

2017

PLAN DE MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN PLANTA FOTOVOLTAICA DOÑA CARMEN DE LA LIGUA

DELPIN OSORIO, FABRIZIO SPARTACO

<https://hdl.handle.net/11673/43749>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN PLANTA
FOTOVOLTAICA DOÑA CARMEN DE LA LIGUA**

Trabajo de titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
MECÁNICA INDUSTRIAL

Alumnos:

Fabrizzio Spartaco Delpin Osorio

Nelson Nicolas Moreno Moraga

Profesor guía:

Sr. Carlos Baldi González

2017

RESUMEN

KEYWORDS: PLAN DE MANTENIMIENTO - PANELES SOLARES - PLANTA FOTOVOLTAICA

El presente trabajo de título tiene como objetivo principal la elaboración de un Plan de Mantenimiento de Paneles Solares en la Planta Fotovoltaica Doña Carmen ubicada en la ciudad de La Ligua, Quinta Región.

Este plan de mantenimiento (PM) se ha diseñado con la intención de poder ser una herramienta efectiva a aplicar por parte de la empresa Cielpanel Ltda., empresa encargada del montaje de los módulos fotovoltaicos al interior de la planta fotovoltaica y que busca ser, contando con este PM, la empresa encargada de ejecutar la mantención de los mismos paneles solares instalados.

En la actualidad, la empresa antes señalada, no cuenta con un plan de negocios que le permita ofrecer los servicios de mantención a este tipo de paneles. Es más, su ámbito de trabajo se circunscribe únicamente a la instalación de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras de soporte, conocidas también como mesas de asentamiento de los paneles. Pues bien, con este trabajo se realiza una propuesta concreta de trabajo que permitirá conocer, llevar a cabo y ofrecer los servicios de mantención de la Planta Fotovoltaica.

Para poder desarrollar este trabajo fue necesario investigar los diversos tipos de paneles solares existentes, los métodos de instalación existentes, la secuencia constructiva de instalación de los paneles, los materiales utilizados, los tipos de trabajos de mantención necesarios para lograr un correcto funcionamiento de los paneles, las condiciones a las que estarán sometidos los paneles solares, entre otros, para en definitiva elaborar un plan de mantenimiento acertado y enfocado en el modelo instalado en la planta.

El trabajo se ha dividido en tres capítulos. En el primero se entregan los antecedentes generales del lugar donde se llevará a cabo la implementación del Plan de Mantenimiento, vale decir, de la Planta Solar. El segundo capítulo detalla los principales tipos de paneles solares existentes, el modelo utilizado en la planta Doña Carmen y el método de instalación de estos mismos. El tercer capítulo desarrolla el Plan de Mantenimiento que se aplicará al caso concreto, entregando una serie de tareas programadas que se deberán realizar para alcanzar la continuidad de generación de energía eléctrica. Para finalizar, se contempla las conclusiones obtenidas por los alumnos que han desarrollado el presente trabajo de título, observando las tareas propuestas, los costos asociados a ellas y la posibilidad de ser una herramienta de trabajo que se pueda comercializar.

INDICE

CONTENIDO

PLAN DE MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN PLANTA FOTOVOLTAICA DOÑA CARMEN DE LA LIGUA

RESUMEN

INDICE

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN

1

OBJETIVO GENERAL

2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS GENERALES

3

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

5

1.1.1. Alternativa a implementar

5

1.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

6

1.2.1. Ubicación

6

1.2.2. Historia de la Empresa

6

1.2.3. Características generales del proyecto

7

1.3. MARCO TEÓRICO

8

1.3.1. Conceptos Básicos

8

1.3.2. El sol: Estructura y Composición

10

1.3.3. Radiación Solar

12

1.3.4. Radiación Solar en Chile

12

1.3.5. Radiación Solar en La Ligua

13

1.4. PANELES FOTOVOLTAICOS

14

1.4.1. Definición de Panel Fotovoltaico y Parque Fotovoltaico

14

1.4.2. Reseña Histórica

15

1.4.3. Importancia en la actualidad

16

1.4.4. Ventajas y desventajas de la energía solar

16

1.4.5. Antecedentes del proyecto

17

1.4.6. Tipos de paneles fotovoltaicos

18

1.4.7. Montaje

19

CAPITULO 2: MONTAJE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

21

2. MONTAJE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

23

2.1. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA O PARQUE FOTOVOLTAICO

23

2.2. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

24

2.2.1. Módulos Fotovoltaicos

25

2.2.2. La Estructura Soporte

27

2.2.3. El Inversor

27

2.2.4. La Batería

28

2.2.5.	Regulador de Carga	28
2.3.	CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS	29
2.3.1.	Aplicaciones autónomas	29
2.3.2.	Aplicaciones conectadas a la red	30
2.4.	CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	31
2.4.1.	Fase de Construcción de la Planta Solar FV Doña Carmen	33
2.4.1.1.	Preparación del terreno y llegada de maquinarias	33
2.4.1.2.	Movimiento de tierra y obras civiles	35
2.4.1.3.	Montaje de paneles solares	36
2.4.1.4.	Retiro de instalaciones temporales	40
2.4.2	Fase de Operación	40
2.4.2.1	Funcionamiento de planta	41
2.4.2.2	Mantenimiento de la planta solar	42
2.5.	CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PANELES A UTILIZAR	42
CAPITULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO		45
3.1.	GENERALIDADES	47
3.2.	PLANES DE MANTENIMIENTO MÁS COMUNES	48
3.2.1.	Mantenimiento correctivo	48
3.2.2.	Mantenimiento preventivo	48
3.2.3.	Mantenimiento predictivo	49
3.3.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	49
3.3.1.	Limpieza periódica del panel	49
3.3.2.	Inspección visual de posibles degradaciones	50
3.3.3.	Control de temperatura del panel	50
3.3.4.	Control de las características eléctricas de un panel	51
3.3.5.	Estructura de soporte de paneles	51
3.3.6.	Cajas de campo SSM	52
3.3.7.	Cajas centrales SMBC	54
3.3.8.	Inversores	56
3.3.9.	Sistema de monitorización de la instalación solar	58
3.3.10.	Transformador	58
3.3.11.	Celdas de MT	59
3.3.12.	Línea eléctrica	60
3.3.13.	Protecciones de la instalación solar fotovoltaica	60
3.3.14.	Puesta a tierra	62
3.3.15.	Locales	62
3.3.16.	Instalación eléctrica	63
3.3.17.	Iluminación	63
3.3.18.	Ventilación	64
3.3.19.	Extinción de incendios	64
3.3.20.	Iluminación de emergencia	65
3.4.	PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	66
3.5.	COSTOS ASOCIADOS	66

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73
ANEXO A: GLOSARIO TÉCNICO	75
ANEXO B: SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (EXTRACTO)	77
ANEXO C: PLANO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO	79
ANEXO D: ESPECIFICACIONES TECNICAS PANEL FOTOVOLTAICO	82
ANEXO E: ORDENES DE TRABAJO (OTS)	84
ANEXO F: DIAGRAMA GRANTT	113
ANEXO G: COTIZACIÓN EPP PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	114
ANEXO H: COTIZACIÓN HERRAMIENTAS PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	117
ANEXO I: COTIZACIÓN VEHÍCULOS PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	121
ANEXO J: COTIZACIÓN EQUIPOS DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	122
ANEXO K: SUELDOS TRABAJADORES PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	124

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ciudad de La Ligua	6
Figura 1-2. Vista aérea de la Panta Sola Fotovoltaica en La Ligua	6
Figura 1-3. Estructura del sol	11
Figura 1-4. Composición del sol	12
Figura 1-5. Radiación solar La Ligua	14
Figura 1-6. Panel solar monocristalino	15
Figura 1-7. Montaje de paneles fotovoltaicos	20
Figura 2-1. Esquema básico de una Planta Solar Fotovoltaica	23
Figura 2-2. Elementos comunes de toda instalación fotovoltaica	24
Figura 2-3. Funcionamiento de un panel fotovoltaico	25
Figura 2-4. Estructura básica de la célula solar	26
Figura 2-5. Estructura soporte Planta Doña Carmen	27
Figura 2-6. Instalación fotovoltaica conectada a la red, inversor	28
Figura 2-7. Planta de paneles solares en Nevada	30
Figura 2-8. Planta fotovoltaica en la región de Atacama	31
Figura 2-9. Edificio fotovoltaico	31
Figura 2-10. Maquinaria utilizada para preparación del terreno	34
Figura 2-11. Maquinaria utilizada para realización de obras civiles	35
Figura 2-12. Maquina hincadora de postes en parque fotovoltaico	37

Figura 2-13. Estructura biposte utilizada en planta solar Doña Carmen	37
Figura 2-14. Estructura biposte y mesas de soportación	38
Figura 2-15. Cuadrilla de trabajo montando paneles fotovoltaicos	39
Figura 2-16. Método de fijación de paneles solares	40
Figura 2-17. Centro de Transformación de la planta solar FV	41
Figura 3-1. Limpieza de paneles	50
Figura 3-2. Termografía de un panel fotovoltaico	50
Figura 3-3. Tapa exterior de la caja de campo SSM	52
Figura 3-4. Interior de la caja de campo SSM	53
Figura 3-5. Ejemplo de termografía de un cuadro de conexiones	54
Figura 3-6. Estructura interna de la caja central SMBC	55
Figura 3-7. Sunny Central Indoor	57
Figura 3-8. Centro de Transformación	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tipos de Energía	9
Tabla 1-2. Radiación solar diaria: Total horizontal y Promedio anual por regiones de Chile	13
Tabla 1-3. Antecedentes de Parques Fotovoltaicos en Chile	18
Tabla 1-4. Tipos de paneles solares fotovoltaicos	19
Tabla 2-1. Cronograma de Actividades de Construcción de la PSFV	32
Tabla 3-1. Costos Asociados al Plan de Mantenimiento	67

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS:

CA: Corriente alterna.

CC: Corriente continua.

CT: Centros de Transformación.

EIFS: Sistema de Aislación Térmica de Exteriores.

E.P.P.: equipo de protección personal.

FV: Fotovoltaico.

Ha: Hectárea.

Kcal: Kilocalorías.

Kwh: Kilowatt hora.

MW: Megawatt.

PM: Plan de Mantenimiento.

PSFV: Planta Solar Fotovoltaica.

S.A.: Sociedad Anónima.

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

SI: Sistema Internacional.

SIC: Sistema Interconectado Central.

