguiente:
I. Plazos de suministro de hasta quince (15) años y Precios Firmes, ninguno de los cuales podrá ser modificado por acuerdo de las partes, a lo largo de la vigencia del contrato, salvo autorización previa de OSINERGMIN. Cuando se trate de reducciones de precios durante la vigencia de los respectivos contratos, los Distribuidores deberán transferir a los consumidores el cincuenta por ciento (50%) de dichas reducciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 7: Decreto Supremo Nº 012-2011-EM

DECRETO SUPREMO Nº 012-2011-EM

Publicado en el diario oficial El Peruano el 23/03/2011

Concordancias:

1. **Decreto Legislativo Nº 1002** publicado con fecha 02/05/2008. Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.
2. **Decreto Ley Nº 25844** publicado con fecha 19/11/1992. Ley de Concesiones Eléctricas.
3. **Resolución Ministerial Nº 143-2001-EM-VME** publicada con fecha 31/03/2001. Aprobación de los Procedimientos Técnicos del COES del Nº 1 al Nº 19.
4. **Resolución OSINERGMIN Nº 200-2009-OS/CD** publicada con fecha 01/11/2009. Norma "Procedimiento sobre Hibridación de Instalaciones de Generación Eléctrica que Utilicen Recursos Energéticos Renovables.
5. **Resolución OSINERGMIN Nº 201-2009-OS/CD** publicada con fecha 01/11/2009. Norma "Procedimiento para ejecutar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Generación de Electricidad con Recursos Renovables Energéticos.
6. **Resolución OSINERGMIN Nº 001-2010-OS/CD** publicada con fecha 15/01/2010. Norma "Procedimiento de cálculo de la Prima para la Generación de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables.
7. **Resolución OSINERGMIN Nº 215-2010-OS/CD** publicada con fecha 29/08/2010. Procedimiento Técnico COES "Programación de Mediano Plazo de la Operación del SEIN.
8. **Resolución OSINERGMIN Nº 289-2010-OS/CD** publicada con fecha 30/12/2010. Procedimiento Técnico del Comité de Operación Económica del Sistema "Cálculo de la Energía Dejada de Inyectar por Causas Ajenas al Generador RER.

Modificatorias

1. **Decreto Supremo N° 031-2012-EM**, publicado el 23/08/2012.
2. **Decreto Supremo N° 024-2013-EM**, publicado el 06/07/2013.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el 02 de mayo de 2008 se publicó el Decreto Legislativo Nº 1002, Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables;

Que, el citado Decreto Legislativo contiene las normas generales sobre incentivos para promover la inversión en generación eléctrica a partir de Recursos Energéticos Renovables, aspectos que deben ser materia de normas reglamentarias para el debido cumplimiento de los objetivos señalados;

Que, de la experiencia recogida del proceso de la primera Subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables, se ha visto por necesario revisar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

las normas reglamentarias a efectos de tener mayor claridad en la aplicación de las normas;

De conformidad con las atribuciones previstas en los numerales 8) y 24) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1.- Derogación
Derógase el Reglamento de la Generación de Electricidad con energías Renovables, aprobado por el Decreto Supremo Nº 050-2008-EM.

Artículo 2.- Aprobación
Aprobar el Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, que consta de siete (07) Títulos, veintiséis (26) Artículos, dos (02) Disposiciones Complementarias, y dos (02) Disposiciones Transitorias, que forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Modificación del artículo 110 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas
Modifíquese el inciso f), incorpórese el inciso g) y modifíquese el último párrafo, del artículo 110 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas aprobado por Decreto Supremo Nº 009-93-EM.

> "Artículo 110.- La potencia firme de cada una de las unidades generadoras del sistema se calculará según los siguientes criterios y procedimientos:
> (...)
>
> f) Para alcanzar o acercarse a la máxima demanda en los sistemas eléctricos donde la suma de las potencias firmes de las unidades de generación de las diferentes tecnologías no llegue a cubrir la máxima demanda del sistema a nivel generación, se seguirá el siguiente procedimiento secuencial: i) se disminuirán las exigencias en el número de horas de regulación, ii) se reducirá la probabilidad de excedencia hidráulica, y iii) se disminuirá la indisponibilidad de las centrales térmicas e hidráulicas.
>
> g) La Potencia Firme de las centrales RER se determina de la siguiente manera:
>
> I. Para las centrales RER hidráulicas se calcula conforme el inciso b) del presente artículo.
>
> II. Para las centrales RER que utilizan tecnología biomasa o geotérmica se calcula conforme al inciso a) del presente artículo, salvo que se trate de centrales de cogeneración, en cuyo caso la Potencia Firme se determina conforme al Reglamento de Cogeneración, aún cuando no sean "Centrales de Cogeneración Calificadas".
>
> III. Para las centrales RER que utilizan tecnología eólica, solar o mareomotriz, la Potencia Firme es igual a cero (0).
>
> Los procedimientos para todos los casos serán propuestos por el COES al OSINERGMIN."

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Artículo 4.- Refrendo y vigencia
El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Energía y Minas y entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de marzo del año dos mil once

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA
Ministro de Energía y Minas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REGLAMENTO DE LA LEY DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES;

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Definiciones
Los términos que empiezan con mayúscula distintos a los indicados, tienen el significado establecido en la Ley, LCE, RLCE u otras normas aplicables.

Cualquier mención a artículos o títulos sin señalar la norma a la que corresponden, se debe entender referida al presente Reglamento. Los plazos establecidos en días, se computan en días hábiles, salvo que se indique expresamente lo contrario. Se entienden por hábiles, todos los días del año, excepto sábados, domingos, feriados y aquellos declarados como no laborables a nivel nacional por el Poder Ejecutivo para el sector público.

Para los efectos del presente Reglamento, entiéndase por:

1.1 **Adjudicatario**: Es el Postor a quien se le adjudica la Buena Pro del proceso de Subasta. La Subasta puede tener uno o más Adjudicatarios.

1.2 **Bases**: Documento elaborado y aprobado por el Ministerio, para la conducción por parte de OSINERGMIN de los procesos de Subastas a que hace referencia el numeral 7.1 del artículo 7 de la Ley.

1.3 **Bases Consolidadas**: Versión final de las Bases aprobada por el Comité como resultado de la etapa de análisis de sugerencias y consultas a las Bases.

1.4 **Cargo por Prima**: Es el cargo unitario determinado para cada año por OSINERGMIN para asegurar que la Sociedad Concesionaria reciba la Prima correspondiente. Este cargo será incluido en el Peaje por Conexión del Sistema Principal de Transmisión, y los respectivos montos serán transferidos a la Sociedad Concesionaria vía las transferencias que efectúa el COES.

1.5 **COES**: Es el Comité de Operación Económica del Sistema.

1.6 **Comité**: Es el Comité de Conducción del Proceso encargado de la conducción del proceso de Subasta hasta la Fecha de Cierre conforme al cronograma del proceso establecido en las Bases[1].

1.7 **Consumo Nacional de Electricidad**: Es el total de energía eléctrica producida anualmente en el país, incluida la autoproducción y la importación, menos la exportación.

1.8 **Contrato**: Es el Contrato para el Suministro de Energía Renovable resultante de la Subasta, que establece los compromisos y condiciones relativos a la construcción, operación, suministro de energía y régimen tarifario de las centrales de generación con

[1] Numeral 1.6 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:
*1.6 **Comité**: Es el Comité de Conducción del Proceso, encargado de conducir todo el proceso de Subasta con las facultades previstas en las Bases.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RER. Incluye las Bases. Se inicia a partir de la Fecha de Cierre y se mantiene vigente hasta la Fecha de Término del Contrato[2].

1.9 **DGE**: Es la Dirección General de Electricidad.

1.10 **Energía Adjudicada**: Es la cantidad anual de energía expresada en MWh y estipulada en el Contrato que la Sociedad Concesionaria se obliga a producir con la correspondiente central de generación RER que resultó adjudicataria e inyectar al sistema eléctrico hasta la Fecha de Término del Contrato[3].

1.11 **Energía Dejada de Inyectar por Causas Ajenas al Generador RER**: Es la energía que el Generador RER no puede inyectar al SEIN por disposiciones del COES y/o por condiciones de operación del sistema eléctrico y/o instalaciones de terceros y/o por causas de fuerza mayor calificadas por OSINERGMIN. Es determinada según el correspondiente Procedimiento del COES.

1.12 **Energía Requerida**: Es la cantidad total de energía anual expresada en MWh materia de la Subasta. La Energía Requerida así como la participación de cada tecnología RER para cubrir dicha energía, es determinada por el Ministerio.

1.13 **Factor de Corrección**: Es la proporción entre las inyecciones netas de energía más la Energía Dejada de Inyectar por Causas Ajenas al Generador RER, respecto de la Energía Adjudicada. Este factor, se aplica a la Tarifa de Adjudicación cuando su valor es menor a uno (1,0).

1.13.A **Fecha de Cierre**: Es el día establecido en las Bases, en que se cumplen todos y cada uno de los requisitos establecidos en las Bases para la firma del Contrato y conclusión del proceso de Subasta[4].

1.13.B **Fecha de Término del Contrato**: Es la fecha máxima establecida en las Bases, no modificable por ninguna causa, hasta la cual se le pagará al Concesionario la Tarifa de Adjudicación[5].

1.13.C **Fecha Real de Puesta en Operación Comercial**: Fecha real de entrada en operación comercial de cada central, certificada por el COES de acuerdo a sus Procedimientos, la cual no podrá exceder en dos (02) años la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial, caso contrario el Contrato quedará automáticamente resuelto y se ejecutará la Garantía de Fiel Cumplimiento[6].

---

[2] Numeral 1.8 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.8 **Contrato**: Es el Contrato para el Suministro de Energía Renovable resultante de la Subasta, que establece los compromisos y condiciones relativos a la construcción, operación, suministro de energía y régimen tarifario de las centrales de generación con RER. Incluye las Bases. Se inicia a partir de la Fecha de Cierre y se mantiene vigente hasta la terminación del Plazo de Vigencia.*

[3] Numeral 1.10 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.10 **Energía Adjudicada**: Es la cantidad anual de energía activa expresada en MWh y estipulada en el Contrato que la Sociedad Concesionaria se obliga a producir con la correspondiente central de generación RER que resultó adjudicataria e inyectar al sistema eléctrico durante el Plazo de Vigencia.*

[4] Numeral 1.13.A incorporado por el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM.
[5] Numeral 1.13.B incorporado por el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM.
[6] Numeral 1.13.C incorporado por el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.13.D **Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial**: Es la fecha establecida en las Bases, considerando veinte (20) años hasta la Fecha de Término del Contrato[7].

1.14 **Ingreso Garantizado**: Es el ingreso anual que percibirá la Sociedad Concesionaria por las Inyecciones Netas de Energía hasta el límite de la Energía Adjudicada, remuneradas a la Tarifa de Adjudicación. Se aplicará desde la Puesta en Operación Comercial hasta la Fecha de Término del Contrato[8].

1.15 **Inyecciones Netas de Energía**: Son iguales a la diferencia entre las inyecciones menos los retiros de energía por obligaciones contractuales con terceros.

1.16 **LCE**: Es el Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.

1.17 **Ley**: Es el Decreto Legislativo Nº 1002 para la Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables.

1.18 **Ministerio**: Es el Ministerio de Energía y Minas, que en representación del Estado firma el Contrato[9].

1.19 **Oferta**: Es la propuesta que formula un Postor conforme a las Bases. Está compuesta, por la energía anual ofertada con generación RER, expresada en MWh y el precio monómico correspondiente, expresado en US$/MWh[10].

1.20 **OSINERGMIN**: Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Minería y Energía, competente para fiscalizar el cumplimiento del Contrato[11].

1.21 **Período Tarifario**: Período de doce (12) meses que inicia en mayo de cada año.

1.22 **Plazo de Vigencia de la Tarifa de Adjudicación (Plazo de Vigencia)**: Es el período comprendido entre la Fecha Real de Puesta en Operación Comercial y la Fecha de Término del Contrato. Durante el Plazo de Vigencia la Sociedad Concesionaria está obligada a suministrar electricidad al sistema con tecnología RER y se le garantiza el pago de la Tarifa de Adjudicación por las Inyecciones Netas de Energía producida por su central, hasta el límite de la Energía Adjudicada[12].

---

[7] Numeral 1.13.D incorporado por el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM.

[8] Numeral 1.14 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.14 **Ingreso Garantizado**: Es el ingreso anual que percibirá la Sociedad Concesionaria por las Inyecciones Netas de Energía hasta el límite de la Energía Adjudicada, remuneradas a la Tarifa de Adjudicación. Se aplicará únicamente durante el Plazo de Vigencia correspondiente.*

[9] Numeral 1.18 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.18 **Ministerio**: Es el Ministerio de Energía y Minas.*

[10] Numeral 1.19 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.19 **Oferta**: Es la propuesta que formula un Postor conforme a las Bases. Está compuesta, como mínimo, por la energía anual ofertada con generación RER, expresada en MWh, la fecha prevista de entrada en operación comercial y el precio monómico correspondiente, expresado en US$/MWh.*

[11] Numeral 1.20 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *1.20 **OSINERGMIN**: Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, competente para conducir las Subastas y fiscalizar el cumplimiento del cronograma de ejecución de obras.*

[12] Numeral 1.22 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.23 **Postor**: Es la persona jurídica, nacional o extranjera que puede realizar actos jurídicos y asumir obligaciones en el Perú y que presenta la Oferta cumpliendo con las condiciones y requisitos establecidos en las Bases.

1.24 **Prima**: Es el monto anual que se requiere para que la Sociedad Concesionaria reciba el Ingreso Garantizado, una vez descontados los ingresos netos recibidos por transferencias determinadas por el COES.

1.25[13]

1.26 **RER**: Recursos Energéticos Renovables, conforme a lo establecido en el artículo 3 de la Ley. Toda generación con RER tiene prioridad en el despacho diario de carga que efectúa el COES, para lo cual se le considerará con costo variable de producción igual a cero (0), independientemente si el Generador RER es Adjudicatario o no.