RCA: Resolución de Calificación Ambiental.

UV: Ultra Violeta.

SIMBOLOGÍAS:

Todas las unidades son derivadas del S.I. (Sistema Internacional)

A: Ampere.

°C: Grados Celcius.

Hz: Hertz.

J: Joule.

°K: Grados Kelvin.

Kv: Kilovoltios.

Kw: Kilowatts.

MW: Megawatts.

V: Voltios.

W: Watts.

INTRODUCCIÓN

El uso de los sistemas tradicionales de obtención de energía eléctrica, utilizada tanto por la industria como de forma domiciliaria, es un tema que está presentando varios inconvenientes desde hace ya un par de décadas, y no sólo por la escasez de estos métodos, sino también por el impacto medioambiental y los altos costos que estos implican en su generación.

Uno de los grandes desafíos de la ingeniería moderna es poder alcanzar un eficiente y controlado uso de los medios que la propia naturaleza nos entrega para la obtención de energía, considerando vital la disminución de las emisiones contaminantes en la producción de energía. Es así como surge la necesidad de contar con métodos de generación de energía más limpios, que no se agoten con facilidad y con un menor grado de impacto en el entorno que estos se hayan ubicados. Para ello es que se ha buscado aprovechar la energía proveniente del sol, del agua y del aire, las llamadas energías renovables pues sus reservas no disminuyen de forma significativa en la escala de tiempo de su explotación, para convertirla en electricidad.

Una de las fuentes renovables de obtención de energía es el aprovechamiento de la luz solar, la radiación solar específicamente. Esta forma de obtención de energía se ha utilizado en Chile hace un par de décadas ya con la elaboración e instalación de Plantas Fotovoltaicas en varias regiones del país, centrándose principalmente en la zona norte y centro. Uno de estos proyectos corresponde a la Planta Solar Doña Carmen de La Ligua, en la comuna de Petorca, en la V Región de Valparaíso. Esta planta tiene una capacidad de creación de energía de 40 MW.

La empresa desarrolladora y constructora de este proyecto es SolarCentury, y para la obtención de mano de obra nacional, contrató los servicios de la empresa "Inversiones Cielpanel", que en los últimos dos años ha prestado servicios de instalación de paneles fotovoltaicos. Lo reciente de este tipo de negocio, ligado a la poca experiencia que esta empresa tiene en el rubro, queda demostrado en los pocos servicios que esta empresa, al igual que muchas de las empresas nacionales, pueden ofrecer. Si bien es cierto cuenta con mano de obra que desarrolla en la instalación de los paneles solares, no cuenta con los conocimientos ni tampoco un plan de mantenimiento que poder ofrecer a sus clientes. Por esta razón y con miras a contar con un plan de mantenimiento de paneles fotovoltaicos que le permita acceder a nuevas opciones de negocios y, a la vez, hacerla una empresa competitiva en este tipo de mercado, se realizará un estudio y se propondrá una serie de actividades de mantención que permitirán solucionar dicha deficiencia.

OBJETIVO GENERAL

Establecer un plan de mantenimiento y de operación que permita garantizar la continuidad, operación segura, alta disponibilidad y un alto rendimiento de la instalación solar fotovoltaica, de forma que se minimicen los tiempos de parada por avería o mal funcionamiento de la misma y costos asociados a dichas fallas, aumentando la vida útil de la planta fotovoltaica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información sobre la instalación solar fotovoltaica para poder comprender su funcionamiento, características, componentes y ventajas que la convierten en una alternativa a considerar para generar energía eléctrica.
- Identificar los principales equipos que componen una planta solar fotovoltaica para poder determinar las tareas que se realizarán en el plan de mantenimiento.
- Establecer, en base a los equipos utilizados y las condiciones de trabajo, las tareas de mantención que se realizarán además de establecer su periodicidad y costos asociados.

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS GENERALES

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de título se ha desarrollado para solucionar el inconveniente que tiene la empresa "Inversiones Cielpanel Limitada" respecto a no contar, dentro de los servicios que puede entregar a sus clientes, con un plan de mantenimiento que pueda ofrecer a la empresa SolarCentury, entidad encargada de la instalación de la planta solar fotovoltaica Doña Carmen de La Ligua. Actualmente Cielpanel cuenta con una cartera limitada de productos que ofrecer en el área energética y que básicamente se limita a ofrecer trabajos y mano de obra que permiten comercializar únicamente la instalación de los paneles solares fotovoltaicos (módulos fotovoltaicos) pero no está en condiciones de ofrecer, una vez terminada esta etapa del proceso, la mantención de los equipos instalados.

Si bien es cierto que las instalaciones solares FV se caracterizan por requerir un escaso mantenimiento, no lo es menos el hecho de que es necesario asegurar la continuidad de la generación de energía, por lo que cobra una gran importancia el poder contar con un plan de mantenimiento que permita asegurar dicha continuidad. Es por esto mismo que este trabajo busca entregar una respuesta efectiva para solucionar la carencia que presenta esta empresa y así pueda incluir a su cartera de productos ofrecidos, un Plan de Mantenimiento de Paneles Solares Fotovoltaicos.

1.1.1. Alternativa a implementar

Para poder solucionar este inconveniente que restringe las posibilidades laborales y expectativas de ingresar a nuevas áreas de la industria energética, se ha propuesto desarrollar un Plan de Mantenimiento para paneles solares FV que será incluido dentro de la cartera de productos ofrecidos por la empresa Cielpanel. De esta manera se podrá comercializar este plan de mantenimiento que asegurará la continuidad de las tareas de producción de energía eléctrica basándose en la elaboración de tareas y estrategias programadas de mantención tanto de los paneles solares fotovoltaicos, de las estructuras en que están soportados y la red eléctrica que conecta la planta al Sistema Interconectado Central (SIC).

Las tareas que se van a presentar han sido desarrolladas considerando diversos aspectos, entre los que se debe señalar:

- Tipo de equipos utilizados,
- El contexto operacional de los equipos, vale decir, las condiciones ambientales del lugar donde se va a desarrollar el proyecto y,
- El lugar donde se van a instalar.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.2.1. Ubicación

El plan de mantenimiento que se elaborará será aplicable para Planta Solar Fotovoltaica Doña Carmen ubicada en el sector de Quebradilla en la comuna de La Ligua, provincia de Petorca, V región de Valparaíso. Para poder acceder a esta planta fotovoltaica el acceso directo se encuentra en el sector sur de la ciudad, acceso que conecta la Autopista Aconcagua Longitudinal Norte, a unos 200 metros en dirección a la ciudad de La Ligua. (Fig. 1-1).



Fuente: Google mapas.

Figura 1-1. Ciudad de La Ligua.



Fuente: Google mapas.

Figura 1-2. Vista aérea de la Planta Solar Fotovoltaica en La Ligua.

1.2.2. Historia de la Empresa

Cielpanel nace en Santiago de Chile en el año 1997 como una empresa contratista de mano de obra para trabajos de Tabiquería y Cielos Drywall, prestando servicios principalmente para empresas constructoras de centros comerciales a lo largo de todo el país. Con el transcurso de los años y luego de la participación en

varias obras de este tipo, rubro de la construcción principalmente, amplía su campo de trabajo a la ejecución de estructuras de techumbres en Metalcom, agregando ingeniería a sus proyectos. Para el año 2002, la empresa se había capacitado en el extranjero, USA, obteniendo certificación en el programa de instalación de EIFS Smart, con la ejecución de fachadas EIFS.

En el año 2004 se incorpora un departamento de ingeniería y proyectos expandiendo sus negocios hacia la carpintería de aluminio de fachadas. Todos estos procesos y trabajos realizados, llevaron a la empresa a posicionarse como una de las empresas contratistas de mano de obra en tabiquería con mayor participación en el rubro de la construcción de centros comerciales, hospitales, aeropuertos, entre otros.

En el año 2015 y producto de la necesidad de incursionar en nuevas áreas de la industria, Cielpanel inicia actividades de estudio en montaje de estructuras e instalación de paneles en parques fotovoltaicos, comenzando la primera obra con trabajos en "El Romero" de la empresa Acciona en el año 2016. Para el año 2017 y al alero de la experiencia ganada en el primer proyecto desarrollado, Cielpanel se hace parte del proyecto desarrollado por "Energía Cerro El Dorado" construido por la empresa "SolarCentury" conocido con el nombre de Planta Solar Fotovoltaica Doña Carmen de La Ligua.

1.2.3. Características generales del proyecto

La PSFV Doña Carmen es un proyecto que consiste en la construcción y operación de una planta solar generadora de energía eléctrica que tiene por objeto captar y transformar la energía solar en energía eléctrica para ser inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC). Contempla la instalación de paneles FV. La energía eléctrica generada por la planta será transmitida a través de una línea aérea de 23 Kv interna en la planta hasta una subestación elevadora 23/220 Kv para finalmente entregar la energía al SIC en el tramo Los Vilos – Nogales mediante una subestación Tap-Off.

Para poder detallar con mayor facilidad las características de este proyecto es necesario presentar los siguientes aspectos:

- Ubicación: El proyecto se ubica en el sector de Quebradilla en la comuna de La Ligua, Provincia de Petorca, V región de Valparaíso.
- Justificación de su localización: El área de emplazamiento del proyecto es una zona rural con uso de suelo con clasificación industrial, esto según el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Bode Costero Norte. Considerando ciertas características propias del sector, resulta muy favorable para la instalación del parque fotovoltaico. Entre estas características se puede señalar: terrenos planos aptos para la instalación; visión directa hacia el norte; amplitud térmica del orden de 18°C a 20°C; cercanía a líneas de transmisión eléctricas existentes.