1.27 **Reglamento**: Es el presente Reglamento.

1.28 **RLCE**: Es el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas, aprobado por el Decreto Supremo Nº 009-93-EM.

1.29 **SEIN**: Es el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

1.30 **Sociedad Concesionaria**: Es la persona jurídica de naturaleza mercantil constituida de conformidad con la Ley General de Sociedades y con lo prescrito en las Bases, que firma el Contrato ante el Comité[14].

1.31 **Subasta**: Es el proceso de concurso público convocado por OSINERGMIN con la finalidad de asignar la Tarifa de Adjudicación a cada proyecto de generación con RER hasta cubrir la Energía Requerida. Concluye en la Fecha de Cierre[15].

1.32 **Tarifa Base**: Es la tarifa para efectos de la Subasta, calculada por OSINERGMIN por tipo de tecnología de generación con RER, considerando la tasa prevista en el artículo 79 de la LCE.

1.33 **Tarifa de Adjudicación**: Es la oferta de precio monómico del Adjudicatario en US$/MWh. Esta tarifa se le garantiza a cada Adjudicatario por las Inyecciones Netas de Energía hasta el límite de su Energía Adjudicada. Cada Tarifa de Adjudicación tiene

---

*1.22 **Plazo de Vigencia de la Tarifa de Adjudicación (Plazo de Vigencia)**: Es el período de veinte (20) años contado a partir de la Puesta en Operación Comercial. Durante el Plazo de Vigencia el Postor se compromete a suministrar electricidad al sistema con tecnología RER y se le garantiza el pago de la Tarifa de Adjudicación por las Inyecciones Netas de Energía producida por su central, hasta el límite de la Energía Adjudicada.*

[13] Numeral 1.25 derogado por el Artículo 3° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM. El texto que se encontraba vigente era el siguiente:

*1.25 **Puesta en Operación Comercial**: Fecha efectiva de entrada en operación comercial de cada central, certificada por el COES de acuerdo con sus Procedimientos.*

[14] Numeral 1.30 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

*1.30 **Sociedad Concesionaria**: Es la persona jurídica de naturaleza mercantil constituida de conformidad con la Ley General de Sociedades y con lo prescrito en las Bases, que firma el Contrato como resultado de la Subasta.*

[15] Numeral 1.31 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

*1.31 **Subasta**: Es el proceso de concurso público convocado y conducido por OSINERGMIN con la finalidad de asignar la Tarifa de Adjudicación a cada proyecto de generación con RER hasta cubrir la Energía Requerida.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

carácter firme y es aplicada únicamente desde la Puesta en Operación Comercial hasta la Fecha de Término del Contrato, aplicando el Factor de Corrección y la fórmula de actualización establecidas en las Bases[16].

Artículo 2.- Objeto
El Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones reglamentarias necesarias para la adecuada aplicación de la Ley a fin de promover el desarrollo de actividades de producción de energía eléctrica a base del aprovechamiento de RER.

Los aspectos no previstos en el presente Reglamento se sujetan a lo dispuesto por la LCE, el RLCE y demás normas aplicables, en tanto no se opongan a lo dispuesto por la Ley y el presente Reglamento.

Artículo 3.- Procedimiento administrativo
El procedimiento administrativo para el otorgamiento de concesiones para el desarrollo de generación con RER a las que hace referencia este Reglamento, se regirá por lo dispuesto en la LCE y el RLCE.

TÍTULO II

SUBASTA PARA GENERACIÓN CON RER

Artículo 4.- Energía Requerida
La Energía Requerida en la Subasta se determina considerando la participación de la generación RER referida en el numeral 2.2 del artículo 2 de la Ley, aplicando los siguientes criterios:

a) Se calcula el Consumo Nacional de Electricidad para el año correspondiente a la fecha límite prevista en las Bases para la Puesta en Operación Comercial, en función al Consumo Nacional de Electricidad, tomando como referencia la tasa de crecimiento considerada en la fijación de Tarifas en Barra vigente.

b) Se calcula la participación de la generación RER, multiplicando el Consumo Nacional de Electricidad calculado en a), por el porcentaje objetivo vigente al que hace referencia el numeral 2.2 del artículo 2 de la Ley.

c) La Energía Requerida corresponderá a la participación de la generación RER calculada en b), menos el total de la Energía Adjudicada de los Contratos vigentes correspondientes a tecnología RER diferente a la hidroeléctrica.

Artículo 5.- Composición de la Energía Requerida[17]

---

[16] [16] Numeral 1.33 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

1.33 ***Tarifa de Adjudicación****: Es la oferta de precio monómico del Adjudicatario en US$/MWh. Esta tarifa se le garantiza a cada Adjudicatario por las Inyecciones Netas de Energía hasta el límite de su Energía Adjudicada. Cada Tarifa de Adjudicación tiene carácter de firme y es aplicada únicamente durante el correspondiente Plazo de Vigencia, aplicando el Factor de Corrección y la fórmula de actualización establecida en las Bases.*

[17] Artículo 5° modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

Artículo 5.- Composición de la Energía Requerida

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para cada Subasta el Ministerio definirá el porcentaje de participación de cada tecnología RER en la Energía Requerida, considerando el Plan Nacional de Energías Renovables y/o alguno o la combinación de los siguientes aspectos:

a) Proporción inversa al precio monómico (US$/MWh) de cada tecnología.
b) Proporción directa a la garantía de Potencia Firme por tecnología.
c) Promoción de la competencia.

Artículo 6.- Aviso Previo
Con una anticipación no menor de sesenta (60) días calendario a la fecha prevista de convocatoria a Subasta, el Ministerio publicará en por lo menos un diario de circulación nacional y en su Portal de Internet, un aviso previo a la convocatoria indicando, como mínimo, la Energía Requerida, la energía adicional para hidroeléctricas y la fecha prevista de convocatoria a Subasta.

Artículo 7.- Sistema de Información y Registro
OSINERGMIN mantendrá habilitado en su Portal de Internet un sitio donde:

a) Publicará los documentos de todas las etapas de cada proceso de Subasta que convoque, desde los avisos hasta la adjudicación.

b) Establecerá un sistema de información y registro en el que publicará permanentemente el incremento de la capacidad instalada con generación RER y la energía producida por tipo de tecnología, respecto a la Energía Requerida determinada conforme a lo establecido en el artículo 4.

c) A partir de la fecha de convocatoria, los interesados en ser Postores en un proceso de Subasta, deberán registrarse en el sistema señalado en el inciso b), durante el plazo que se indique en las Bases. Dicho registro es un requisito para participar en la Subasta, y tiene carácter confidencial.

Artículo 8.- Bases

8.1 Las Bases serán elaboradas por el Ministerio y aprobadas por Resolución del Viceministro de Energía, la cual será publicada en el Diario Oficial El Peruano así como en el Portal de Internet del Ministerio. Las Bases aprobadas son obligatorias para todo aquel que participe en el proceso de Subasta.

8.2 Las Bases deben establecer la Fecha de Término del Contrato[18].

Para cada Subasta el Ministerio definirá en las Bases el porcentaje de participación de cada tipo de tecnología RER en la Energía Requerida, considerando el Plan Nacional de Energías Renovables y/o los lineamientos de política energética del país.
La capacidad instalada de los proyectos hidroeléctricos comprendidos en una Oferta deberá ser igual o menor de 20 MW. La producción de estos proyectos no se contabiliza en la cobertura de la Energía Requerida. No serán considerados en esta categoría aquellos proyectos que han sido desarrollados con una capacidad igual o inferior a 20 MW únicamente para acogerse al Régimen RER y que impidan el desarrollo de un proyecto hidroeléctrico de mayor capacidad en la cuenca hidrográfica.

Anteriormente, el segundo párrafo de este Artículo 5° había sido modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 031-2012-EM. El texto original era el siguiente:

La capacidad instalada de los proyectos hidroeléctricos comprendidos en una Oferta deberá ser igual o menor de 20 MW. La producción de estos proyectos no se contabiliza en la cobertura de la Energía Requerida.

[18] Numeral 8.2 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

8.3 Las Bases establecerán como mínimo dos (02) tipos de garantías: (i) Garantía de Seriedad de Oferta; y, (ii) Garantía de Fiel Cumplimiento de ejecución de obras.

Artículo 9.- Convocatoria a Subasta[19]
Cada dos (02) años, el Ministerio evaluará la necesidad de convocar a Subasta en el marco del artículo 2° de la Ley.

OSINERGMIN publicará la convocatoria a Subasta en, por lo menos, un diario de circulación nacional y en un medio especializado internacional, así como en su Portal de Internet.

El aviso de convocatoria deberá contener, como mínimo, la información relativa a la Energía Requerida por tipo de tecnología, la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial, la Fecha de Término del Contrato y los hitos más relevantes del cronograma del proceso.

De ser el caso, el Ministerio, a propuesta del COES, aprueba las máximas potencias que las centrales RER eólicas pueden inyectar en las Barras del SEIN.

Artículo 10.- Requisitos para ser Postor
Las Bases deberán establecer, entre otros, los siguientes requisitos:

a) Haber adquirido las Bases.

b) Datos del proyecto, que incluya: la potencia nominal a ser instalada, el factor de planta, los registros de mediciones, ubicación del proyecto a nivel de distrito y barra de conexión al sistema. La información tiene carácter referencial para los fines de la Subasta.

c) Declaración jurada de haber realizado las mediciones y/o estudios del recurso renovable durante un período no menor de un (01) año.

d) Declaración jurada que los equipos a ser instalados serán nuevos, y en ningún caso la antigüedad de fabricación podrá ser mayor a dos (2) años. El certificado del fabricante que acredite el contenido de dicha declaración jurada será exigido por OSINERGMIN durante la etapa de construcción.

e) Para el caso de proyectos hidroeléctricos, declaración jurada de que la máxima capacidad de generación eléctrica que es posible aprovechar del recurso energético en la planta en conjunto, incluyendo las instalaciones

---

8.2 Las Bases deben establecer el límite de la fecha prevista para la Puesta en Operación Comercial para cada tecnología RER.

[19] Artículo 9° modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

Artículo 9.- Convocatoria a Subasta
Cada dos (02) años, en el mes de agosto, el Ministerio evaluará la necesidad de convocar a Subasta en el marco del artículo 2 de la Ley.
OSINERGMIN publicará la convocatoria a Subasta en, por lo menos, un diario de circulación nacional y en un medio especializado internacional, así como en su Portal de Internet.
El aviso de convocatoria deberá contener, como mínimo, la información relativa a la Energía Requerida por tipo de tecnología, el correspondiente Plazo de Vigencia y los hitos más relevantes del cronograma del proceso.
En cada Subasta, el Ministerio, a propuesta del COES, aprueba las máximas potencias que las centrales RER, distintas a las hidroeléctricas, geotérmicas y biomasa, pueden inyectar en las Barras del SEIN.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

existentes o futuras, no es mayor a 20 MW y que la implementación del proyecto no obstaculiza el aprovechamiento hidroenergético óptimo de la cuenca hidrográfica[20].

f) Una garantía de Seriedad de Oferta Solidaria, incondicional, irrevocable, de realización automática, sin beneficio de excusión, mediante una Carta Fianza Bancaria a favor de OSINERGMIN, con vigencia hasta la Fecha de Cierre[21].

g) Asumir la obligación, que en la Fecha de Cierre, presentará una Garantía de Fiel Cumplimiento solidaria, incondicional, irrevocable, de realización automática, sin beneficio de excusión, por el monto que se indique en las Bases, mediante una Carta Fianza Bancaria a favor del Ministerio que debe ser mantenida vigente hasta la Fecha Real de Puesta en Operación Comercial. Esta Carta Fianza deberá tener una vigencia de por lo menos ciento ochenta (180) días calendario y debe ser renovada, por el mismo plazo, antes de su vencimiento. De no renovarse, el obligado debe reponer la Garantía de Fiel Cumplimiento incrementada en veinte por ciento (20%) dentro del plazo de cinco (05) días calendario de la fecha de vencida su vigencia, sin necesidad de requerimiento alguno bajo apercibimiento de ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento y quedar resuelto el Contrato[22].

h) Asumir la obligación de que en el plazo máximo de noventa (90) días desde la Fecha de Cierre, presentará a OSINERGMIN un cronograma referencial de ejecución de obras[23].

---

[20] Inciso e) modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

e) Para el caso de proyectos hidroeléctricos, declaración jurada de que la máxima capacidad de generación eléctrica que es posible aprovechar del recurso energético en la planta en conjunto, incluyendo las instalaciones existentes o futuras, no es mayor a 20 MW y que el desarrollo de su concesión no obstaculiza el aprovechamiento eficiente y racional de la cuenca hidrográfica.

Este inciso fue modificado anteriormentepor el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 031-2012-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto original era el siguiente:

e) Para el caso de proyectos hidroeléctricos, declaración jurada de que la máxima capacidad de generación eléctrica que es posible aprovechar del recurso energético en la planta en conjunto, incluyendo las instalaciones existentes o futuras, no es mayor a 20 MW.

[21] Inciso f) modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

f) Una Garantía de Seriedad de Oferta solidaria, incondicional, irrevocable, de realización automática, sin beneficio de excusión, mediante una Carta Fianza Bancaria a favor de OSINERGMIN, con vigencia hasta la fecha de firma del Contrato.

[22] Inciso g) modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

g) Asumir la obligación, que para la firma del Contrato, presentará una Garantía de Fiel Cumplimiento solidaria, incondicional, irrevocable, de realización automática, sin beneficio de excusión, por el monto que se indique en las Bases, mediante una Carta Fianza Bancaria a favor del Ministerio que debe ser mantenida vigente hasta la fecha de Puesta en Operación Comercial de la Central. Esta Carta Fianza deberá tener una vigencia de por lo menos ciento ochenta (180) días calendario y debe ser renovada, por el mismo plazo, antes de su vencimiento. De no renovarse, el obligado debe reponer la Garantía de Fiel Cumplimiento incrementada en 100% dentro del plazo de cinco (05) días calendario de la fecha de vencida su vigencia, sin necesidad de requerimiento alguno bajo apercibimiento de ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento y quedar resuelto el Contrato.