- Tipo de proyecto: Tipo C, centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.
- Monto de inversión: 67 millones de dólares.
- Paneles FV instalados: 159.016 unidades.
- Tipo de célula: Policristalina.
- Tamaño del Panel Solar: 1968*992*58 [mm].
- Color de celda: Azul.
- Patrón de celdas: Difuminado.
- Potencia de cada panel: 250 Wp.
- Proveedor de módulos solares (paneles): CanadianSolar.
- Potencia instalada de la planta: 40 MW.
- Fecha de inicio de ejecución del proyecto: 06 de Octubre de 2014.
- Vida útil: 25 años.
- Mano de obra por fase del proyecto: para este ítem se han considerado tres fases. La primera consiste en la fase de construcción, que contempla una mano de obra promedio de 90 personas con un máximo de 95. La segunda fase, de operación de la planta, considera una mano de obra promedio de 4 personas y un máximo de igual número. Por último, la fase de cierre o abandono, contempla una mano de obra promedio de 90 personas y un máximo de 95.
- Superficie para instalación de paneles: 29,18 has.
- Superficie predial: 153,2 has.
- Empresa desarrolladora del proyecto: SolarCentury, empresa Española.
- Empresa instaladora de paneles FV: Cielpanel Ltda.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. Conceptos Básicos

Para poder comprender el ámbito de aplicación del presente trabajo de título, es necesario conocer algunos conceptos básicos relativos a la energía y a la electricidad. Estos conceptos son los siguientes:

- **Energía:** Cuando se habla de energía se suele pensar en el concepto de fuerza y muchas veces se emplea ambos términos indistintamente. Mientras más fuerza ejerce un cuerpo se requiere más energía, y si una misma fuerza se mantiene durante un mayor tiempo esto igualmente demanda mayor energía. Por ejemplo, al empujar un carro, se está ejerciendo una fuerza en una dirección. Mientras mayor es la distancia a la que se mueve el carro estamos haciendo un mayor trabajo. La energía se define como la capacidad de un cuerpo o elemento para producir trabajo.

- Tipos de energía: La energía se manifiesta de las siguientes formas:

Tabla 1-1. Tipos de Energía

Forma	Origen	Producción	Usos
Térmica	Fricción, combustión, energía cinética.	Solar, geotérmica, electricidad, química.	Cocinar, calefacción, vapor.
Radiante	Sol, radiación.	Solar, electricidad, química.	Iluminación, comunicaciones, medicina.
Mecánica	Energía potencial.	Eólica, hidráulica, mareomotriz, resortes.	Mover máquinas.
Eléctrica	Electromagnetismo, piezoelectricidad, electricidad estática, pilas y baterías.	Centrales térmicas, centrales hidráulicas, fotovoltaica, pilas y baterías.	Motores, electrónica, calentamiento, almacenamiento de energía.
Química	Combustibles, plantas, animales, elementos químicos, biomasa.	Biomasa, petróleo, gas, carbón.	Motores de combustión interna, cocinar, transformación química.
Gravitacional	Tierra	Hidráulica	Mover máquinas.
Magnética	Tierra, imanes.	Electricidad	Electromagnetismo
Nuclear	Átomo	Centrales nucleares	Centrales nucleares, electro medicina, radiología.

Fuente: Elaboración propia. Energía.

- Watts (W): El watt, como tal, es una unidad de potencia eléctrica que equivale a un Julio o Joule (J) por segundo. De acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades, el símbolo que identifica a los watts es W. El watt, en este sentido, es la unidad que mide la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. O, dicho en términos empleados en la electricidad, el watt vendría a ser la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de un voltio y una corriente eléctrica de un amperio.

- Ampere (A): Un ampere equivale a la intensidad que tiene la corriente cuando, al pasar por dos conductores rectilíneos distantes entre sí a un metro en el vacío, con una sección circular que resulta despreciable y dispuestos de forma paralela, genera en ambos conductores de longitud infinita una fuerza correspondiente a dos diezmillonésimas de newton por metro de conductor. El dispositivo que mide los amperes de la corriente eléctrica recibe el nombre de amperímetro. Este instrumento, al ser conectado a un circuito eléctrico, revela qué cantidad de amperes tiene la corriente en circulación, reflejando de esta manera su intensidad.
- Voltaje: Es la cantidad de voltios que actúan en un aparato o en un sistema eléctrico. De esta forma, el voltaje, que también es conocido como tensión o diferencia de potencial, es la presión que una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz ejerce sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado. De esta forma, se establece el flujo de una corriente eléctrica. A mayor diferencia de potencial que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica, mayor es el voltaje existente en el circuito al que corresponde ese conductor. La diferencia de potencial se mide en voltios (V), al igual que el potencial.
- Voltios (V): Voltio es el nombre que recibe una unidad derivada que forma parte del Sistema Internacional (SI) y que se utiliza para expresar el potencial eléctrico, la tensión eléctrica y la fuerza electromotriz. Un voltio equivale a la diferencia de potencial que se registra entre dos puntos de un determinado conductor cuando, para llevar de un punto al otro una carga de un coulomb, es necesario llevar a cabo el trabajo de un julio.
- Potencial eléctrico: El potencial eléctrico es el trabajo que necesita un campo electrostático para transportar una carga positiva entre dos puntos.
- Coulomb: Un coulomb es una unidad de medida vinculada a la cantidad de carga eléctrica que una cierta corriente transporta en un segundo.
- Julio (J): Un julio es una unidad que refiere al trabajo que se requiere para transportar una carga eléctrica de un coulomb.

1.3.2. El sol: Estructura y Composición

Las estrellas son los únicos cuerpos del Universo que emiten luz. El Sol es también la principal fuente de energía, que se manifiesta sobre todo, en forma de luz y calor. Está a 150 millones de kilómetros de la Tierra. Tiene un tamaño radial

de 695.000 km, tiene una temperatura media de 6000°C en la fotosfera, con algunas zonas más frías de 4000°C que es conocida como manchas solares.

El Sol es una estrella. Se puede considerar como una bola que puede dividirse en capas concéntricas. De dentro a fuera son:

- Núcleo: es la zona del Sol donde se produce la fusión nuclear debido a la alta temperatura, es decir, el generador de la energía del Sol.
- Zona Radiativa: las partículas que transportan la energía (fotones) intentan escapar al exterior en un viaje que puede durar unos 100.000 años debido a que estos fotones son absorbidos continuamente y remitidos en otra dirección distinta a la que tenían.
- Zona Convectiva: en ésta zona se produce el fenómeno de la convección, es decir, columnas de gas caliente ascienden hasta la superficie, se enfrían y vuelven a descender.
- Fotosfera: es una capa delgada, de unos 300 Km, que es la parte del Sol que se puede ver, la superficie. Desde aquí se irradia luz y calor al espacio. La temperatura es de unos 5.000°C. En la fotosfera aparecen las manchas oscuras y las fáculas que son regiones brillantes alrededor de las manchas, con una temperatura superior a la normal de la fotosfera y que están relacionadas con los campos magnéticos del Sol.
- Cromosfera: sólo puede ser vista en la totalidad de un eclipse de Sol. Es de color rojizo, de densidad muy baja y de temperatura altísima, de medio millón de grados. Está formada por gases enrarecidos y en ella existen fortísimos campos magnéticos.
- Corona: capa de gran extensión, temperaturas altas y de bajísima densidad. Está formada por gases enrarecidos y gigantescos campos magnéticos que varían su forma de hora en hora. Ésta capa es impresionante vista durante la fase de totalidad de un eclipse de Sol.



Fuente: Google imágenes.

Figura 1-3. Estructura del sol

El Sol está hecho con los mismos materiales que hay en la Tierra y en los demás planetas, ya que todo el Sistema Solar se formó a la vez en esta zona de la Vía Láctea que ocupamos. Sin embargo, estos materiales ni se distribuyen en las mismas proporciones, ni se comportan igual.

Componentes químicos	Símbolo	%
Hidrógeno	H	92,1
Helio	He	7,8
Oxígeno	O	0,061
Carbono	C	0,03
Nitrógeno	N	0,0084
Neón	Ne	0,0076
Hierro	Fe	0,0037
Silicio	Si	0,0031
Magnesio	Mg	0,0024
Azufre	S	0,0015
Otros		0,0015

Fuente: Google imágenes.

Imagen 1-4. Composición del sol.

1.3.3. Radiación Solar

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. El sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6000 °K (5727°C) en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fisión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del sol se transmite al exterior mediante la radiación solar. El sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro, el cual emite energía siguiendo la Ley de Planck a la temperatura ya citada. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiación, que mide la potencia que por unidad de superficie alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m.

1.3.4. Radiación Solar en Chile

En Chile se encuentra la zona de mayor radiación solar del mundo. Durante décadas se ha buscado poder determinar cuál es el lugar del planeta con mayor radiación solar. Aunque en un comienzo se pensó que debía tratarse del Ecuador donde el sol llega a la superficie de manera vertical, recientes investigaciones

apuntan a que en Chile y, en particular el desierto de Atacama, es el lugar que concentra la mayor cantidad de radiación.

Ahora y tras 18 meses de investigación estudiando la radiación global horizontal que golpea en la superficie de todo el país, científicos de la Universidad de Chile confirmaron dichas hipótesis: con una radiación solar estimada entre 7 y 7,5 kwh/m², el Norte Grande de Chile es la zona del mundo que recibe mayor cantidad de radiación solar. Tanto así que se estima que con un área de 20 por 20 kilómetros de paneles fotovoltaicos instalados ahí, por ejemplo, se podría satisfacer la demanda de energía eléctrica de todo el país.

Tabla 1-2. Radiación solar diaria: Total horizontal y Promedio anual por regiones de Chile.

Región	Radiación Solar (Kcal/m².día)	Radiación Solar (Kwh/m².día)
I	4.554	3.916
II	4.828	4.151
III	4.346	3.737
IV	4.258	3.661
V	3.520	3.027
VI	3.676	3.161
VII	3.672	3.157
VIII	3.475	2.988
IX	3.076	2.645
X	2.626	2.258
XI	2.603	2.238
XII	2.107	1.812
RM	3.570	3.070
ANTARTIDA	1.563	1.344
XV	4.471	4.385
XIV	3.268	2.987

Fuente: <https://www.woespana.es/Chile/Valparaiso/IndiceUV.htm>

1.3.5. Radiación Solar en La Ligua

La Ligua es una ciudad ubicada en el extremo norte de la Región de Valparaíso, Chile, siendo además capital de la Provincia de Petorca. Se ubica a 110 km del Gran Valparaíso y 154 km de Santiago, la capital del país. Se encuentra exactamente en la latitud -32.4727°, longitud -70.8838°.

Integra junto con las comunas de Cabildo, La Calera, Hijuelas, La Cruz, Nogales, Papudo, Petorca, Puchuncaví, Quillota, Quintero y Zapallar el distrito electoral N° 6 y pertenece a la circunscripción senatorial 5ª Cordillera de la V región de Valparaíso. Respecto a la información requerida en este proyecto se tomó en consideración la siguiente información:

Ciclo Anual de la Radiación													
Radiación incidente en plano horizontal													
	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	4.72	7.47	6.76	5.44	3.77	2.46	2.02	2.13	2.83	3.97	5.27	6.85	7.61
Difusa (kWh/m ² /día)	0.87	1.02	0.92	0.82	0.77	0.69	0.6	0.66	0.78	0.96	1.11	1.07	1.02
Global (kWh/m ² /día)	5.58	8.49	7.68	6.26	4.54	3.15	2.62	2.79	3.61	4.93	6.38	7.92	8.62
Radiación incidente en panel													
	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	5.27	6.68	6.74	6.29	5.18	3.94	3.51	3.56	4.11	4.86	5.51	6.31	6.57
Difusa (kWh/m ² /día)	0.8	0.94	0.85	0.76	0.71	0.64	0.56	0.61	0.72	0.89	1.03	0.99	0.94
Suelo (kWh/m ² /día)	0.1	0.15	0.14	0.11	0.08	0.06	0.05	0.05	0.07	0.09	0.12	0.14	0.16
Global (kWh/m ² /día)	6.18	7.78	7.73	7.17	5.97	4.64	4.11	4.21	4.9	5.84	6.65	7.44	7.67

Fuente: Imagen Explorador solar

Figura 1-5. Radiación solar la Ligua

1.4. **PANELES FOTOVOLTAICOS**

1.4.1. Definición de Panel Fotovoltaico y Parque Fotovoltaico

Un panel puede ser un módulo que, sumado a otros de su tipo, forma parte de una estructura. Solar, por su parte, es un adjetivo que se aplica a aquello relacionado con el sol.

Un panel solar, de este modo, es un elemento que permite usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y con los paneles solares que permiten generar corriente eléctrica cuentan con diversas células o celdas que aprovechan el denominado efecto fotovoltaico. Este fenómeno consiste en la producción de cargas negativas y positivas en semiconductores de distinta clase, lo que permite dar lugar a un campo eléctrico y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo. Las celdas de estos paneles solares pueden estar construidas con silicio o arseniuro de galio.

Por otro lado, los Parques Fotovoltaicos son grupos de generación de potencias importantes, conectados generalmente a la red de distribución eléctrica de media tensión. Pueden estar conformados por un gran número de generadores fotovoltaicos individuales de diversas potencias, variables desde los 5kW hasta los 100kW, pertenecientes a distintos propietarios. Suelen construirse en zonas rurales,

sobre suelos de secano que no pueden ser aprovechados para otros usos o no están amparados por alguna zonificación de protección especial.

1.4.2. Reseña Histórica

El término fotovoltaico proviene del griego: *phos*, que significa "luz" y voltaico, que proviene del campo de la electricidad, en honor al físico italiano Alejandro Volta, (que también proporciona el término voltio a la unidad de medida de la diferencia de potencial en el Sistema Internacional de medidas). El término fotovoltaico se comenzó a usar en Inglaterra desde el año 1849.

El efecto fotovoltaico fue reconocido por primera vez en 1839 por el físico francés Becquerel, pero la primera célula solar no se construyó hasta 1883. Su autor fue Charles Fritts, quien recubrió una muestra de selenio semiconductor con un pan de oro para formar el empalme. Este primitivo dispositivo presentaba una eficiencia de solo un 1%. En 1905 Albert Einstein dio la explicación teórica del efecto fotoeléctrico. Russell Ohl patentó la célula solar moderna en el año 1946, aunque Sven Ason Berglund había patentado, con anterioridad, un método que trataba de incrementar la capacidad de las células fotosensibles.



Fuente: Imagen propia.

Figura 1-6. Panel solar monocristalino.

La era moderna de la tecnología de potencia solar no llegó hasta el año 1954 cuando los Laboratorios Bell descubrieron de manera accidental que los semiconductores de silicio dotados con ciertas impurezas, eran muy sensibles a la luz.

Estos avances contribuyeron a la fabricación de la primera célula solar comercial con una conversión de la energía solar de aproximadamente un 6 %. La URSS lanzó su primer satélite espacial en el año 1957, y los EEUU un año después. En el diseño de este se usaron células solares creadas por Peter Iles en un esfuerzo encabezado por la compañía "Hoffman Electronics".

La primera nave espacial que usó paneles solares fue el satélite norteamericano Vanguard 1, lanzado en marzo de 1958. Este hito generó un gran interés en la producción y lanzamiento de satélites geoestacionarios para el desarrollo de las comunicaciones, en los que la energía provendría de un dispositivo de captación de la luz solar. Fue un desarrollo crucial que estimuló la investigación por parte de algunos gobiernos y que impulsó la mejora de los paneles solares.

En 1970 la primera célula solar con heteroestructura de arseniuro de galio (GaAs) y altamente eficiente se desarrolló en la extinta URSS por Zhorés Alfiórov y su equipo de investigación.

1.4.3. Importancia en la actualidad

En la actualidad, debido a los cambios climáticos y desastres naturales producidos por el incremento de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, la conciencia medioambiental y el uso de Energías Renovables están experimentando un crecimiento necesario e inminente. Entre estas energías renovables, una de las más importantes es la energía solar.

Es ampliamente conocido que el sol es la fuente de vida del planeta; sin los rayos luminosos provenientes del sol, no existirían las condiciones adecuadas para el sustento de la vida sobre la tierra.

Con el avance de la tecnología, los beneficios que otorga "gratuitamente" el sol, han ido en crecimiento. Desde el siglo pasado se puede ver cómo es que el planeta está rodeado de satélites, utilizados para las telecomunicaciones mundiales, cuya energía empleada es la energía solar fotovoltaica, con esos inmensos paneles solares que parecen "alas".

Además, los datos de irradiación solar mundial indican que si se aprovechara de forma eficiente toda la energía proveniente del sol, se cubrirían todas las necesidades energéticas de sobremanera y no se necesitaría ninguna otra fuente de energía. Este dato fue el inicio para que, a nivel mundial, la energía solar sea motivo de investigación y desarrollo de proyectos, dando como resultado en la actualidad dos formas básicas de energía proveniente del sol: Energía Solar Térmica y Energía Solar Fotovoltaica.

1.4.4. Ventajas y desventajas de la energía solar

Cabe señalar que existe una gran cantidad de ventajas relativas al uso de la energía solar. Para efectos pedagógicos, estas ventajas serán divididas entre ventajas económicas y sociales, considerando el efecto que estas producen.

- Ventajas económicas:
 - Para su funcionamiento no es necesario el manejo de ningún tipo de combustible.
 - La fuente de energía o combustible es gratis porque proviene del sol.

- El costo de operación y mantenimiento de los equipos es relativamente bajo.
 - La energía solar no utilizada, puede ser almacenada para su uso posterior.
 - Existe un ahorro económico significativo pues usa baterías del tipo recargables que duran muchos años.
 - No existen daños ocasionados al ambiente y no existe ruido contaminante.
 - Mejora el nivel de vida de la comunidad. El ahorro de los gastos en combustibles, se utiliza ahora en otras necesidades familiares.
- Ventajas Sociales:
- Mejora las condiciones medioambientales de producción de energía.
 - Mejoras en el proceso educativo nacional respecto a la importancia de contar con nuevas fuentes de energía.
 - Mejoras en las condiciones de salubridad.
- Desventajas:
- La energía producida varía a lo largo de las estaciones.
 - Es necesaria una fuerte inversión inicial.
 - Los paneles solares producen un impacto ambiental.

1.4.5. Antecedentes del proyecto

Doña Carmen es una instalación de paneles fotovoltaicos que producirá 40 MW de potencia instalada. La energía generada por la planta será transmitida a través de una línea aérea de 23 kV interna en la planta hasta una subestación elevadora 23/220 kV para finalmente entregar la energía al Sistema Interconectado Central en el tramo Los Vilos-Nogales mediante una Subestación Tap-Off. [www.minenergía.cl]

Actualmente Chile se ha convertido en pionero en latinoamérica con respecto a este tipo de energía renovable.

El mercado eléctrico nacional está compuesto por las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad. Estas actividades son desarrolladas por empresas que son controladas en su totalidad por capitales privados, quedando el estado en un rol más bien fiscalizador, regulador y de planificación indicativa (no vinculante para estas empresas) de inversiones en generación y transmisión, aunque esta última función es tan sólo una recomendación no obligatoria para dichos capitales. [Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile, 2009].

Siendo esta la realidad nacional, al alero de la inversión extranjera, la Central Fotovoltaica Doña Carmen de La Ligua, es uno más de los proyectos de generación de energía de las llamadas energías renovables no convencionales.

Las centrales solares actualmente en Chile aportan el 12% de energía en todo el país.

Tabla 1-3. Antecedentes de Parques Fotovoltaicos en Chile.

Zona	Tecnología	Mega watts	Etapa
El Águila-Arica	Seguidor lineal de un eje	2.46 MW	Terminado
San Andres-Copiapo	Seguidor lineal de un eje	45 MW	Terminado
Llanos de Llampos	Seguidor lineal de un eje	80 MW	Terminado
Javiera-Copiapó	Seguidor lineal de un eje	50 MW	Terminado
María Elena-Calama	Seguidor lineal de un eje	50 MW	Terminado
El Olivo	Seguidor lineal de un eje	13.2 MW	Terminado
Quilapalun	Seguidor lineal de un eje	115 MW	Terminado
Doña Carmen	Seguidor lineal de un eje	40 MW	En ejecución
Alturas de Ovalle	Seguidor lineal de un eje	10.5 MW	Terminado
Cabilsol	Seguidor lineal de un eje	3 MW	En ejecución
San Pedro	Seguidor lineal de un eje	3 MW	Terminado
Panquehue	Seguidor lineal de un eje	7 MW	En ejecución
Santiago solar	Seguidor lineal de un eje	50 MW	En ejecución

Fuente: [www. http://www.energia.gob.cl/energias-renovables](http://www.energia.gob.cl/energias-renovables)

1.4.6. Tipos de paneles fotovoltaicos

Existen diferentes tipos de paneles fotovoltaicos, cada uno de ellos utiliza diferentes tipos de formación cristalina y pureza de silicio, para la selección de algún tipo de panel fotovoltaico se debe de considerar al menos los siguientes factores: eficiencia, costo, tiempo de fabricación, conveniencia y usos.

- Paneles Monocristalinos de silicio.
- Paneles Policristalino de silicio.
- Paneles fotovoltaicos de Capa Fina o amorfo.