[23] Inciso h) modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

h) Asumir la obligación de que en del plazo máximo de noventa (90) días desde la firma del Contrato con el Ministerio, presentará al Ministerio el presupuesto del proyecto y el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

i) Asumir la obligación de cumplir con el Contrato mediante la concesión definitiva de generación RER obtenida conforme a las normas y procedimientos establecidos en la LCE, el RLCE y demás normas legales aplicables.

Artículo 11.- Comité de Conducción del Proceso

11.1 En un plazo máximo de treinta (30) días con posterioridad a la publicación del Aviso Previo, se conformará el Comité encargado de conducir la Subasta y el acto público de adjudicación de la Buena Pro.

11.2 El Comité estará integrado por tres (03) miembros, de los cuales dos (02) son designados por OSINERGMIN y uno (01) es designado por el Ministerio. El Comité será presidido por uno de los designados por OSINERGMIN.

Artículo 12.- Presentación de Ofertas

12.1 El precio monómico comprendido en la Oferta, deberá incluir los costos de inversión de la infraestructura de transmisión necesaria para su conexión al SEIN.

12.2 La potencia comprometida a instalar y la energía ofertada anual, comprendidos en la Oferta, deben ser valores únicos por cada proyecto. Para efectos de la fecha de Puesta en Operación Comercial, no se permitirá particionar la Central por unidades de generación eléctrica, etapas, fases o de cualquier otra forma.

Artículo 13.- Determinación de la Tarifa Base
Para la determinación de la Tarifa Base, OSINERGMIN deberá considerar, entre otros aspectos, los costos eficientes de inversión y, de operación y mantenimiento, así como los costos relacionados a las conexiones al sistema necesarias para su operación.

Artículo 14.- Evaluación de Ofertas y Adjudicación de Buena Pro
La evaluación de Ofertas y adjudicación de Buena Pro deberán ser efectuadas en un solo acto público con participación de Notario Público, según el procedimiento correspondiente, cumpliendo los siguientes criterios:

14.1 La adjudicación se efectuará en orden de mérito de las Ofertas que no superen la Tarifa Base y hasta que se complete la participación establecida en las Bases de la respectiva tecnología RER en el total de la Energía Requerida. Las Bases establecerán el procedimiento de detalle para la selección y adjudicación de las Ofertas, el cual será efectuado en un solo acto público y de manera independiente por cada tipo de tecnología RER.

14.2 La participación de cada tipo de tecnología sólo será cubierta por las Ofertas adjudicadas para esa tecnología.

Artículo 15.- Acta de Adjudicación[24]

---

cronograma de inversiones y ejecución de obras compatible con la fecha de inicio del Plazo de Vigencia correspondiente.

[24] Artículo 15° modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

Artículo 15.- Acta de Adjudicación

15.1 Adjudicada la Buena Pro, se elaborará un acta que será firmada por los miembros del Comité, por el Notario Público y por los representantes de los Postores que así lo deseen. En el acta deberán quedar registradas para cada oferta adjudicada, como mínimo, el Plazo de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

15.1 Adjudicada la Buena Pro, se elaborará un acta que será firmada por los miembros del Comité, por el Notario Público y por los representantes de los Postores que así lo deseen. En el acta deberán quedar registradas para cada oferta adjudicada, como mínimo, la Fecha de Término del Contrato, la Energía Adjudicada, la fecha prevista de Puesta en Operación Comercial, la Tarifa de Adjudicación y la respectiva fórmula de actualización establecida en las Bases.

15.2 Se remitirá copias del acta a la DGE y al COES dentro de los tres (03) días siguientes de la adjudicación de la Buena Pro o de resueltas las impugnaciones que hubieran.

15.3 En la Fecha de Cierre establecida en el Cronograma del Proceso, en Acto Público y con presencia de Notario Público, el Comité verifica el cumplimiento de los requisitos para la firma del Contrato entre el Ministerio y la Sociedad Concesionaria. Firmado el Contrato, el Notario extenderá un Acta de los actos realizados, la misma que será firmada por los miembros del Comité, el Notario Público y los asistentes que lo deseen, quedando así concluido el Proceso de Subasta.

TÍTULO III

CONCESIÓN DEFINITIVA Y CONTRATO

Artículo 16.- Normas aplicables

16.1 La obtención de la concesión definitiva de Generación RER y la de Transmisión, si fuese el caso, se sujeta a las normas y procedimientos establecidos en la LCE y el RLCE, sin excepciones, salvo lo referido a la Garantía y al Conograma de Ejecución de Obras[25].

16.2 El acta de adjudicación formará parte integrante del Contrato, como anexo al mismo.

16.3 El Adjudicatario sustituirá la Garantía de Seriedad de Oferta referida en el inciso f) del Artículo 10° por la Garantía de Fiel Cumplimiento referida en el inciso g) del artículo 10° en la Fecha de Cierre[26].

Vigencia, la Energía Adjudicada, la fecha prevista de Puesta en Operación Comercial, la Tarifa de Adjudicación y la respectiva fórmula de actualización establecida en las Bases.
15.2 Se remitirá copias del acta a la DGE y al COES dentro de los tres (03) días siguientes de la adjudicación de la Buena Pro o de resueltas las impugnaciones que hubieran. Junto con la copia del acta, OSINERGMIN remitirá las Cartas Fianzas al Ministerio.

[25] Numeral 16.1 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

16.1 La obtención de la concesión definitiva de Generación RER y la de Transmisión, si fuese el caso, se sujeta a las normas y procedimientos establecidos en la LCE y el RLCE, sin excepciones, salvo lo referido a la Garantía y al cronograma de actividades.

[26] Numeral 16.3 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

16.3 El Adjudicatario sustituirá la Garantía de Seriedad de Oferta referida en el inciso f) del artículo 10 por la Garantía de Fiel Cumplimiento referida en el inciso g) del artículo 10 en la fecha de firma del Contrato.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TÍTULO IV

SUBASTAS DESIERTAS

Artículo 17.- Declaratoria de Desierto del Proceso de Subasta
En casos que no se cubra el cien por ciento (100%) de la Energía Requerida en la Subasta, ésta será declarada parcial o totalmente desierta, según corresponda. De ser el caso, este hecho quedará consignado en el acta de adjudicación a que se refiere el artículo 15.

Artículo 18.- Nueva Convocatoria
Si la Subasta quedara total o parcialmente desierta, dentro del plazo no mayor de treinta (30) días posteriores al acto de adjudicación de la Buena Pro, el Ministerio definirá la necesidad de efectuar una nueva convocatoria.

TÍTULO V

COMERCIALIZACIÓN Y TARIFAS DE LA GENERACIÓN RER

Artículo 19.- Ingreso por Energía

19.1 El Generador RER no Adjudicatario puede vender parte o la totalidad de su producción de energía eléctrica a precio libremente contratado con terceros o en el Mercado de Corto Plazo.

19.2 Los ingresos anuales por energía de los Generadores RER Adjudicatarios conectados al SEIN, están constituidos por la suma de los siguientes conceptos:

a) La valorización a Costo Marginal de Corto Plazo de sus Inyecciones Netas de Energía; y,

b) Un monto anual por concepto de Prima, determinado como la diferencia entre:

   i) La valorización a Tarifa de Adjudicación de sus Inyecciones Netas de Energía, hasta el límite de la Energía Adjudicada; y

   ii) La valorización a Costo Marginal de Corto Plazo de sus Inyecciones Netas de Energía, hasta el límite de la Energía Adjudicada, más los Ingresos por Potencia determinados conforme al Artículo 20.

Este monto anual por concepto de Prima será pagado en cuotas mensuales durante el año siguiente, considerando la tasa de interés mensual correspondiente a la tasa de actualización que se refiere el artículo 79 de la LCE.

19.3 La primera determinación de la Prima se efectuará considerando la proporción de las inyecciones netas respecto de la Energía Adjudicada, según la fecha de puesta en Operación Comercial, conforme al Procedimiento aprobado por OSINERGMIN.

19.4 A partir del segundo año de la Puesta en Operación Comercial, si el promedio anual de las inyecciones netas de energía de una central de generación RER es menor a su Energía Adjudicada, el titular podrá solicitar al Ministerio el reajuste de su Energía Adjudicada para reducirla por única vez, en no más del quince por ciento (15%) de su Energía Adjudicada. En este caso la determinación de la Prima

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

corresponderá a la Energía Adjudicada reajustada, la misma que no podrá ser modificada en adelante[27].

19.5 Las Inyecciones Netas de Energía anual se contabilizan de manera individual por cada central de generación RER. Si en un Período Tarifario la Inyección Neta de Energía de una central de generación RER es menor a la Energía Adjudicada, la Tarifa de Adjudicación para determinar el correspondiente monto por concepto de Prima será reducida multiplicándola por el Factor de Corrección.

19.6 El pago a los Generadores RER por los dos (02) conceptos referidos en el numeral 19.2, será realizado a través de los demás Generadores en la misma oportunidad que se efectúa el pago de las valorizaciones de transferencia de energía entre Generadores, conforme al Procedimiento correspondiente.

19.7 El COES efectuará y remitirá a OSINERGMIN, antes del 15 de febrero de cada año, un informe de liquidación anual de los pagos a los Generadores RER de acuerdo a lo establecido en el numeral anterior.

Artículo 20.- Cálculo de Potencia Firme e Ingresos por Potencia
El cálculo de la Potencia Firme de las unidades de generación RER, será efectuado según el artículo 110 del RLCE y Los Ingresos por Potencia serán los previstos en el artículo 109 del RLCE.

Artículo 21.- Cargo por Prima
El Cargo por Prima que pagarán los Usuarios a través del Peaje por Conexión, será fijado anualmente por OSINERGMIN teniendo en cuenta el monto por concepto de Prima a que se refiere el literal b) del numeral 19.2.

Artículo 22.- Pago por uso de redes de distribución y transmisión

22.1 La central de generación RER que tenga características de Generación Distribuida y/o Cogeneración, pagarán por el uso de las redes de distribución únicamente el costo incremental incurrido por el Distribuidor. Dicho costo incremental se determina en función a las inversiones en mejoras, reforzamientos y/o ampliaciones de la red de distribución para permitir técnicamente la inyección de energía producida por los Generadores RER.

22.2 En un plazo no mayor a sesenta (60) días calendario contados a partir de la fecha de solicitud de un Generador RER, el Distribuidor deberá facilitar al solicitante, con criterio técnico y económico, un punto de conexión en su red de distribución, así como una estimación completa y detallada de los costos incrementales en que incurra.

22.3 Las normas sobre contribuciones reembolsables son de aplicación a las mejoras, reforzamientos y/o ampliaciones de la red de distribución a que se refiere el numeral 22.1.

---

[27] Numeral 19.4 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

19.4 A partir del tercer año desde la Puesta en Operación Comercial, si el promedio anual de las inyecciones netas de energía de una central de generación RER es menor a su Energía Adjudicada, su titular podrá solicitar al Ministerio el reajuste de dicha Energía Adjudicada para reducirla, por única vez, en no más del quince por ciento (15%) de su Energía Adjudicada. En este caso la determinación de la Prima corresponderá a la Energía Adjudicada reajustada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

22.4 El cargo por concepto de uso de redes que deba pagar el Generador RER al Distribuidor, será acordado entre las partes. A falta de acuerdo, cualquiera de las partes podrá solicitar a OSINERGMIN que fije dicho cargo.

22.5 El uso de las redes de transmisión eléctrica por parte de los Generadores RER está sujeto a lo dispuesto por la LCE y el RLCE.

TÍTULO VI

PLANIFICACIÓN DE LA GENERACIÓN RER

Artículo 23.- Investigación sobre Energías Renovables
Tendrán prioridad en la utilización de los fondos financieros señalados en el artículo 12 de la Ley el desarrollo de proyectos e investigación sobre energías renovables, aquellos proyectos que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

23.1 Se basen en recursos energéticos renovables con mayor seguridad de suministro.

23.2 Cuenten con financiamiento parcial de otras fuentes, incluyendo el presupuesto aprobado por los Gobiernos Regionales.

23.3 Sea pionero de su desarrollo en el país.

Artículo 24.- Planificación

24.1 El Plan Nacional de Energías Renovables es parte del Plan de Generación elaborado por el Ministerio. Los Planes Regionales de Energías Renovables deberán considerar los lineamientos establecidos en el Plan de Generación, sin perjuicio del porcentaje objetivo señalado en el artículo 2 de la Ley[28].

24.2 En la planificación de la Transmisión, el COES deberá prever los requerimientos de infraestructura necesaria para la conexión al SEIN de la Generación RER, garantizando la evacuación de la energía eléctrica producida en condiciones de seguridad, según tipo de tecnología. Para tales efectos, considerará el Plan Nacional de Energías Renovables, las zonas geográficas con mayor potencial de desarrollo de Generación RER y, de manera específica, los proyectos de Generación RER que sean materia de concesión definitiva de generación.

Artículo 25.- Mecanismos de control de Generación con RER
Los Generadores RER deberán enviar a la DGE y al OSINERGMIN informes operativos, en la forma y plazos que éste establezca.

---

[28] Numeral 24.1 modificado por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM, cuyo texto rige actualmente. El texto anterior era el siguiente:

> *24.1 El Plan Nacional de Energías Renovables es elaborado por el Ministerio y lo actualiza cada dos (02) años. Dicho Plan y los Planes Regionales de Energías Renovables deberán considerar los lineamientos para lograr el porcentaje objetivo señalado en el artículo 2 de la Ley.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TÍTULO VII

HIBRIDACIÓN

Artículo 26.- Recursos Energéticos Renovables - Clasificación de las instalaciones
OSINERGMIN establecerá un Procedimiento especial que será aplicado a los Generadores RER que utilicen más de uno de los recursos comprendidos en el artículo 3 de la Ley.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA

PRIMERA.- Porcentaje de Participación de Energía RER
El porcentaje objetivo referido en el numeral 2.2 del artículo 2 de la Ley es establecido por el Ministerio con una anticipación no menor de seis (06) meses al inicio de cada período de cinco (05) años contados a partir de la vigencia de la Ley. Dicho porcentaje objetivo será no menor al que esté vigente.