Tabla 1-4. Tipos de paneles solares fotovoltaicos

Células	Silicio	Rendimiento		Características	Fabricación
		Teórico	Real		
	Monocristalino	24%	15-18%	Color azul homogéneo con conexiones visibles.	Se obtiene de silicio puro dopado con boro
	Policristalino	19-20%	12-14%	Distintos tonos azules en una superficie estructurada de cristales.	Se obtiene de silicio puro dopado con boro pero con menos fases de cristalización
	Amorfo	16%	<10%	Color azul homogéneo sin conexiones visibles entre células.	Posee la ventaja de depositarse como lamina delgada sobre un sustrato de vidrio o plástico.

Fuente: [www. http://energia-renovable.eu/tipos-de-paneles-solares/](http://energia-renovable.eu/tipos-de-paneles-solares/)

1.4.7. Montaje

La estructura solar es un elemento necesario para colocar los paneles con la inclinación y orientación adecuadas para conseguir el mejor rendimiento posible en la instalación solar. Se pueden utilizar estructuras de aluminio, de hierro o acero. Estas primeras ya están diseñadas para paneles solares y facilitan un montaje sencillo y sólido. También destacan por un menor peso que las estructuras de hierro y no necesitan mantenimiento con el paso de los años. Actualmente son las más utilizadas por su facilidad de transporte y de traslado hasta el tejado o las terrazas. Por su parte, las estructuras de hierro suelen hacerse a medida para instalaciones que precisan de una estructura de diseño especial o bien para las estructuras de tipo poste que se suelen fijar en paredes verticales.

La posición en que se coloquen los paneles solares es indiferente, darán el mismo rendimiento si se colocan en forma horizontal o vertical. Lo más importante es que con el resultado final, las placas estén orientadas al sur y con la inclinación necesaria.

- Estructuras regulables: Las estructuras regulables también son muy útiles para aquellos tejados con poca inclinación y que necesitan más grados para que los rayos del sol incidan de forma perpendicular a las placas optimizándose así el rendimiento al máximo. También se pueden situar en suelo firme en el huerto o el jardín de una finca. Lo más importante es que a lo largo del recorrido del sol no se produzcan sombras en la superficie. Este hecho será vital para determinar que estructura es necesaria instalar según el entorno alrededor de la vivienda.
- Estructura solar coplanar: Este tipo de estructura fotovoltaica es la más económica y rápida de montar, la mayoría de las veces se emplea en tejados de casas.



Fuente: Imagen propia.

Figura 1-7. Montaje de paneles fotovoltaico.

CAPITULO 2: MONTAJE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

2. MONTAJE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA O PARQUE FOTOVOLTAICO

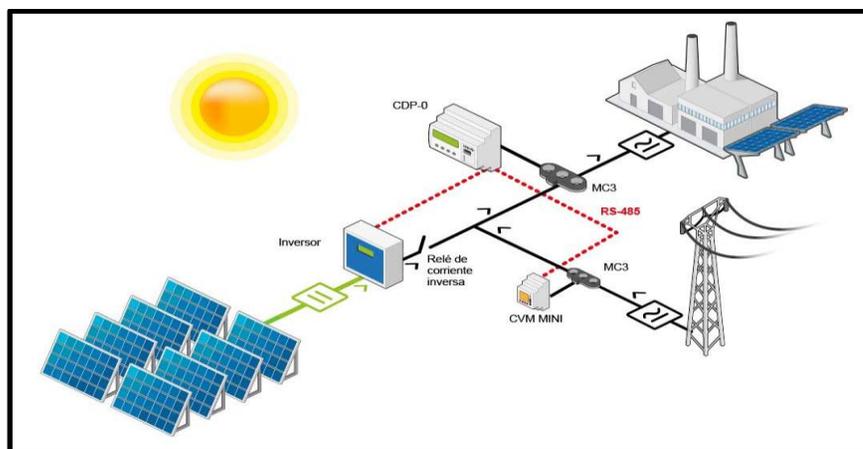
Una central fotovoltaica o parque fotovoltaico es un conjunto de equipos tales como: los paneles solares, el inversor, los transformadores, entre otros, encargados de aprovechar la energía irradiada por el sol y convertirla en energía eléctrica para su posterior consumo.

De esta definición de planta fotovoltaica es posible identificar algunos de los elementos básicos que la componen y que la definen como tal. La central fotovoltaica incluye a todo conjunto de elementos y sistemas que tienen como finalidad la utilización de la energía proveniente del sol para la generación de electricidad.

Teniendo en consideración los elementos que componen una central solar, es posible definir dos tipos de parques fotovoltaicos basándose en la forma en la que se entrega la energía eléctrica al consumidor final. Es así como se puede encontrar:

- Parques fotovoltaicos conectados a la Red.
- Parques fotovoltaicos aislados de la Red.

Los parques fotovoltaicos suelen construirse en zonas rurales, sobre suelos de secano que, por lo general, no pueden ser aprovechados para usos agrícolas y son emplazamientos de alta irradiación solar directa.



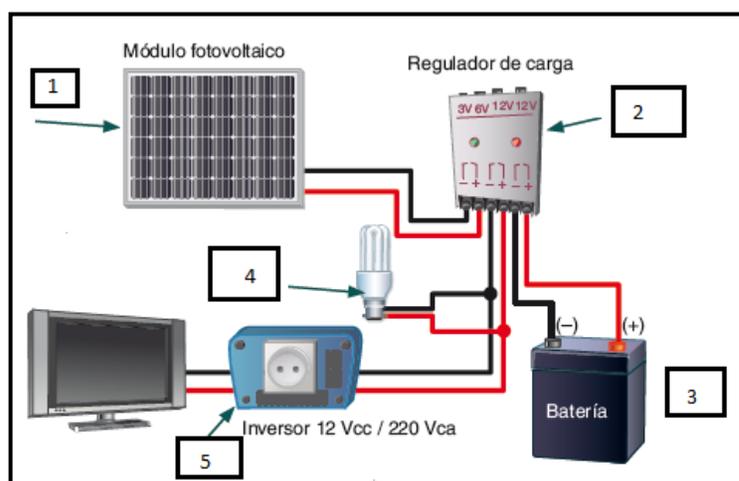
Fuente: www.cubiertasol.es

Figura 2-1. Esquema básico de una Planta Solar Fotovoltaica

2.2. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

La definición que se entrega de lo que se entiende por planta solar fotovoltaica permite, a grandes rasgos, entender cuáles son los principales elementos que la constituyen. De manera general una instalación solar fotovoltaica se ajusta al esquema que ese muestra en la imagen 2-2. Respecto a los elementos que allí se contemplan, cabe señalar que no son los únicos elementos que es posible encontrar en una central solar pues, dependiendo de la magnitud o tipo de instalación, se incorporan más o menos elementos. Considerando el tipo de instalación FV que incentiva el presente trabajo de título, se debe señalar los elementos más importantes que la componen:

- El módulo fotovoltaico o panel fotovoltaico.
- La estructura soporte de los paneles.
- El inversor.
- Las baterías.
- El regulador de carga.



Fuente: Google imágenes

Figura 2-2. Elementos comunes de toda instalación fotovoltaica

Estos cinco elementos suelen estar presentes en toda instalación fotovoltaica, independiente de su magnitud o tipo, salvo en las instalaciones autónomas las que no requieren del uso de baterías. Hay autores que suelen agregar ciertos elementos tales como: el sistema de monitoreo, las cajas de conexión, la línea eléctrica o sistema de cableado general, entre otros.

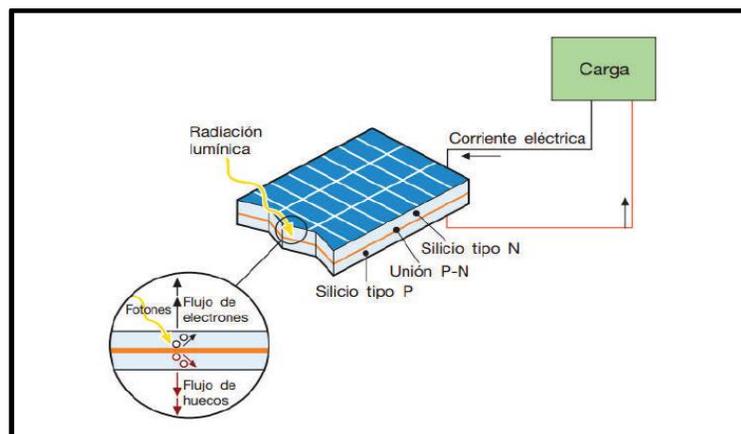
Para poder comprender que son y cuál es la función que cumplen los principales elementos de la central fotovoltaica, a continuación se señalarán y explicarán estos componentes.

2.2.1. Módulos Fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico o panel solar, es el elemento principal de cualquier instalación solar FV, es el que recibe y convierte la radiación del sol en energía eléctrica de corriente continua. Son equipos estáticos formados por células solares que poseen dos capas semiconductoras tipo N-P, las que se encargan de transformar la energía solar en energía eléctrica (Fig. 2-3). Su funcionamiento se basa en el efecto fotovoltaico, mismo que se define como la capacidad de convertir en electricidad la energía que los fotones poseen de la radiación solar. Una instalación fotovoltaica está conformada por la unión de diversos paneles para dotar a la instalación de la potencia necesaria.

Un panel solar 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 (6V, 12V, 24V) que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico.

Los módulos cristalinos son una tecnología madura y confiable, su vida útil puede sobrepasar los 20 años. En Chile, estos equipos deben ser autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) para ser instalados bajo la generación de generación distribuida [www.sec.cl].

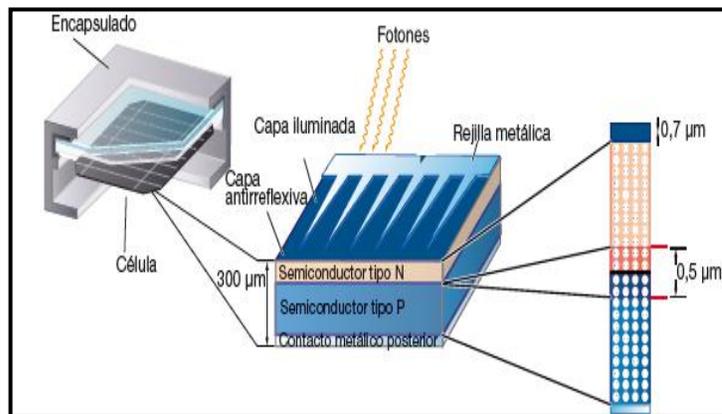


Fuente: https://www.damiasolar.com/productos/placas_solares/panel-solar-ecosolar-100w-monocristalino_da0093_15

Figura 2-3. Funcionamiento de un panel fotovoltaico

Una célula solar (Fig. 2-4) se comporta como un diodo: la parte expuesta a la radiación solar es la N y la parte situada en la zona de oscuridad la P. Los terminales de conexión de la célula se hallan sobre cada una de estas partes del diodo, la cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizada por completo (no tiene que recibir luz), mientras que la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor. A través de los contactos

metalizados se puede obtener tanto la tensión como la intensidad capaz de producir en función de la cantidad de radiación recibida.