SEGUNDA.- Participación del Generador RER en el COES
Los Generadores RER se sujetan a las disposiciones del Reglamento del Comité de Operación Económica del Sistema (COES), aprobado por el Decreto Supremo Nº 027-2008-EM, en todo lo que no se oponga al Decreto Legislativo Nº 1002 y al presente Reglamento.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS[29]

1807_2013

[29] Disposiciones Transitorias derogadas por el Artículo 3° del Decreto Supremo N° 024-2013-EM. Los textos que se encontraban vigentes eran los siguientes:

PRIMERA.- Composición de la Energía Requerida
Para efectos de la próxima Subasta que se convoque a partir de la publicación del presente Reglamento no se considerará el Plan Nacional de Energías Renovables. El porcentaje de participación de cada tecnología RER en la Energía Requerida será en proporción inversa a los precios resultantes en la primera subasta RER.

SEGUNDA.- Plazo de Aviso Previo
Para efectos de la próxima Subasta que se convoque luego de la publicación del presente Reglamento, el plazo de anticipación a que se refiere el artículo 6 del Reglamento será de 30 días.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 8: Decreto Supremo N° 064-2010-EM

APRUEBAN LA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL DEL PERÚ 2010-2040

DECRETO SUPREMO Nº 064-2010-EM

Publicada en el Diario Oficial El Peruano el 24/11/2010

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo Nº 026-2010-EM, publicado en fecha 28 de mayo de 2010 en el Diario Oficial El Peruano, se modificó el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por Decreto Supremo Nº 031-2007-EM, creándose la Dirección General de Eficiencia Energética - DGEE, entidad integrante del Ministerio de Energía y Minas, que tiene entre sus funciones, proponer la política del sector energético en concordancia con las políticas de desarrollo nacional;

Que, a través del portal electrónico del Ministerio de Energía y Minas, el 31 de mayo de 2010 se procedió a publicar el Proyecto de Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, el cual también fue difundido en diversos eventos y foros de discusión, incluido el Colegio de Ingenieros del Perú, recibiendo diversos aportes tanto al sector público como privado;

Que, la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 toma como referencia los lineamientos del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional - Plan Perú 2021, elaborado por el Centro de Planeamiento Estratégico - CEPLAN, además de sustentarse en conceptos de desarrollo sostenible y en el marco jurídico nacional, con énfasis en los aspectos de promoción y protección de la inversión privada, minimizando los impactos sociales y ambientales y respetando e incentivando los mercados energéticos, así como promoviendo la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables a nivel local, regional y nacional;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 1 del Artículo 4 de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; y,

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobar la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040
Aprobar la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, contenida en el Anexo del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Financiamiento
La realización de las acciones necesarias para la implementación a cargo de las entidades del Sector Público de lo establecido en el presente Decreto Supremo, se ejecuta con cargo a lo dispuesto en las Leyes Anuales de Presupuesto, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Artículo 3.- Publicación
Disponer que la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 sea publicada en el Portal Electrónico del Ministerio de Energía y Minas, en la misma fecha de la publicación en el Diario Oficial El Peruano del presente Decreto Supremo.

Artículo 4.- Refrendo y Vigencia
El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministerio de Energía y Minas y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintitrés días del mes de noviembre del año dos mil diez

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA
Ministro de Energía y Minas

POLITICA ENERGETICA NACIONAL DEL PERU 2010-2040

VISIÓN

Un sistema energético que satisface la demanda nacional de energía de manera confiable, regular, continua y eficiente, que promueve el desarrollo sostenible y se soporta en la planificación y en la investigación e innovación tecnológica continúa.

OBJETIVOS DE POLÍTICA

1. Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética
2. Contar con un abastecimiento energético competitivo.
3. Acceso universal al suministro energético
4. Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía
5. Lograr la autosuficiencia en la producción de energéticos.
6. Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.
7. Desarrollar la industria del gas natural, y su uso en actividades domiciliarias, transporte, comercio e industria así como la generación eléctrica eficiente.
8. Fortalecer la institucionalidad del sector energético.
9. Integrarse con los mercados energéticos de la región, que permita el logro de la visión de largo plazo.

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA

Objetivo 1: Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética.

Lineamientos de política:

- Definir la matriz energética con base en la planificación integrada del desarrollo de los recursos y establecer los mecanismos para su cumplimiento.
- Promover proyectos e inversiones para lograr una matriz energética diversificada y en base a energías renovables - convencionales y no convencionales, hidrocarburos, geotermal y nuclear, que garanticen la seguridad energética del País.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Incorporar la Eficiencia Energética como parte de la Matriz Energética

- Priorizar la construcción de centrales hidroeléctricas eficientes como base para la generación eléctrica nacional.

- Promover el uso intensivo y eficiente de las fuentes de energías renovables convencionales y no convencionales; así como la generación distribuida.

Objetivo 2: Contar con un abastecimiento energético competitivo.

Lineamientos de política:

- Alcanzar suficiencia de la infraestructura en toda la cadena de suministro de electricidad e hidrocarburos, que asegure el abastecimiento energético.

- Establecer un marco normativo que aliente el libre acceso, la competencia y minimice la concentración del mercado, así como favorezca la transparencia en la formación de precios

- Establecer un marco normativo que regule el acceso y las tarifas, en aquellas actividades donde no es posible establecer mercados de libre competencia.

- Facilitar una política estable de precios y tarifas que compensen costos eficientes de producción, trasporte **(sic)** y distribución e incentiven la inversión.

- Desarrollar mecanismos que limiten el impacto de una alta volatilidad de precios en el mercado internacional.

- Promover la inversión privada en las actividades energéticas, correspondiendo al Estado ejercer su rol subsidiario.

Objetivo 3: Acceso universal al suministro energético.

Lineamientos de política:

- Alcanzar la cobertura total del suministro de electricidad e hidrocarburos.

- Subsidiar de manera temporal y focalizada el costo de la energía en los segmentos poblacionales de bajos ingresos.

- Involucrar a las comunidades locales en la formulación de los programas de energización rural.

- Impulsar el uso productivo de la energía en zonas aisladas, rurales y urbano-marginales.

- Priorizar la construcción de sistemas de transporte que garanticen la seguridad y confiabilidad del sector eléctrico.

Objetivo 4: Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía.

Lineamientos de política:

- Formar una cultura de uso eficiente de la energía a través de la transparencia de la información, divulgación y educación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Alcanzar objetivos cuantificables específicos para la eficiencia energética como parte de la matriz energética nacional.

- Alcanzar altos niveles de eficiencia energética compatibles con estándares internacionales y propiciar la creación de entidades certificadoras.

- Involucrar a las empresas del sector energético y usuarios en los programas de eficiencia energética mediante mecanismos promotores e incentivos.

- Lograr la automatización de la oferta y manejo de la demanda a través de sistemas tecnológicos inteligentes.

- Crear el centro de eficiencia energética como una entidad descentralizada dependiente del sector, encargada de promover el uso eficiente de la energía.

- Incentivar el uso productivo de la energía.

Objetivo 5: Lograr la autosuficiencia en la producción de energéticos

Lineamientos de política:

- Promover la producción de energía con base en los Recursos energéticos disponibles en las regiones del país

- Incentivar las actividades de exploración y explotación de recursos energéticos bajo un marco económico que permita incrementar la producción de energía nacional.

- Promover inversiones dirigidas a la implementación, modernización y ampliación de las refinerías del país para atender la demanda interna.

- Mantener procesos de subastas de suministro para alcanzar con anticipación la suficiencia de generación de electricidad.

- Racionalizar la explotación de los recursos energéticos nacionales para asegurar su disponibilidad futura.

Objetivo 6: Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.

Lineamientos de política:

- Impulsar el desarrollo y uso de energías limpias y de tecnologías con bajas emisiones contaminantes y que eviten la biodegradación de los recursos.

- Establecer medidas para la mitigación de emisiones provenientes de las actividades energéticas.

- Promover que los proyectos energéticos obtengan los beneficios de la venta de los certificados de la reducción de emisiones (CERs) para el mercado de carbono.

- Alcanzar una normativa ambiental con requerimientos compatibles con la Política Nacional del Ambiente y los estándares internacionales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Promover el perfeccionamiento permanente de las normas de seguridad en el uso de energéticos.
- Promover e incentivar el uso de residuos sólidos y líquidos para la producción de energía.
- Promover prácticas de responsabilidad social en las actividades energéticas.
- Promover las relaciones armoniosas entre el estado, las comunidades y empresas del sector energía.

Objetivo 7: Desarrollar la industria del gas natural, y su uso en actividades domiciliarias, transporte, comercio e industria así como la generación eléctrica eficiente.

Lineamientos de política:

- Promover la sustitución de combustibles líquidos derivados del petróleo por gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en la industria y el transporte urbano, interprovincial y de carga.
- Facilitar sistemas descentralizados en la distribución del gas natural en todos los sectores de consumo del País.
- Incentivar el uso eficiente y con mayor valor agregado del gas natural.
- Impulsar el desarrollo de la industria petroquímica.
- Propender al establecimiento de una tarifa única de gas natural por sector de consumo.
- Ampliar y consolidar el uso del gas natural y el GLP en la población del Perú.
- Promover el desarrollo de una red de poliductos y el fortalecimiento de los sistemas de transporte y almacenamiento de hidrocarburos acorde con el desarrollo del País.

Objetivo 8. Fortalecer la institucionalidad y transparencia del sector energético.

Lineamientos de política:

- Estabilidad jurídica para impulsar el desarrollo del sector en el largo plazo, sustentada en el marco normativo nacional
- Contar con recursos humanos calificados en el sector energía.
- Actuar y promover la transparencia en las actividades del sector energético.
- Promover la rendición de cuentas de los actores del sector energía.
- Asegurar la autonomía administrativa y presupuestaria de los organismos e instituciones del sector.
- Promover la investigación, desarrollo e innovación tecnológica para las actividades del sector energético.
- Coordinación entre los diferentes actores del sector energético y con los sectores relacionados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Propiciar la simplificación y optimización de los trámites administrativos y de la estructura institucional del sector.

Objetivo 9. Integrarse con los mercados energéticos de la región, que permita el logro de la visión de largo plazo.

Lineamientos de política:

- Identificar de manera continua los beneficios de integración energética con países de la región en cuanto a seguridad, eficiencia y sostenibilidad del suministro energético para el país.

- Establecer acuerdos que permitan lograr paulatinamente una integración de mercados, mediante incentivos para el desarrollo de la infraestructura requerida.

- Realizar de manera conjunta con los países de la región programas de capacitación e investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 9: Reglamento de Generación distribuida

El Peruano

Firmado Digitalmente por: EDITORA PERU
Fecha: 02/08/2018 04:40:31

Que, de conformidad con la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, este Ministerio ejerce competencias en materia de energía, que comprende electricidad e hidrocarburos, y minería; asimismo, tiene entre sus funciones promover la inversión sostenible y las actividades del sector;

Que, con la finalidad de promover el desarrollo de las actividades minero energéticas de forma sostenible, es necesario declarar de interés nacional y necesidad pública el diseño, desarrollo e implementación del Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero – Energéticas, como un espacio en el que se comparta y promueva el ejercicio de buenas prácticas en los sectores energía y minas, así como una plataforma de diálogo y discusión técnica de alto nivel para arribar a consensos en pro de un mejor aprovechamiento de los recursos minero energéticos en favor del desarrollo del país;

Que, las propuestas normativas que incorporen las categorías de necesidad pública e interés nacional deben tener como objetivo el bienestar de la sociedad y reconducir a la satisfacción de los derechos fundamentales, lo cual tendrá como fin último la protección de la dignidad de la persona humana;

De conformidad con el numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3) del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Declaración de interés nacional y necesidad pública

Declárese de interés nacional y necesidad pública el diseño, desarrollo e implementación del Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero – Energéticas, como un espacio en el que se comparta y promueva el ejercicio de buenas prácticas en los sectores energía y minas, así como una plataforma de diálogo y discusión técnica de alto nivel para arribar a consensos en pro de un mejor aprovechamiento de los recursos minero energéticos en favor del desarrollo del país, con la participación del Estado, el sector privado, la sociedad civil y la academia.

Artículo 2.- Objetivos del Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero – Energéticas

El Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero – Energéticas tiene, entre otros, los siguientes objetivos:

2.1. Promover la adopción de buenas prácticas en las operaciones minero–energéticas en temas medio ambientales, sociales, relaciones comunitarias y en el uso de los recursos generados por el sector.

2.2. Impulsar iniciativas alrededor de la estrategia del sector minero energético al 2030, que contribuyan al desarrollo del país.

2.3. Asegurar acuerdos de alto nivel de largo plazo que contribuyan a generar estabilidad y gobernabilidad en el sector minero energético.

Artículo 3.- Implementación de acciones

Encárguese al Ministerio de Energía y Minas la realización de acciones necesarias para la implementación de lo dispuesto en el artículo 1 del presente Decreto Supremo, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Artículo 4.- Vigencia y refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Energía y Minas y entra en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en diario oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, al primer día del mes de agosto del año dos mil dieciocho.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Presidente de la República

FRANCISCO ISMODES MEZZANO
Ministro de Energía y Minas

1676524-8

Autorizan publicación de proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Generación Distribuida

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 292-2018-MEM/DM

Lima, 31 de julio de 2018

VISTOS: Los Informes N° 0144-2018/MEM-DGE y el Informe N° 526-2018-MEM/OGJ, emitidos por la Dirección General de Electricidad y la Oficina General de Asesoría Jurídica del Ministerio de Energía y Minas, respectivamente;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 4 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2007-EM, establece entre las funciones generales del Ministerio de Energía y Minas la de dictar la normatividad general de alcance nacional en las materias de su competencia;

Que, el Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, establece las normas que regulan las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica;

Que, la Ley Nº 28832, Ley para asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, define a la Generación Distribuida como la "Instalación de Generación con capacidad no mayor a la señalada en el reglamento, conectada directamente a las redes de un concesionario de distribución eléctrica". Asimismo, en su Octava Disposición Complementaria Final establece que el reglamento dispondrá medidas de promoción para la Generación Distribuida y Cogeneración eficientes, considerando las siguientes disposiciones: i) la venta de sus excedentes no contratados de energía al Mercado de Corto Plazo, asignados a los Generadores de mayor Transferencia (de compra o negativa) en dicho mercado; y, ii) el uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido;

Que, el Decreto Legislativo N° 1221, Decreto Legislativo que mejora la regulación de la distribución para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú, establece en su artículo 2 lo siguiente respecto a la Generación Distribuida: i) Los usuarios del servicio público de electricidad que disponen de equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración, hasta la potencia máxima establecida para cada tecnología, tienen derecho a disponer de ellos para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución, sujeto a que no afecte la seguridad operacional del sistema de distribución al cual está conectado; y. ii) la potencia máxima señalada, las condiciones técnicas, comerciales, de seguridad, regulatorias y la definición de las tecnologías renovables no convencionales que permitan la generación distribuida, entre otros aspectos necesarios, son establecidos en el reglamento específico sobre generación distribuida que aprueba el Ministerio de Energía y Minas;

Que, es necesario aprobar un Reglamento de Generación Distribuida que desarrolle los alcances de la Ley N° 28832 y el Decreto Legislativo N° 1221;

Que, en atención a lo dispuesto en el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de proyectos normativos y difusión de normas legales de carácter general, aprobado por Decreto Supremo Nº 001-2009-JUS, las entidades públicas deben disponer la publicación de los proyectos de normas generales que sean de su competencia en el Diario Oficial El Peruano, en sus Portales Electrónicos o mediante cualquier otro medio, con el fin de recibir comentarios de los interesados;

Que, en ese sentido, corresponde disponer la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Generación Distribuida y su Exposición de Motivos, en el portal institucional del Ministerio de Energía y Minas, otorgando a los interesados un plazo de treinta (30) días hábiles para la remisión, por escrito o vía electrónica, de sus comentarios y sugerencias;

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De conformidad con lo dispuesto en el Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de proyectos normativos y difusión de normas legales de carácter general, aprobado por Decreto Supremo Nº 001-2009-JUS; en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2007-EM; y, en la Resolución Ministerial N° 184-2018-MEM/DM, que establece la dependencia funcional de los órganos del Ministerio, así como el nivel de coordinación con los órganos dependientes, en tanto se apruebe el nuevo Reglamento de Organización y Funciones y su estructura organizacional;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Autorizar la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Generación Distribuida y su Exposición de Motivos, a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general, dentro del plazo de treinta (30) días hábiles, contados a partir del día siguiente de la publicación de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Establecer que los interesados remitan por escrito sus opiniones y sugerencias a la Dirección General de Electricidad, sito en Avenida De Las Artes Sur Nº 260, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima; o, vía electrónica a la siguiente dirección de correo electrónico jcondor@minem.gob.pe. El registro de las opiniones y sugerencias recibidas, en medio físico o electrónico, está a cargo del señor Juan Antonio Cóndor Canales, profesional CAS de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 3.- Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial El Peruano y del proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Generación Distribuida y su Exposición de Motivos, en el portal institucional del Ministerio de Energía y Minas (www.minem.gob.pe) el mismo día de la publicación de la presente Resolución en el citado Diario Oficial.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

FRANCISCO ISMODES MEZZANO
Ministro de Energía y Minas

1675717-1

Autorizan publicación de proyecto de Decreto Supremo que aprueba las "Disposiciones para la Adecuación Ambiental de Proyectos Eléctricos que fueron Autorizados por la Normativa a no contar con Certificación Ambiental"

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 293-2018-MEM/DM

Lima, 31 de julio de 2018

VISTOS: El Informe N° 131-2018-MEM/DGAAE/DNAE de fecha 6 de junio de 2018, emitido por la Dirección Normativa de Asuntos Ambientales Energéticos, y con la conformidad otorgada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos; y el Informe N° 584-2018-MEM/OGJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica;

CONSIDERANDO:

Que, mediante el Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, publicado el 19 de noviembre de 1992, se establecen las normas que regulan las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica;

Que, la versión original del artículo 38 del Decreto Ley Nº 25844, Ley de Concesiones Eléctricas señalaba que los proyectos que requerían de una autorización debían presentar como requisito una declaración jurada de cumplimiento de las normas técnicas y de conservación del medio ambiente, salvo las actividades de generación termoeléctrica, cuya potencia instalada sea superior a 10 Mw, las cuales debían presentar un Estudio de Impacto Ambiental;

Que, el Decreto Legislativo N° 1002, Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables, publicado el 2 de mayo de 2008, modificó el artículo 38 del Decreto Ley Nº 25844, estableciendo que las concesiones definitivas para generación con Recursos Energéticos Renovables cuya potencia instalada sea igual o inferior a 20 Mw, así como las autorizaciones de generación termoeléctrica cuya potencia instalada sea igual o inferior a 20 Mw, debían presentar como requisito una declaración jurada de cumplimiento de las normas técnicas y de conservación del medio ambiente;

Que, la redacción actual del artículo 38 del Decreto Ley Nº 25844, modificado por el Decreto Legislativo N° 1221, Decreto Legislativo que mejora la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú, publicado el 24 de setiembre de 2015, establece que la solicitud de autorización de todo proyecto eléctrico debe ir acompañada de la resolución aprobatoria del Instrumento Ambiental;

Que, de igual manera, la versión primigenia del artículo 15 de Ley Nº 28749, Ley General de Electrificación Rural, publicada el 1 de junio de 2006, establecía que para la ejecución de la obra de electrificación rural se debía presentar una Declaración Jurada de Impacto Ambiental ante la entidad competente del Ministerio de Energía y Minas, de conformidad con las normas ambientales vigentes;

Que, el Decreto Legislativo N° 1041, Decreto Legislativo que modifica diversas normas del Marco Normativo Eléctrico, publicado el 26 de junio de 2008 varió la redacción del artículo 15 de Ley Nº 28749 estableciéndose que para la ejecución de las obras de los Sistemas Eléctricos Rurales (SER) se presentará una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) ante la entidad competente, de conformidad con las normas ambientales y de descentralización vigentes;

Que, asimismo, el artículo 7 del Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, aprobado por Decreto Supremo Nº 29-94-EM, establece que las personas naturales o jurídicas que no requieran de Concesión ni Autorización, para ejercer actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica, deben adoptar las medidas que sean necesarias a fin de mitigar el impacto de sus actividades en el ambiente, adecuándose a los Límites Máximos Permisibles;

Que, mediante Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, publicada el 23 de abril de 2001, se creó el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión. Asimismo, el artículo 3 de la mencionada Ley, modificado por el Decreto Legislativo Nº 1078, publicado el 28 junio 2008, establece que no podrá iniciarse la ejecución de proyectos ni actividades de servicios y comercio y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitirlas, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente;

Que, de igual manera, el artículo 15 del Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, nacional o extranjera, que pretenda desarrollar un proyecto de inversión susceptible de generar impactos ambientales negativos de carácter significativo, que estén relacionados con los criterios de protección ambiental establecidos en el Anexo V y los mandatos señalados en el Título II del referido Reglamento, debe gestionar una Certificación Ambiental ante la Autoridad Competente que corresponda, de acuerdo con la normatividad vigente y lo dispuesto en el mencionado Reglamento;

Que, teniendo en cuenta el cambio normativo, los Titulares de las actividades eléctricas que, en su momento fueron autorizados por la normativa a no contar con

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

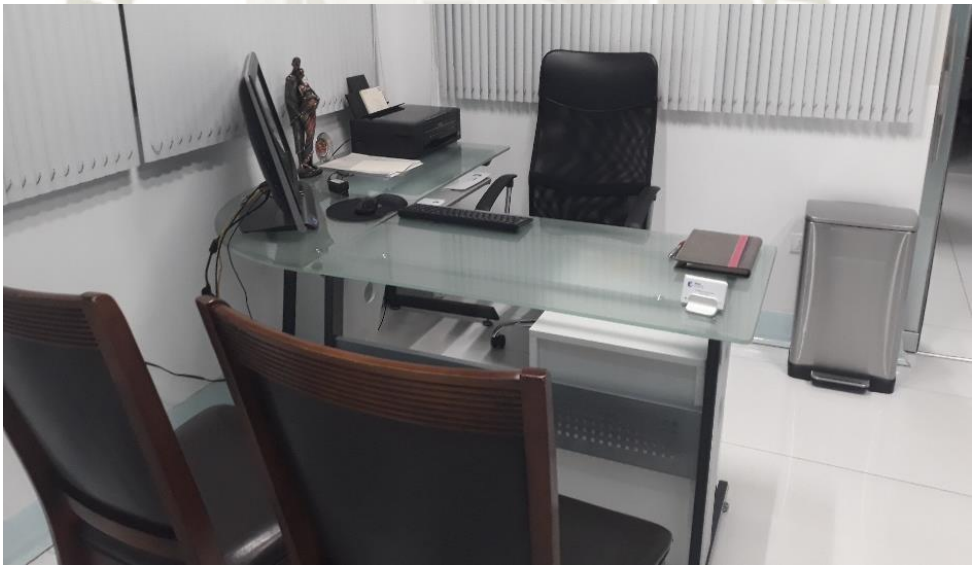
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 10: Tv LG Led Smart Pantalla Plana



Anexo 11: Impresora y Computadora de Consultorio



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 12: Lámpara Wech Allyn



Anexo 13: Ecógrafo Ultrasonido Logiq V5



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 14: Tv LG Pantalla Plana y Lámpara Wech Allyn



Anexo 15: Ecógrafo Ultrasonido Voluson S10



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 16: Esterilizador Boekel Pupinel



Anexo 17: Centrifuga Universal

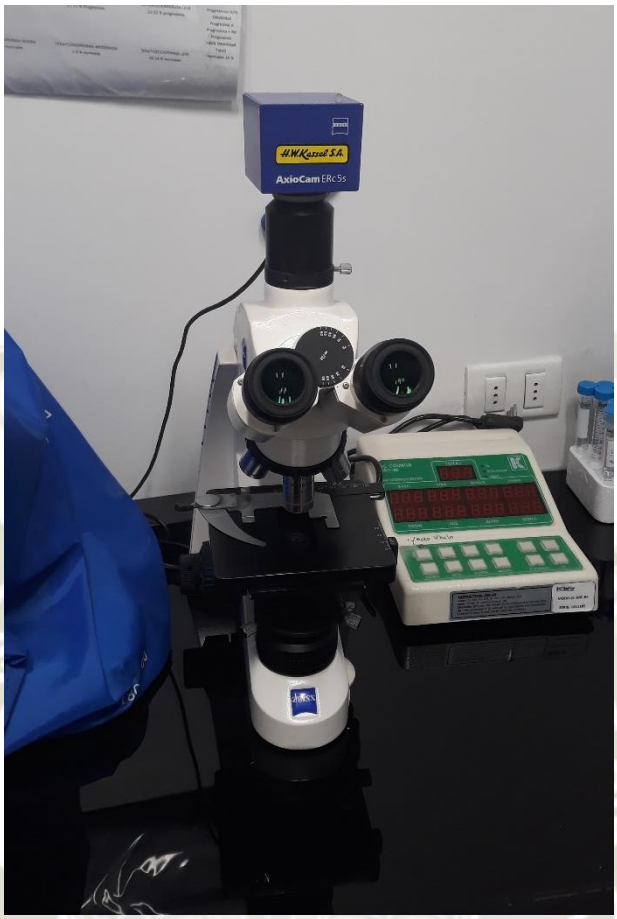


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

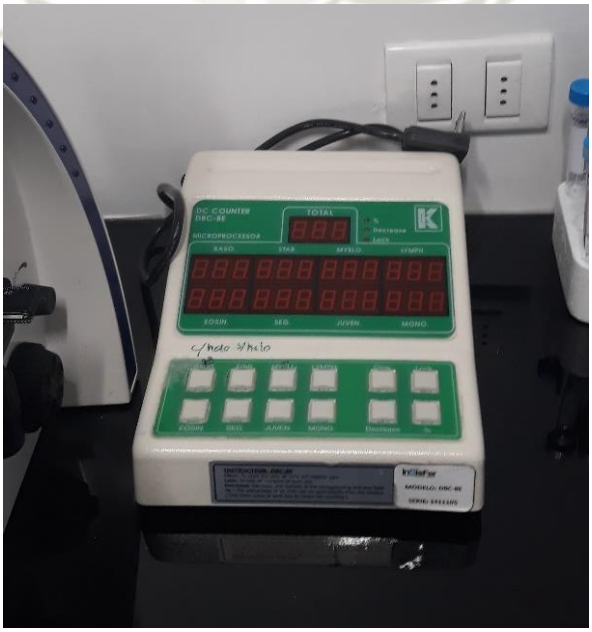
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 18: Microscopio ZEISS



Anexo 19: Contometro Dc CounterC



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 20: Microscopio Olympus



Anexo 21: UPS



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 22: Central de esterilización Unilene



Anexo 23: Monitores signos vitales Mindray



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 24: Incubadora KSYSTEM



Anexo 25: Lámparas Cialiticas, Mesa de operaciones Mindray, Máquina Anestesia/Monitor de funciones, Monitor desfibrilador Philips, Bisturí Electrónico, Tv AOC



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 26: Cuna Advanced A4051



Anexo 27: Sistema Aire Acondicionado



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 28: Silla para examen ginecológico WEM