Fuente: <https://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/celdasolar.html>

Figura 2-4. Estructura básica de la cédula solar

El panel solar tiene una estructura que está compuesta por:

- Soporte: Debe proporcionar una rigidez estructural adecuada, con vistas a la instalación del módulo.
- Cables de conexión: Se encuentran en una caja en la parte trasera del mismo.
- Marco del panel: Permitirá la instalación sobre un determinado soporte.
- Vidrio: Es el que recubre el panel, sirve como protección para las células solares ante los fenómenos atmosféricos.
- Encapsulado: Protege el módulo de la intemperie. Es muy importante que el modulo este protegido frente a la abrasión, la humedad, y los rayos UV. El encapsulante también protege las células y las conexiones ante posibles vibraciones.
- Conexionado: El panel debe ser fácil de instalar. Las células solares que forman el panel van conectadas entre sí en serie o en paralelo. Su asociación desde el punto de vista eléctrico proporciona el nivel adecuado de tensión e intensidad para el que ha sido diseñado el panel solar.

Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las cédulas, y son fundamentalmente:

- Silicio cristalino (monocristalino, policristalino).
- Silicio amorfo.

2.2.2. La Estructura Soporte

Las estructuras soporte son de metal diseñado para soportar los esfuerzos mecánicos asociados a la instalación de uno o más paneles con cierto grado de inclinación, es necesario considerar los esfuerzos producidos por el viento. De igual forma las estructuras deben ser aptas para su instalación a la intemperie sin mostrar efectos de corrosión tras varios años de operación. Su ubicación será de tal forma que a ninguna hora del día provocará sombra en los paneles cercanos.



Fuente: Imagen propia

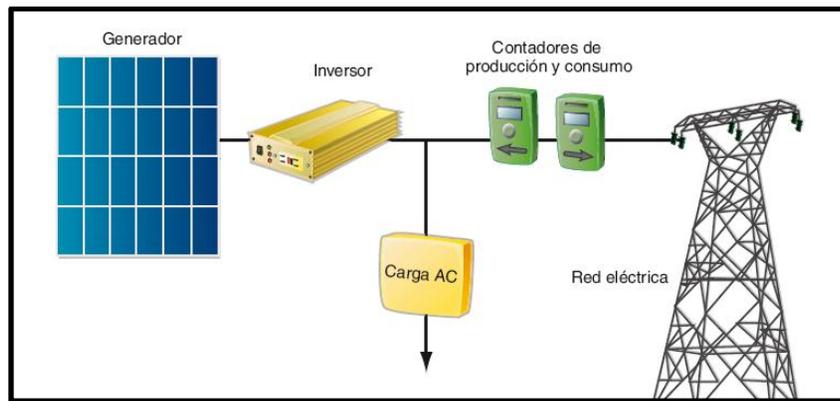
Figura 2-5. Estructura soporte Planta Doña Carmen

En un parque fotovoltaico toda estructura metálica perteneciente al panel fotovoltaico deberá ser conectada, en caso de existir, a una única puesta a tierra.

Debe señalarse que una de las características de las centrales fotovoltaicas es el no uso de sistemas de sujeción como la soldadura, principalmente para evitar las emisiones contaminantes que esta implica. Es por lo mismo que tanto la sujeción de los paneles como la unión de las mismas estructuras, se hace mediante la utilización de tuercas, tal como se muestra en la imagen 2-5.

2.2.3. El Inversor

Convierte la corriente continua del sistema en corriente alterna, a 220 [V] de valor eficaz y frecuencia de 50 [Hz], igual a la de la red eléctrica. Alimenta los aparatos que trabajan con corriente alterna. Los módulos fotovoltaicos proveen corriente directa a 12 ó 24 Voltios por lo que se requiere de un componente adicional, el inversor, que transforma, a través de dispositivos electrónicos, la corriente directa de 12V de la batería, a corriente alterna de 115V.



Fuente: <https://upcommons.upc.edu>

Figura 2-6. Instalación fotovoltaica conectada a la red, Inversor

2.2.4. La Batería

Solo presente en la instalaciones autónomas. Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (por el ciclo día-noche) y en parte imprevisible (por efecto de las nubes, lluvias, tormentas); se requiere de equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica cuando existe radiación solar y para utilizarla cuando no la haya. El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se hace a través de las baterías. Estas baterías son construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos. Son un componente muy importante de todo el sistema pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación, a saber:

- Almacenar energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar o bajo consumo de energía eléctrica. Durante el día los paneles solares producen más energía de la que realmente se consume en ese momento. Esta energía que no se utiliza es almacenada en las baterías.
- Proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar. Normalmente en sectores de electrificación rural, la energía eléctrica es utilizada intensamente durante la noche para hacer funcionar tanto lámparas como televisores, radios, etc., precisamente cuando la radiación solar es nula. Gracias a la energía eléctrica almacenada durante el día, estos equipos pueden funcionar de manera correcta.
- Por último, proveen de un suministro estable de energía eléctrica y adecuado para la utilización de aparatos eléctricos. La batería provee energía eléctrica a un voltaje relativamente constante.

2.2.5. Regulador de Carga

Nexo de unión entre los paneles solares y los elementos de consumo de la instalación. Se encarga también de proteger a los acumuladores ante sobrecargas.

Proporciona a su salida tensión continua para la instalación. Fija el valor de la tensión nominal a la que trabaja la instalación.

2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

La clasificación de las instalaciones solares fotovoltaicas, se puede realizar en función de la aplicación a la que están destinadas. Así, es posible distinguir entre aplicaciones autónomas y aplicaciones conectadas a la red.

2.3.1. Aplicaciones autónomas

Producen electricidad sin ningún tipo de conexión con la red eléctrica, a fin de dotar de este tipo de energía al lugar donde se encuentran ubicadas. Pueden distinguirse dos bloques.

- Aplicaciones espaciales: Sirven para proporcionar energía eléctrica a elementos colocados por el ser humano en el espacio, tales como satélites de comunicaciones, la estación espacial internacional, etc. La investigación de esta área propicio el desarrollo de los equipos fotovoltaicos tal y como los conocemos en la actualidad.
- Aplicaciones terrestres: Entre las que cabe destacar las profesionales.
 - Telecomunicaciones: telefonía rural, vía radio.
 - Electrificación de zonas rurales y aisladas: Estas instalaciones, que se pueden realizar en cualquier lugar, están pensadas para países y regiones en desarrollo y todas aquellas zonas en que no existe acceso a la red eléctrica comercial.
 - Señalización: Se aplica, por ejemplo, a señales de tráfico luminosas, formadas por diodos LED, alimentados por un panel solar y una batería.
 - Alumbrado público: Se utiliza en zonas en las que resulta complicado llevar una línea eléctrica convencional.
 - Bombeo de agua: Estas instalaciones están pesadas para lugares tales como granjas, ranchos, etc. Se pueden realizar en cualquier lugar. Su uso puede ser tanto para agua potable como para riego.
 - Redes VSAT: Redes privadas de comunicación que actúan a través de satélite. La energía solar se utiliza para alimentar las estaciones de la red.
 - Telemetría: Permite realizar medidas sobre variables físicas y transmitir la información a una central.



Fuente: Google imágenes.

Figura 2-7. Planta de paneles solares en Nevada.

2.3.2. Aplicaciones conectadas a la red

En ellas, el productor no utiliza la energía directamente, sino que es vendida al organismo encargado de la gestión de la energía en el país. Tienen la ventaja de que la producción de electricidad se realiza precisamente en el periodo de tiempo en el que la curva de demanda de electricidad aumenta, es decir, durante el día, siendo muy importantes los kilovatios generados de esta forma. Cabe distinguir:

- Centrales fotovoltaicas y huertos solares: Recintos en los que se concentra un número determinado de instalaciones fotovoltaicas de diferentes propietarios con el fin de vender la electricidad producida a la compañía eléctrica con la cual se haya establecido el contrato. La energía vendida puede estar a nombre de una persona, una sociedad, etc. La potencia instalada depende de las dimensiones del generador fotovoltaico. Cada instalación tiene su propietario y todas ellas se ubican en el mismo lugar. Esto posibilita mejoras en el mantenimiento de la instalación, vigilancia, pólizas de seguro, etc.
- Edificios fotovoltaicos: Es una de las últimas aplicaciones desarrolladas para el uso de la energía fotovoltaica. La rápida evolución en los productos de este tipo ha permitido el uso de los módulos como materiales constructivos en cerramientos, cubiertas y fachadas de gran valor visual. Además, la energía fotovoltaica es el sistema de energía renovable más adecuado para la generación de electricidad en zonas urbanas sin provocar efectos ambientales adversas. La integración arquitectónica consiste en combinar la doble función, como elemento constructivo y como productor de electricidad, de los módulos fotovoltaicos.



Fuente: Google imágenes

Figura 2-8. Planta fotovoltaica en la región de Atacama



Fuente: Google imágenes

Figura 2-9. Edificio fotovoltaico

2.4. CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Previo a la instalación propiamente tal de los paneles fotovoltaicos la empresa desarrolladora del proyecto, Energía Cerro El Morado S.A., debió cumplir una serie de requisitos y tareas que tuvieron como finalidad sustentar el proyecto de la planta fotovoltaica. De esta manera, antes de poder comenzar con las primeras tareas de instalación de faena, Cerro El Morado debió contar con la respectiva Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable del proyecto, los Permisos Ambientales Sectoriales y autorizaciones correspondientes para su desarrollo. Esta etapa, conocida como fase de Evaluación Ambiental, tuvo su inicio el 20 de junio de 2014, fecha en la que se presentó a admisibilidad el proyecto al Servicio de Evaluación Ambiental, y concluyó el 12 de mayo de 2015 con la Resolución de Calificación Ambiental que aprobó el proyecto señalando que este cumplía con la normativa vigente de carácter ambiental. [Fuente: www.seia.sea.gob.cl].