Anexo 29: Esterilizador de mesa SERCON

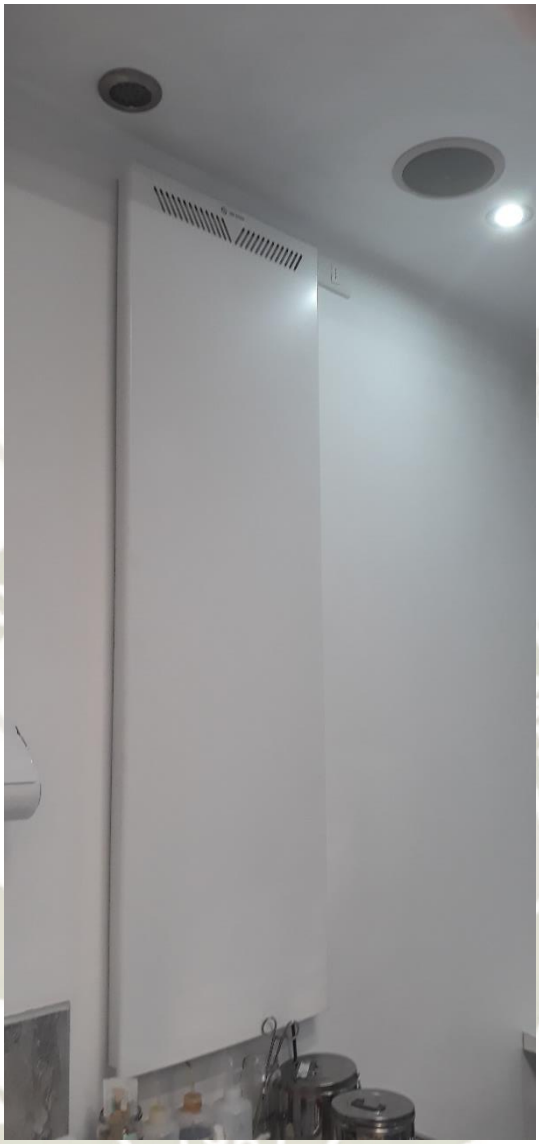


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 30: Calefactor



Anexo 31: Regulador Automático de voltaje Nippon America

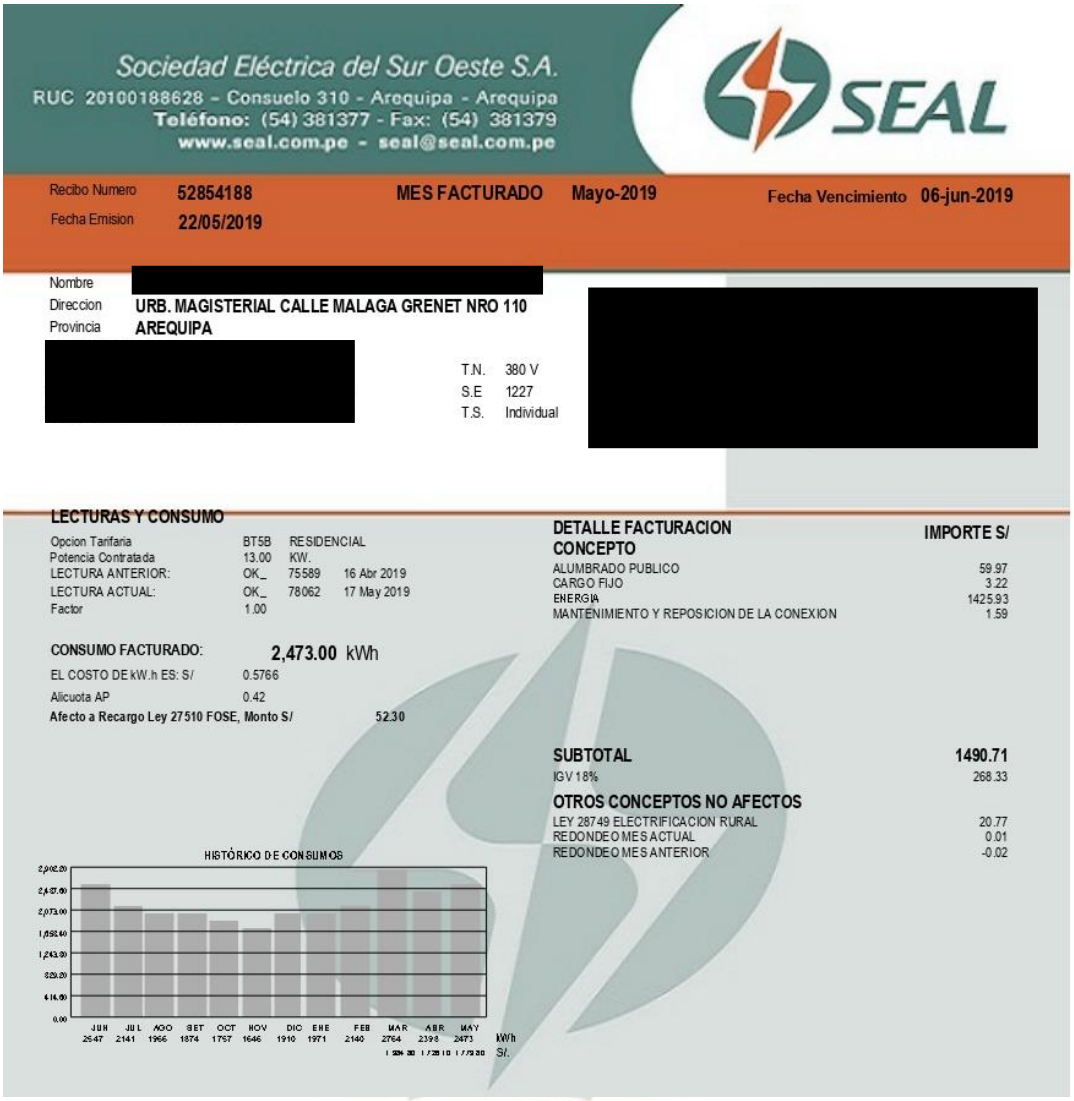


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 32: Recibo SEAL Clínica Melo



Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.
RUC 20100188628 - Consuelo 310 - Arequipa - Arequipa
Teléfono: (54) 381377 - Fax: (54) 381379
www.seal.com.pe - seal@seal.com.pe

SEAL

Recibo Numero 52854188 MES FACTURADO Mayo-2019 Fecha Vencimiento 06-jun-2019
Fecha Emision 22/05/2019

Nombre [redacted]
Direccion URB. MAGISTERIAL CALLE MALAGA GRENET NRO 110
Provincia AREQUIPA

[redacted]

T.N. 380 V
S.E 1227
T.S. Individual

[redacted]

LECTURAS Y CONSUMO

Opcion Tarifaria	BT5B	RESIDENCIAL	
Potencia Contratada	13.00	KW.	
LECTURA ANTERIOR:	OK_	75589	16 Abr 2019
LECTURA ACTUAL:	OK_	78062	17 May 2019
Factor	1.00		

CONSUMO FACTURADO: **2,473.00** kWh

EL COSTO DE kW.h ES: S/ 0.5766
Alicuota AP 0.42
Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 52.30

HISTÓRICO DE CONSUMOS

DETALLE FACTURACION CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO	59.97
CARGO FIJO	3.22
ENERGIA	1425.93
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.59
SUBTOTAL	**1490.71**
IGV 18%	268.33
OTROS CONCEPTOS NO AFECTOS	
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	20.77
REDONDEO MES ACTUAL	0.01
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.02

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 33: Cálculo SFV con baterías

Consumo Mensual	2591.65	kWh
En la noche 7%	192.12	kWh
Factor de seguridad	1.25	
Mensual	240.15	kWh
Diario	8.00	kWh
	8004.95	Wh
Eficiencia Inversor	0.95	
Eficiencia Química	0.90	
Eficiencia Descarga	0.80	
Voltaje Nominal	24.00	V
Días de autonomía	2.00	

Características Batería	12.00	V
	220.00	Ah

Cap Banco Baterías	1462.89313	Ah
N° Baterías	12.5581005	
Precio de baterías	1800	
Costo	23400	

Consumo Mensual	2591.65	kWh
Factor seguridad	1.25	
Mensual	3239.56	kWh
Diario	107.99	kWh
	107985.31	Wh

N° Módulos	59.07
Módulos a excedentes	12.00
Precio	870.00
Costo	10440.00

Complemento adicional	33840.00
Inversión	61810.00
Total	95650.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

FLUJO SFV con Baterias											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		S/. 14,920.36	S/. 15,086.20	S/. 15,252.03	S/. 15,417.87	S/. 15,583.70	S/. 15,749.54	S/. 15,915.37	S/. 16,081.20	S/. 16,247.04	S/. 16,412.87
Ahorro consumo electrico		S/. 14,920.36	S/. 15,086.20	S/. 15,252.03	S/. 15,417.87	S/. 15,583.70	S/. 15,749.54	S/. 15,915.37	S/. 16,081.20	S/. 16,247.04	S/. 16,412.87
EGRESOS		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Inversion	S/. 97,250.00										
Costo de equipo	S/. 95,650.00										
MO	S/. 1,500.00										
Transporte	S/. 100.00										
Mantenimiento		S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00
Flujo	-S/. 97,250.00	S/. 14,620.36	S/. 14,786.20	S/. 14,952.03	S/. 15,117.87	S/. 15,283.70	S/. 15,449.54	S/. 15,615.37	S/. 15,781.20	S/. 15,947.04	S/. 16,112.87
VNA	-S/. 3,618.03										
TIR	9.142%	Inferior a 10%									
PRI (AÑOS)	6.329										

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 34: Ficha Técnica Panel

ESPMC

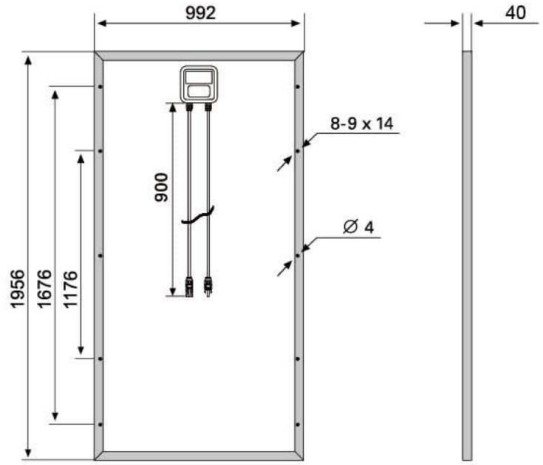
Polycrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS	
Dimensions	1956 x 992 x 35 mm 1956 x 992 x 40 mm 1956 x 992 x 45 mm
Weight	20.9 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs multi-crystalline Si-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET/ FEVE
Junction Box	
Cable	4 mm² solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

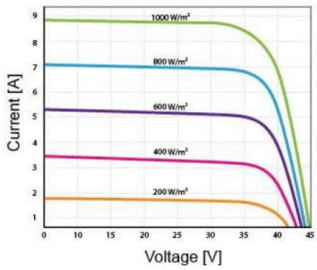
CHARACTERISTICS	
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-$_{sc}$	+0.08558%/°K
Temperature-V_{oc}	-0.29506%/°K
Temperature-$_{mpp}$	-0.38001%/°K
NOCT***	45°C

CERTIFICATES
IEC 61215 edition 2 (TÜV Nord)
IEC 61730 MCS INMETRO
CE CEC SALT-MIST
PID Resisitant

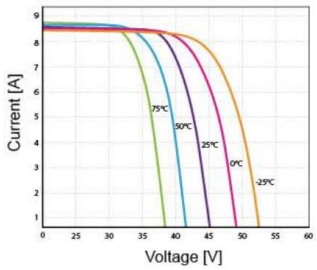
INSURANCE
Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m²).

ESPMC TYPE	300	305	310	315	320	325
Power Class	300W	305W	310W	315W	320W	325W
Max. Power Voltage (V_{mpp})* at STC**	37V	37.15V	37.3V	37.5V	37.65V	37.8V
Max. Power Current (I_{mpp}) at STC	8.1A	8.21A	8.31A	8.4A	8.5A	8.6A
Open Circuit Voltage (V_{OC}) at STC	44.8V	44.95V	45.1V	45.3V	45.45V	45.6V
Short Circuit Current (I_{SC}) at STC	8.7A	8.8A	8.9A	9A	9.1A	9.2A
Module Efficiency	15.5 %	15.7 %	16 %	16.2 %	16.5 %	16.8 %

* MPP: Maximum Power Point
** STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5
*** Normal Operating Cell Temperature

ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.
© March 2015 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

/10/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 35: Ficha Técnica Cableado

Top Cable

TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Este render es un ejemplo de las diversas configuraciones de este cable. Puede ser suministrado en diversas secciones y número de conductores.

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

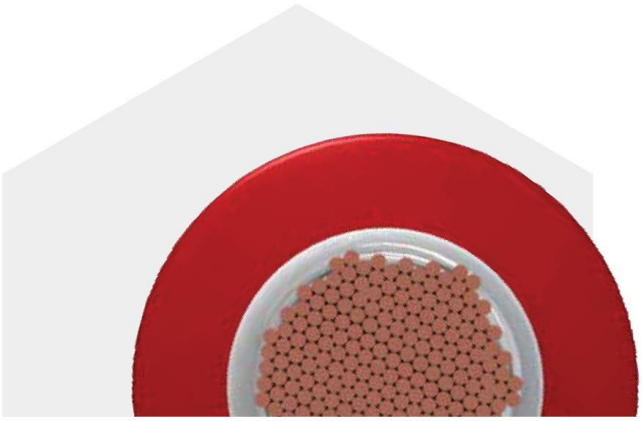
Goma libre de halógenos

3. Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

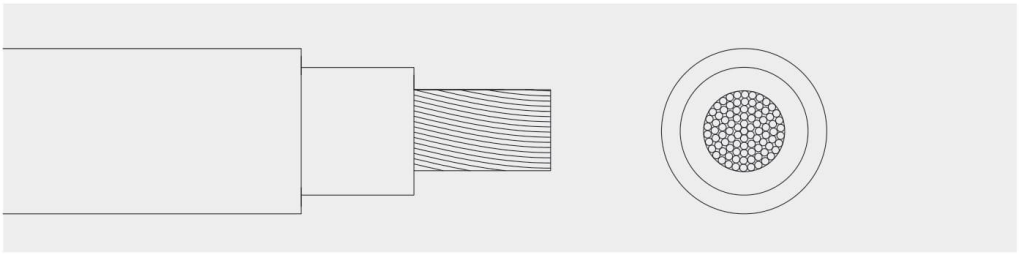
El cable Topsolar ZZ-F, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas
BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · (1,8) kV

Norma de referencia
EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

Certificaciones
Certificados
- CE
- TÜV
- EN
- RoHS

Características térmicas
Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C

Características frente al fuego
No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.