Una vez obtenida la resolución de admisibilidad del proyecto, con la que la autoridad gubernamental autoriza la construcción de la planta solar FV, se pudo proceder con las actividades de instalación del parque fotovoltaico. En consideración a lo expuesto anteriormente, es posible señalar que respecto al proyecto se pueden

mencionar tres fases o etapas, a saber: una primera etapa, llamada etapa de Evaluación Ambiental; una segunda etapa, llamada fase de Construcción de la Planta Solar y que parte con la preparación del terreno e instalaciones de faena; y la tercera fase, llamada fase de Operación de la planta, en la que la energía almacenada es transformada e inyectada al SIC. [Fuente: www.solarcentury.com].

Tabla 2-1. Cronograma de Actividades de Construcción de la PSFV.

Actividad	Meses					Años					Cierre				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	...25	1	2	3	4	
Mejoramiento de Accesos al área del proyecto	■														
Habilitación de instalaciones de faena	■														
Obras civiles, caminos internos y canaletas	■	■													
Traslado de componentes	■	■													
Montaje de Estructuras		■	■												
Montaje de Módulos Fotovoltaicos		■	■	■											
Montaje Eléctrico			■	■											
Montaje de la Subestación			■	■	■										
Montaje de línea de transmisión				■	■										
Retiro de instalaciones temporales, limpieza y restauración del terreno					■										
Conexión y puesta en marcha					■										
Operación Planta Fotovoltaica						■	■	■	■	■					
Actividades de Mantenimiento						■	■	■	■	■					
Desmantelamiento de las instalaciones											■	■	■		
Retiro de los paneles											■	■	■		
Desmontaje de seguidores											■	■	■		
Desmontaje del inversor											■	■	■		
Desmontaje de Subestación y Centros de información											■	■	■		
Restauración de zonas ocupadas															■

Fuente: www.solarcentury.com/cl

En la tabla 2-1 se detallan las fases y plazos del proyecto, considerando los principales hitos una vez obtenida la resolución de admisibilidad.

La principal idea que se va a desarrollar con el presente trabajo de título es la elaboración de un plan de mantenimiento, no obstante ello es necesario explicar las

diferentes tareas que se llevaron a cabo, por parte del personal que ha montado el parque fotovoltaico, y conocer algunas de las principales máquinas y herramientas utilizadas para su montaje. Según la información entregada por la propia empresa desarrolladora del proyecto, SolarCentury, las etapas en las que se divide el proyecto son las siguientes:

- Primera fase: Construcción de la Planta Solar FV.
- Segunda fase: Operación de la Planta Solar FV.

2.4.1. Fase de Construcción de la Planta Solar FV Doña Carmen

Esta primera fase comienza en mayo de 2015 con la instalación de faenas, una vez obtenida la resolución que autorizó la construcción de la planta solar y se extiende hasta el término de la instalación de los paneles solares sobre las estructuras que los soportan, previsto para el mes de junio de 2017. [Fuente: www.braux.es/servicios/construccion]

Esta etapa ha previsto la inclusión de las siguientes actividades: mejoramiento del acceso al área del proyecto, la habilitación de las instalaciones de faena (tanto de la empresa principal como empresas subcontratistas), las obras civiles, construcción de caminos internos y canaletas, traslado de componentes, construcción de obras físicas del proyecto, transporte y montaje de las estructuras y módulos fotovoltaicos, montaje eléctrico, subestación y línea de transmisión, retiro de las instalaciones temporales y finalizará con la puesta en marcha.

Una vez terminadas estas actividades y verificado el correcto montaje, tanto mecánico como direccional de los paneles, se pasará a la etapa de generación de energía eléctrica en función de la radiación solar captada por los paneles fotovoltaicos.

Para poder comprender como se desarrolla esta fase y cuáles son las tareas que se deben ejecutar para obtener un correcto montaje de los paneles solares, es necesario conocer la secuencia constructiva de la planta y contar con el personal que cuente con las capacidades y conocimientos necesarios los que deben ser instruidos por la empresa encargada del montaje de los paneles y que, en este caso, estará a cargo de Braux, una empresa española subcontratada por la empresa SolarCentury. Si bien ya se ha abordado a rasgos generales las tareas que componen esta fase del proyecto, en el siguiente apartado se abordarán las principales tareas de instalación y montaje.

2.4.1.1. Preparación del terreno y llegada de maquinarias

Las primeras tareas de esta fase del proyecto, anterior a la instalación de las estructuras soportantes y de los paneles solares, contemplan la llegada del material, instalaciones y maquinarias que van a entregar las condiciones necesarias para realizar las tareas de coordinación y preparación del suelo donde se montarían los

paneles solares. Esta fase comienza con la llegada de la empresa encargada del proyecto y la empresa constructora y desarrolladora de la planta solar. Las primeras tareas están dirigidas a preparar la superficie sobre la que se van a instalar las estructuras de soportación de los módulos fotovoltaicos.

Junto con la llegada de los primeros equipos de profesionales, llegan también las maquinarias que realizarán las excavaciones y nivelación del terreno en que se instalarán los paneles. Estos mismos equipos son los encargados de realizar los cierres perimetrales y subdivisiones del terreno del proyecto, establecimiento de áreas protegidas, creación de los caminos interiores que servirán de única vía de movilización al interior de la planta, entre otras.

Braux, empresa encargada de materializar la instalación de las estructuras que soportan los módulos fotovoltaicos, fue la responsable de proporcionar las maquinarias y equipos de profesionales que llevaron a cabo esta labor. Esta empresa de origen español realizó los primeros movimientos de tierras, los estudios del suelo, la nivelación del terreno y la construcción de las zanjas por las que se canalizaría el cableado eléctrico de la planta. Para realizar las tareas de preparación del terreno Braux utilizó las siguientes maquinarias:

- Camión Tolva.
- Cargador frontal.
- Motoniveladoras.
- Retroexcavadora.
- Excavadora.
- Compactadora.



Fuente: www.braux.es/servicios/construccion

Figura 2-10. Maquinaria utilizada para preparación del terreno

Estas maquinarias fueron las encargadas de limpiar el terreno removiendo la basura, escombros, yerba, arbustos, piedras u otros materiales que componían la superficie terrestre de la zona donde sería levantado el parque solar.

Gran parte del personal que trabajó en esta etapa del proyecto era de origen español, portugués y rumano. Estos trabajadores que se han capacitado y han realizado varios proyectos de este tipo, cuenta con ventajas respecto a sus

pares nacionales quienes desarrollaron principalmente tareas de colaboración, conducción de camionetas y funciones administrativas mientras se realizaban estas tareas. Según lo señalado por los propios trabajadores de estas empresas, esto tenía su origen en la tradición de la empresa de movilizar a su personal de planta, encargado de desarrollar las principales tareas de la construcción de los parques solares, a las distintas faenas o proyectos que han desarrollado en diferentes partes del mundo.

2.4.1.2. Movimiento de tierra y obras civiles

La etapa movimiento de tierras y obras civiles se diferencia de la etapa anterior en que básicamente consiste en preparar el lugar donde se van a insertar las estructuras soportantes de los módulos solares, el lugar donde se realizarán las instalaciones de faena donde funcionarán los equipos que conforman la planta, los lugares donde trabajarán los encargados de la operación y mantenimientos de la planta, las zanjas por donde se desplegará el cableado de la planta, las bases de los centros de transformación, cimentación, entre otros.

Respecto del área en que será emplazado el proyecto, este será talado y despejado de todas las especies que puedan rebrotar de raíz. Esta actividad es fundamental considerando las futuras actividades de mantención de la obra en relación a la vegetación que se debe evitar al interior de la planta.

En esta etapa también se ha considerado realizar el cierre perimetral. Este dará comienzo a la etapa de construcción del proyecto y permanecerá instalado durante toda la vida útil del proyecto.

En relación a las obras civiles que se contemplan, básicamente consisten en la construcción del camino principal de la obra, estimado en un mes de trabajo. También se considera la construcción del puente que se implementará para dar continuidad al mismo en un plazo de tres meses de trabajo.

Esta etapa es la predecesora de las tareas de montaje de los paneles solares las que van desde el perforado del suelo, el hincado de los pilares de acero y hasta el montaje de los paneles solares, momento en el que finaliza la fase de construcción de la planta solar fotovoltaica.



Fuente: www.braux.es/servicios/construccion

Figura 2-11. Maquinaria utilizada para realización de obras civiles

2.4.1.3. Montaje de paneles solares

Esta etapa es considerada como una de las más importantes no tan sólo porque involucra instalar el que va a captar la energía que será transformada en electricidad, sino también porque para un correcto funcionamiento de la planta debe haberse realizado un correcto montaje por parte de los trabajadores encargados de realizar esta tarea.

Esta etapa de la fase de construcción de la planta involucra tareas como: perforado del suelo, hincado de los postes de acero, armado de la estructura soportante, traslado y montaje de los paneles solares, verificación del correcto montaje de los paneles, entre otras.

Considerando la importancia de esta etapa se va a desarrollar las principales tareas que en ella se realizaron por parte de la empresa encargada del montaje de los paneles. Cabe señalar que en esta etapa participaron dos empresas. Por un lado se encuentra Braux, encargada de realizar las perforaciones y el hincado de los postes metálicos y, por otro lado, Cielpanel, empresa contratista encargada de proporcionar la mano de obra que realizó el montaje de los módulos solares en las mesas de trabajo, nombre con el que se conocía a la estructura soportante donde se fijaron los paneles solares. De esta manera, la secuencia constructiva involucraba las siguientes tareas:

- Perforado e Hincado de postes metálicos: la primera tarea que se realiza consiste en introducir los postes metálicos que sustentarán el resto de la estructura como los paneles fotovoltaicos que van fijados a ella. Para esto se utiliza una máquina hincapostes que es la encargada de realizar la tarea de perforación e hincado de los postes sobre el suelo agreste. Esta máquina tiene la capacidad de realizar hincado de postes de hasta 4 metros de altura. Con esta tarea se reducen los costos y plazos elevados que se genera con la cimentación de hormigón, además de eliminar el impacto medio ambiental que provoca el hormigón al ser enterrado en suelo. Considerando la gran importancia de esta tarea, pues implica sentar las bases sobre las que se soportarán los módulos fotovoltaicos, conlleva el hincado de dos postes (el parque fotovoltaico Doña Carmen utiliza una estructura biposte), uno en la parte frontal y otro en la parte posterior, detrás de los paneles solares.

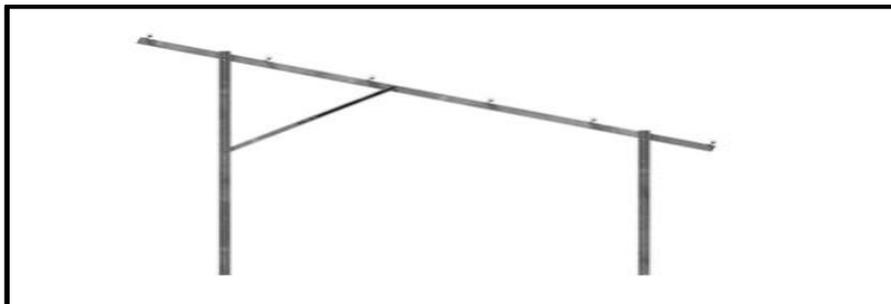


Fuente: www.herbiplast.es/hincado

Figura 2-12. Máquina hincadora de postes en parque fotovoltaico

Los postes metálicos (Fig. 2.13) son estructuras diseñadas con perfiles tipo "C" de acero galvanizado y tienen un largo estándar de 4 metros de largo y la profundidad de hincado, cuantos metros se introducen en el suelo, va a depender de las especificaciones técnicas entregadas por la empresa desarrolladora del proyecto en consideración al tipo de suelo y a las condiciones ambientales del lugar donde serán instalados los paneles. Para el caso de esta planta el poste delantero, el que ha sido introducido a mayor profundidad, sobresale 70 cm desde la superficie del suelo, mientras que el poste de atrás, sobresale 200 cm.

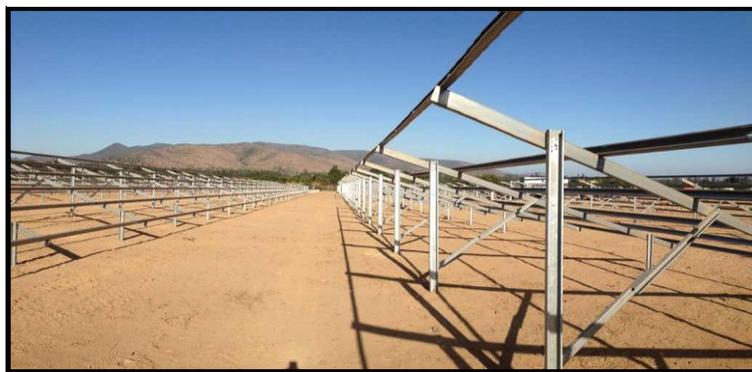
El procedimiento de hincado se basa en la penetración de la estructura metálica mediante los golpes que efectúa el martillo de la máquina hincadora sobre estos hasta alcanzar la profundidad necesaria. Para poder lograr un hincado vertical perpendicular al suelo, se utiliza un sistema láser que permite verificar la correcta colocación del perfil. Una vez que se instalaron todas las estructuras verticales se procede a trasladar al lugar los perfiles que se dispondrán de forma horizontal y aquellos que unirán ambos postes de la estructura.



Fuente: <http://braux.es/es/productos>

Figura 2-13. Estructura biposte utilizada en planta solar Doña Carmen

- **Instalación de perfiles horizontales y mesas soportantes:** Una vez que se han instalado los postes verticales se deben armar las mesas sobre las que se van a montar los paneles solares. Al hablar de mesas soportantes se está aludiendo al conjunto de perfiles unidos de forma similar a un telar formando una base rectangular compuesta por seis perfiles dispuestos de manera horizontal sobre los que se van a montar los módulos fotovoltaicos. Cabe mencionar que respecto de este tipo de plantas, donde se busca minimizar las emisiones contaminantes, las estructuras son unidas mediante la utilización de tornillos de acero inoxidable y los paneles solares son fijados a la estructura con grapas de aluminio. De esta manera se deja de lado el proceso de fijación mediante el uso de soldadura. Las mesas soportantes están compuestas por seis perfiles tipo "C" de acero galvanizado dispuestos de forma horizontal que se han soportado sobre los perfiles que unen los postes delantero y trasero. Estos postes, unidos un perfil metálico, tienen además un tirante que se fija en la parte posterior de la estructura, tal como se muestra en la figura 2-13.



Fuente: Imagen propia

Figura 2-14. Estructura biposte y mesas de soportación

La imagen 2-14 muestra las mesas soportantes donde es posible apreciar las estructuras horizontales (seis en cada mesa) y la estructura que une los postes metálicos. Sobre estas mesas es que se va a montar el panel solar.

- **Montaje de módulos fotovoltaicos:** teniendo listas las mesas de soportación sobre las que se van a montar los paneles solares, se procede por parte de la empresa desarrolladora del proyecto a distribuir las cajas que los contienen. Para realizar esta labor se utiliza un manipulador telescópico, similar a una grúa horquilla, el que va a disponer de estos contenedores según las instrucciones de Braux. Se debe aclarar que la planta está compuesta por cinco zonas las que se abordaron para su instalación y montaje de forma progresiva, siendo las tres primeras (zona A, zona B y Zona C) las últimas en montarse.

Una vez dispuestas las cajas contenedoras de los paneles fotovoltaicos en sus respectivas mesas de soportación, estos debían ser cuidadosamente extraídos por parte del personal instalador, cuidando evitar cualquier golpe o caída de estos módulos lo que podría significar la inutilización del panel.



Fuente: Imagen propia

Figura 2-15. Cuadrillas de trabajo montando paneles fotovoltaicos

El procedimiento de instalación de los paneles era sencillo y había sido establecido por la empresa mandante. Para ellos se requería de tres personas por cuadrilla de trabajo. Dos de estas debían extraer el panel de la caja, un tercero se ubicaría en la parte posterior de la estructura sobre una escalera para recibir el panel y fijarlo en la parte más elevada de la mesa de soportación. Según procedimiento el panel debía ser montado de esta manera para evitar cualquier golpe durante su montaje, procurando ser sostenido por los tres trabajadores y deslizando el módulo sobre los perfiles evitando tirones que pudieran inutilizarlo. Una vez situado el panel sobre la estructura, este era fijado a la mesa mediante la utilización de pernos de acero inoxidable, para lo que era necesario utilizar una llave de estrella o punta corona pues los módulos eran fijados mediante unas grapas de aluminio que además de unir el panel a la estructura, servía para dar una separación uniforme entre paneles. En la imagen 2-16 se puede apreciar la llave utilizada en el proceso de fijación de los paneles solares, las grapas de aluminio que los unían a la estructura y un trabajador efectuando tareas de fijación de paneles solares.



Fuente: Imagen propia

Figura 2-16. Método de fijación de paneles solares

- Conexión y puesta en marcha de las instalaciones proyectadas: una vez que se han instalado los paneles solares se realizan las instalaciones eléctricas de la planta, se procede a levantar la subestación eléctrica y la línea de transmisión eléctrica de la planta solar. Habiéndose realizado estas actividades, se realizará la conexión de los paneles solares para dar inicio a la generación y entrega de electricidad al SIC.

2.4.1.4. Retiro de instalaciones temporales

Habiéndose realizado la instalación de los paneles de la forma correcta, constatándose el perfecto ensamblado de los módulos y las estructuras en que estos son soportados y verificándose las instalaciones eléctricas que van a realizar las tareas de generación de electricidad, es momento de pasar a la etapa final de la fase de construcción de la planta y que consiste en el retiro de las instalaciones temporales que sirvieron de apoyo a las tareas realizadas durante la primera fase del proyecto. En esta etapa se consideran labores de limpieza y restauración del terreno que se va a utilizar en el proyecto, se realizará una limpieza de los paneles solares y se levantará las zonas de trabajo despejando estas áreas de cualquier material que pudiere afectar el correcto funcionamiento y desplazamiento al interior de la planta.

2.4.2 Fase de Operación

La segunda fase del proyecto es la fase de operación. Una vez que se han terminado las tareas de instalación de los paneles solares y se ha realizado el retiro de las instalaciones temporales, se pasa a esta fase que está marcada por ser la etapa durante la que se va a realizar la generación de electricidad la que será inyectada al SIC del país. Esta fase, a diferencia de la anterior, es de una duración bastante mayor pues contempla un periodo de 25 años de vida útil de la planta y, por lo mismo, conlleva la realización de las actividades de mantenimiento de la planta.

Es por tanto esta fase donde se va a desarrollar el plan de mantenimiento que se propone en el presente trabajo de título.

Esta fase del proyecto implica la realización de dos trabajos que se realizarán en paralelo, por un lado se contempla en funcionamiento de la planta y consecuentemente la generación de electricidad, y además tiene implícitas las tareas de mantención de la planta durante toda la vida útil del proyecto.

De acuerdo a las instrucciones señaladas por la propia empresa mandante y de acuerdo a la resolución entregada por la Comisión de Evaluación Ambiental V Región, la fase de operación se divide en las siguientes tareas:

2.4.2.1 Funcionamiento de planta

Esta fase está conformada por una serie de tareas que se van a llevar a cabo una vez terminada la fase anterior. Para comenzar se realiza la verificación de la puesta en marcha inicial, registrando el correcto funcionamiento de todos los equipos, tanto de los paneles solares como de las instalaciones eléctricas.

En esta fase los strings conectados en paralelo a los inversores se encargarán de captar la energía solar generada en los paneles fotovoltaicos, para luego ser adaptada en tensión y corriente por los inversores ubicados en cada uno de los centros de transformación respectivos, dedicados exclusivamente a la evaluación de la energía generada. Estos Centros de transformación (CT) están compuestos por los inversores, transformadores, protecciones y sistemas de control y su función es transportar la energía generada desde los paneles solares hacia la subestación. Los CT son esenciales durante esta fase pues son la materialización de la idea buscada por el proyecto de energía.

Posteriormente, la energía producida será conducida desde los CT por medio de canalizaciones subterráneas a la subestación eléctrica de transformación, donde finalmente será adaptada a la corriente adecuada para inyectarla a la misma red eléctrica. El funcionamiento de la planta será continuo.

En el funcionamiento de la planta también se considera el sistema de vigilancia y control de accesos, el que permanecerá activo las 24 horas del día.



Fuente: <http://www.donacarmen.cl/galeria/>

Figura 2-17. Centro de Transformación de la planta solar FV

2.4.2.2 Mantenimiento de la planta solar

Las tareas de mantenimiento de la planta serán desarrolladas durante todo el periodo de vida útil de la