Características mecánicas
Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.

Características químicas
Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.

Resistencia a los rayos Ultravioleta
Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Presencia de agua
Presencia de agua: AD8 sumergida.

Vida útil
Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2

Otros
Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación
Al aire.
Enterrado.

Aplicaciones
Instalaciones solares fotovoltaicas.





Top Cable

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 36: Ficha Técnica Estructura

SUNFER ENERGY STRUCTURES

Instalación integrada para cubiertas metálicas

Integrada 1 columna

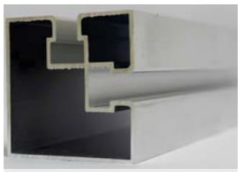
Artículo nº KH915

Soporte diseñado con capacidad para 1 columna de MFV en horizontal con la misma inclinación que la cubierta existente.. (También se puede instalar en 1 fila de MFV en vertical).

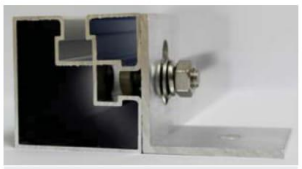
Artículo	Capacidad	Tamaño de módulo	Materiales
KH915 [1x4]	4 Módulos Fotovoltaicos Disponible de 1 a 20 módulos.	1650x1000x[35,40,45,50] 2000x1000[35,40,45,50]	Aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería Acero Inoxidable



Ángulo fijación a cubiertas metálicas



Guía módulos

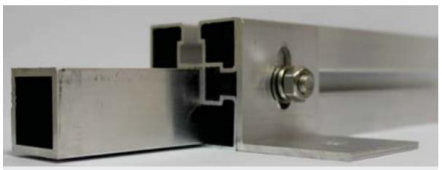


Detalle ángulo fijación

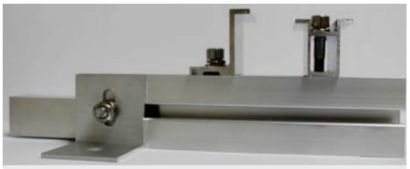
Montaje:

Estructura atornillada, regulable..

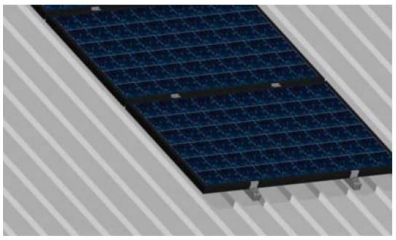


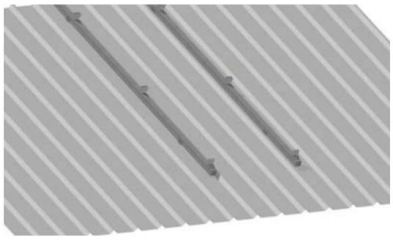


Sistema con perfil de unión de guías



Detalle presor lateral e intermedio





Este soporte está disponible en dos versiones:

KH915 Estándar. Altura libre del módulo 60 mm.

KH915 Elevado. Altura libre del módulos 130 mm.

Condiciones de diseño:

UNE-EN 1991-1-3:2004 Cargas de nieve. 200 N/m^2

UNE-EN 1991-1-4:2007 Cargas de viento. V_b: 29 m/s

Consultar la normativa vigente en el punto de instalación.

Nota:

Previamente, se tiene que comprobar que la fijación de la chapa a la subestructura y que la capacidad de soporte máxima de la chapa son suficientes. Especialmente, en el caso de elementos sándwich, debido a su escasa capacidad de soporte, por norma general, no se puede realizar la fijación directa a la chapa de cubierta. El grosor mínimo de la chapa trapezoidal de acero es, por norma general, de 0,6 mm.

Se recomienda atornillar el soporte a la subestructura del tejado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 37: Ficha Técnica Inversor

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

Fronius

SHIFTING THE LIMITS

FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



/ Tecnología SnapINverter | / Comunicación de datos integrada | / Diseño SuperFlex | / Seguimiento inteligente GMPP | / Smart Grid Ready | / Inyección cero

/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.\ 1}$ / $I_{dc\ máx.\ 2}$ [1])	16 A / 16 A					
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP_1/MPP_2 [1])	24 A / 24 A					
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)	150 V					
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V					
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)	595 V					
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)	1.000 V					
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.}$ – $U_{mpp\ máx.}$)	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V	150 - 800 V		
Número de seguidores MPP	1			2		
Número de entradas CC	3			2+2		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico

DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coeficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		

DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección	IP 65					
Clase de protección	1					
Categoría de sobretensión (CC / CA) [2]	2 / 3					
Consumo nocturno	< 1 W					
Concepto de inversor	Sin Transformador					
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada					
Instalación	Instalación interior y exterior					
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C					
Humedad de aire admisible	0 - 100 %					
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm²			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm² [3]		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm²			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm² [3]		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 [1], CEI 0-21 [1], NRS 097					

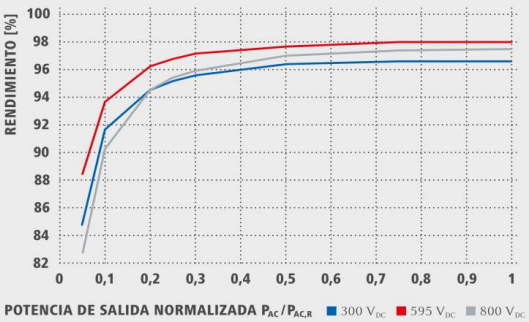
[1] Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.
[2] De acuerdo con IEC 62109-1.
[3] 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en **www.fronius.es.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

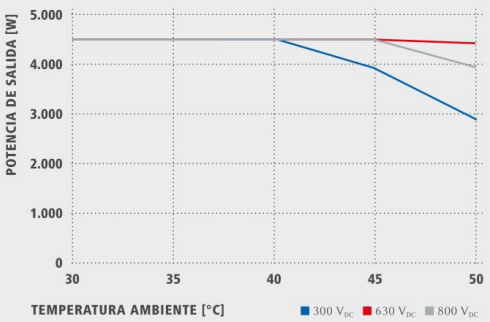
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %					
Rendimiento europeo (η_{EU})	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
η con 5 % Pac,r [1]	80,3 / 83,6 / 79,1 %	83,4 / 86,4 / 80,6 %	84,8 / 88,5 / 82,8 %	79,8 / 85,1 / 80,8 %	81,6 / 87,8 / 82,8 %	83,4 / 90,3 / 85,0 %
η con 10 % Pac,r [1]	87,8 / 91,0 / 86,2 %	90,1 / 92,5 / 88,7 %	91,7 / 93,7 / 90,3 %	86,5 / 91,6 / 87,7 %	87,9 / 93,6 / 90,5 %	89,2 / 94,1 / 91,2 %
η con 20 % Pac,r [1]	92,6 / 95,0 / 92,6 %	93,7 / 95,7 / 93,6 %	94,6 / 96,3 / 94,5 %	90,8 / 95,3 / 93,0 %	91,9 / 96,0 / 94,1 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %
η con 25 % Pac,r [1]	93,4 / 95,6 / 93,8 %	94,5 / 96,4 / 94,7 %	95,2 / 96,8 / 95,4 %	91,9 / 96,0 / 94,2 %	92,9 / 96,6 / 95,2 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %
η con 30 % Pac,r [1]	94,0 / 96,3 / 94,5 %	95,0 / 96,7 / 95,4 %	95,6 / 97,2 / 95,9 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %	94,2 / 97,3 / 96,3 %
η con 50 % Pac,r [1]	95,2 / 97,3 / 96,3 %	96,9 / 97,6 / 96,7 %	96,4 / 97,7 / 97,0 %	94,3 / 97,5 / 96,5 %	94,6 / 97,7 / 96,8 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %
η con 75 % Pac,r [1]	95,6 / 97,7 / 97,0 %	96,2 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 98,0 / 97,4 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %	95,0 / 97,9 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %
η con 100 % Pac,r [1]	95,6 / 97,9 / 97,3 %	96,2 / 98,0 / 97,5 %	96,6 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %					

[1] Y con $U_{mpp\ mín.}$ / $U_{dc,r}$ / $U_{mpp\ máx.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí					
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia					
Seccionador CC	Sí					
Protección contra polaridad inversa	Sí					

INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda					
USB (Conector A) [2]	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) [2]	Fronius Solar Net					
Salida de aviso [2]	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger y Servidor web	Incluido					
Input externo [2]	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

[2] También disponible en la versión light.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.\ 1}$ / $I_{dc\ máx.\ 2}$)	16 A / 16 A			
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP_1/MPP_2)	24 A / 24 A			
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)	150 V			
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V			
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)	595 V			
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)	1.000 V			
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.}$ – $U_{mpp\ máx.}$)	163 - 800 V	195 - 800 V	228 - 800 V	267 - 800 V
Número de seguidores MPP	2			
Número de entradas CC	2 + 2			
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	10,0kW $_{pico}$	12,0kW $_{pico}$	14,0kW $_{pico}$	16,4kW $_{pico}$

DATOS DE SALIDA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Coeficiente de distorsión no lineal	< 3 %			
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.			

DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg		21,9 kg	
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) [1]	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin Transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible	0 - 100 %			
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)			
Tecnología de conexión CC	4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm² [2]			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm² [2]			
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			

[1] De acuerdo con IEC 62109-1.

[2] 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión.

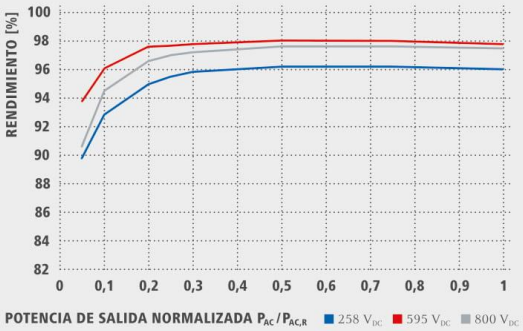
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en **www.fronius.es**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

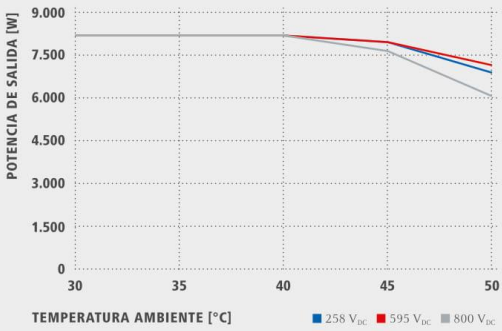
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
η con 5 % Pac,r [1]	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,8 / 92,6 / 87,8 %	88,7 / 93,1 / 89,0 %	89,8 / 93,8 / 90,6 %
η con 10 % Pac,r [1]	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,3 / 95,6 / 93,0 %	92,0 / 95,9 / 94,7 %	92,8 / 96,1 / 94,5 %
η con 20 % Pac,r [1]	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,1 / 97,1 / 95,9 %	94,5 / 97,3 / 96,3 %	95,0 / 97,6 / 96,6 %
η con 25 % Pac,r [1]	93,9 / 97,2 / 96,0 %	94,7 / 97,5 / 96,5 %	95,1 / 97,6 / 96,7 %	95,5 / 97,7 / 97,0 %
η con 30 % Pac,r [1]	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,1 / 97,7 / 96,8 %	95,4 / 97,7 / 97,0 %	95,8 / 97,8 / 97,2 %
η con 50 % Pac,r [1]	95,2 / 97,9 / 97,3 %	95,7 / 98,0 / 97,5 %	95,9 / 98,0 / 97,5 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 75 % Pac,r [1]	95,3 / 98,0 / 97,5 %	95,7 / 98,0 / 97,6 %	95,9 / 98,0 / 97,6 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 100 % Pac,r [1]	95,2 / 98,0 / 97,6 %	95,7 / 97,9 / 97,6 %	95,8 / 97,9 / 97,5 %	96,0 / 97,8 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %			

[1] Y con $U_{mpp\ mín.}$ / $U_{dc,r}$ / $U_{mpp\ máx.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí			
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC	Sí			
Protección contra polaridad inversa	Sí			

INTERFACES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) [2]	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) [2]	Fronius Solar Net			
Salida de aviso [2]	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web	Incluido			
Input externo [2]	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

[2] También disponible en la versión light.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.\ 1}$ / $I_{dc\ máx.\ 2}$)	27 A / 16,5 A [1]		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ($I_{dc\ máx.\ 1}$ + $I_{dc\ máx.\ 2}$)	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP_1 / MPP_2)	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)	200 V				
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V				
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)	600 V				
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)	1.000 V				
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.}$ – $U_{mpp\ máx.}$)	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	15,0 kW $_{peak}$	18,8 kW $_{peak}$	22,5 kW $_{peak}$	26,3 kW $_{peak}$	30,0 kW $_{peak}$

DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coeficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0 - 1 ind. / cap.				

DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) [2]	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm^2				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm^2				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

[1] 14,0 A para tensiones < 420 V

[2] De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

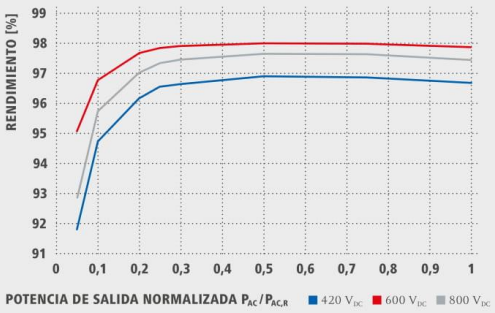
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en **www.fronius.es**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

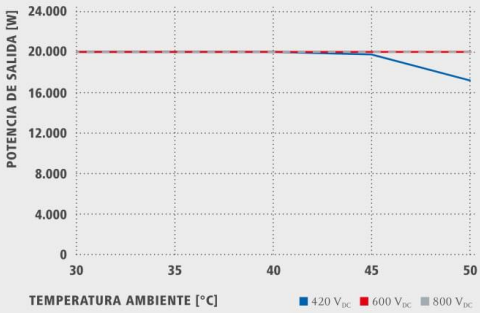
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			98,1 %	
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,4%	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
η con 5 % Pac,r [1]	87,9 / 92,5 / 89,2 %	88,7 / 93,1 / 90,1 %	91,2 / 94,8 / 92,3 %	91,6 / 95,0 / 92,7 %	91,9 / 95,2 / 93,0 %
η con 10 % Pac,r [1]	91,2 / 94,9 / 92,8 %	92,9 / 96,1 / 94,6 %	93,4 / 96,0 / 94,4 %	94,0 / 96,4 / 95,0 %	94,8 / 96,9 / 95,8 %
η con 20 % Pac,r [1]	94,6 / 97,1 / 96,1 %	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,9 / 97,4 / 96,7 %	96,1 / 97,6 / 96,9 %	96,3 / 97,8 / 97,1 %
η con 25 % Pac,r [1]	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,6 / 97,6 / 97,0 %	96,2 / 97,6 / 97,0 %	96,4 / 97,8 / 97,2 %	96,7 / 97,9 / 97,4 %
η con 30 % Pac,r [1]	95,6 / 97,5 / 96,9 %	95,9 / 97,7 / 97,2 %	96,5 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 97,9 / 97,4 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
η con 50 % Pac,r [1]	96,3 / 97,9 / 97,4 %	96,4 / 98,0 / 97,5 %	96,9 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %
η con 75 % Pac,r [1]	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 98,0 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %
η con 100 % Pac,r [1]	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 97,8 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	96,9 / 98,1 / 97,6 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí				
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				

INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) [2]	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) [2]	Fronius Solar Net				
Salida de aviso [2]	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo [2]	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

[1] Y con $U_{mpp\ mín.}$ / $U_{dc,r}$ / $U_{mpp\ máx.}$ [2] También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite **www.fronius.com**

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
Fax +34 91 649 60 44
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Texto e imágenes según el estado técnico en el momento de la impresión. Sujeto a modificaciones.
No podemos garantizar la exactitud de todos los datos a pesar de su cuidadosa edición, declinamos por ello cualquier responsabilidad. Copyright © 2011 Fronius™. Todos los derechos reservados.

M.06.0092.ES v01 Oct 2016

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 38: Cálculo del pronóstico del ahorro eléctrico

Periodo Mensual	Kwh	Promedio Movil	Promedio Movil Centrado	Valor Indice Estacional	t	Meses	Indice estacional	Consumo	Consumo destacionalizado	t*Consumo	t^2
Jun	2519				1	Jun	1.201130549	2519	2096.96595	2096.965951	1
Jul	2117				2	Jul	1.00881258	2117	2098.74089	4197.481785	4
Ago	1944				3	Ago	0.925525635	1944	2100.62102	6301.863066	9
Set	1853				4	Set	0.881274255	1853	2102.86382	8411.455295	16
Oct	1737				5	Oct	0.825326838	1737	2105.22462	10526.1231	25
Nov	1628				6	Nov	0.772368792	1628	2107.45233	12644.71397	36
Dic	1889	2108.58333	2109.761256	0.895267257	7	Dic	0.895267257	1889	2109.76126	14768.32879	49
Ene	1949	2110.93918	2111.929336	0.922911139	8	Ene	0.922911139	1949	2111.92934	16895.43469	64
Feb	2116	2112.91949	2113.828718	1.001144177	9	Feb	1.001144177	2116	2113.82872	19024.45847	81
Mar	2733	2114.73794	2115.60462	1.291981153	10	Mar	1.291981153	2733	2115.60462	21156.0462	100
Abr	2371	2116.4713	2117.283865	1.120012158	11	Abr	1.120012158	2371	2117.28386	23290.12251	121
May	2446	2118.09643	2118.857665	1.154183812	12	May	1.154183812	2446	2118.85767	25426.29198	144
Jun	2547	2119.6189	2120.502224	1.201130549	13	Jun	1.201130549	2547	2120.50222	27566.52892	169
Jul	2141	2121.38555	2122.297088	1.00881258	14	Jul	1.00881258	2141	2122.29709	29712.15923	196
Ago	1966	2123.20862	2124.19832	0.925525635	15	Ago	0.925525635	1966	2124.19832	31862.9748	225
Set	1874	2125.18802	2126.466295	0.881274255	16	Set	0.881274255	1874	2126.46629	34023.46072	256
Oct	1757	2127.74457	2128.853588	0.825326838	17	Oct	0.825326838	1757	2128.85359	36190.51099	289
Nov	1646	2129.9626	2131.106301	0.772368792	18	Nov	0.772368792	1646	2131.1063	38359.91341	324
Dic	1910	2132.25			19	Dic	0.895267257	1910	2133.44114	40535.38172	361
Ene	1971				20	Ene	0.922911139	1971	2135.63356	42712.67116	400
Feb	2140				21	Feb	1.001144177	2140	2137.55426	44888.63944	441
Mar	2764				22	Mar	1.291981153	2764	2139.35009	47065.70206	484
Abr	2398				23	Abr	1.120012158	2398	2141.04819	49244.10828	529
May	2473				24	May	1.154183812	2473	2142.63965	51423.35162	576
Total	25587				300				50882.2248	638324.6881	4900
Prom 12 meses	2132.25										

Media t	12.5
Media Consumo	2120.0927
t	
sum(t^2)	90000
b1	1.99728531
b0	2095.12663

T	Meses	Pronostico de tendencia	Índice estacional	Pronostico
25	Jun	2145.05877	1.201130549	2576.495613
26	Jul	2147.05605	1.00881258	2165.977155
27	Ago	2149.05334	0.925525635	1989.003955
28	Set	2151.05062	0.881274255	1895.665535
29	Oct	2153.04791	0.825326838	1776.968222
30	Nov	2155.04519	0.772368792	1664.489653
31	Dic	2157.04248	0.895267257	1931.129503
32	Ene	2159.03976	0.922911139	1992.601848
33	Feb	2161.03705	1.001144177	2163.509658
34	Mar	2163.03433	1.291981153	2794.599593
35	Abr	2165.03162	1.120012158	2424.861737
36	May	2167.02891	1.154183812	2501.149682
37	Jun	2169.02619	1.201130549	2605.283618
38	Jul	2171.02348	1.00881258	2190.155793

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

39	Ago	2173.02076	0.925525635	2011.186421
40	Set	2175.01805	0.881274255	1916.787409
41	Oct	2177.01533	0.825326838	1796.74918
42	Nov	2179.01262	0.772368792	1683.001344
43	Dic	2181.0099	0.895267257	1952.586752
44	Ene	2183.00719	0.922911139	2014.72165
45	Feb	2185.00447	1.001144177	2187.504505
46	Mar	2187.00176	1.291981153	2825.565053
47	Abr	2188.99904	1.120012158	2451.705543
48	May	2190.99633	1.154183812	2528.812495
49	Jun	2192.99361	1.201130549	2634.071623
50	Jul	2194.9909	1.00881258	2214.334432
51	Ago	2196.98818	0.925525635	2033.368886
52	Set	2198.98547	0.881274255	1937.909282
53	Oct	2200.98276	0.825326838	1816.530138
54	Nov	2202.98004	0.772368792	1701.513034
55	Dic	2204.97733	0.895267257	1974.044002
56	Ene	2206.97461	0.922911139	2036.841453
57	Feb	2208.9719	1.001144177	2211.499352
58	Mar	2210.96918	1.291981153	2856.530512
59	Abr	2212.96647	1.120012158	2478.549349
60	May	2214.96375	1.154183812	2556.475308
61	Jun	2216.96104	1.201130549	2662.859627
62	Jul	2218.95832	1.00881258	2238.51307
63	Ago	2220.95561	0.925525635	2055.551351
64	Set	2222.95289	0.881274255	1959.031156
65	Oct	2224.95018	0.825326838	1836.311096
66	Nov	2226.94746	0.772368792	1720.024724
67	Dic	2228.94475	0.895267257	1995.501252
68	Ene	2230.94204	0.922911139	2058.961255
69	Feb	2232.93932	1.001144177	2235.494199
70	Mar	2234.93661	1.291981153	2887.495972
71	Abr	2236.93389	1.120012158	2505.393155
72	May	2238.93118	1.154183812	2584.13812
73	Jun	2240.92846	1.201130549	2691.647632
74	Jul	2242.92575	1.00881258	2262.691709
75	Ago	2244.92303	0.925525635	2077.733816
76	Set	2246.92032	0.881274255	1980.153029
77	Oct	2248.9176	0.825326838	1856.092054
78	Nov	2250.91489	0.772368792	1738.536414
79	Dic	2252.91217	0.895267257	2016.958501
80	Ene	2254.90946	0.922911139	2081.081058
81	Feb	2256.90674	1.001144177	2259.489046

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

82	Mar	2258.90403	1.291981153	2918.461432
83	Abr	2260.90131	1.120012158	2532.236961
84	May	2262.8986	1.154183812	2611.800933
85	Jun	2264.89589	1.201130549	2720.435637
86	Jul	2266.89317	1.00881258	2286.870348
87	Ago	2268.89046	0.925525635	2099.916281
88	Set	2270.88774	0.881274255	2001.274903
89	Oct	2272.88503	0.825326838	1875.873012
90	Nov	2274.88231	0.772368792	1757.048104
91	Dic	2276.8796	0.895267257	2038.415751
92	Ene	2278.87688	0.922911139	2103.20086
93	Feb	2280.87417	1.001144177	2283.483892
94	Mar	2282.87145	1.291981153	2949.426892
95	Abr	2284.86874	1.120012158	2559.080768
96	May	2286.86602	1.154183812	2639.463745
97	Jun	2288.86331	1.201130549	2749.223642
98	Jul	2290.86059	1.00881258	2311.048986
99	Ago	2292.85788	0.925525635	2122.098746
100	Set	2294.85517	0.881274255	2022.396776
101	Oct	2296.85245	0.825326838	1895.65397
102	Nov	2298.84974	0.772368792	1775.559794
103	Dic	2300.84702	0.895267257	2059.873001
104	Ene	2302.84431	0.922911139	2125.320662
105	Feb	2304.84159	1.001144177	2307.478739
106	Mar	2306.83888	1.291981153	2980.392352
107	Abr	2308.83616	1.120012158	2585.924574
108	May	2310.83345	1.154183812	2667.126558
109	Jun	2312.83073	1.201130549	2778.011647
110	Jul	2314.82802	1.00881258	2335.227625
111	Ago	2316.8253	0.925525635	2144.281211
112	Set	2318.82259	0.881274255	2043.51865
113	Oct	2320.81987	0.825326838	1915.434928
114	Nov	2322.81716	0.772368792	1794.071485
115	Dic	2324.81444	0.895267257	2081.330251
116	Ene	2326.81173	0.922911139	2147.440465
117	Feb	2328.80902	1.001144177	2331.473586
118	Mar	2330.8063	1.291981153	3011.357811
119	Abr	2332.80359	1.120012158	2612.76838
120	May	2334.80087	1.154183812	2694.78937
121	Jun	2336.79816	1.201130549	2806.799652
122	Jul	2338.79544	1.00881258	2359.406263
123	Ago	2340.79273	0.925525635	2166.463676
124	Set	2342.79001	0.881274255	2064.640523

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

125	Oct	2344.7873	0.825326838	1935.215886
126	Nov	2346.78458	0.772368792	1812.583175
127	Dic	2348.78187	0.895267257	2102.7875
128	Ene	2350.77915	0.922911139	2169.560267
129	Feb	2352.77644	1.001144177	2355.468433
130	Mar	2354.77372	1.291981153	3042.323271
131	Abr	2356.77101	1.120012158	2639.612186
132	May	2358.7683	1.154183812	2722.452183
133	Jun	2360.76558	1.201130549	2835.587657
134	Jul	2362.76287	1.00881258	2383.584902
135	Ago	2364.76015	0.925525635	2188.646142
136	Set	2366.75744	0.881274255	2085.762397
137	Oct	2368.75472	0.825326838	1954.996844
138	Nov	2370.75201	0.772368792	1831.094865
139	Dic	2372.74929	0.895267257	2124.24475
140	Ene	2374.74658	0.922911139	2191.680069
141	Feb	2376.74386	1.001144177	2379.463279
142	Mar	2378.74115	1.291981153	3073.288731
143	Abr	2380.73843	1.120012158	2666.455992
144	May	2382.73572	1.154183812	2750.114995

Ahorro en S/. Del costo de servicio eléctrico				
kWh anual	**Costo Anual**	**0.8**	**0.9**	**0.6**
25876.452	14920.362	S/. 11,936.290	S/. 13,428.326	S/. 8,952.217
26164.060	15086.197	S/. 12,068.957	S/. 13,577.577	S/. 9,051.718
26451.667	15252.031	S/. 12,201.625	S/. 13,726.828	S/. 9,151.219
26739.275	15417.866	S/. 12,334.293	S/. 13,876.079	S/. 9,250.720
27026.883	15583.700	S/. 12,466.960	S/. 14,025.330	S/. 9,350.220
27314.490	15749.535	S/. 12,599.628	S/. 14,174.582	S/. 9,449.721
27602.098	15915.370	S/. 12,732.296	S/. 14,323.833	S/. 9,549.222
27889.705	16081.204	S/. 12,864.963	S/. 14,473.084	S/. 9,648.722
28177.313	16247.039	S/. 12,997.631	S/. 14,622.335	S/. 9,748.223
28464.921	16412.873	S/. 13,130.299	S/. 14,771.586	S/. 9,847.724

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 39: Costos Fijos Clínica Melo

Costos Fijos Mensuales Promedio		
Serv. Agua	672	2.51%
Serv. Eléctrico	2132.25	7.97%
Personal Médico	13900	51.93%
Personal Administrativo	7150	26.71%
Personal de Mantenimiento	1900	7.10%
Otros	1014	3.79%
TOTAL	26768.25	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis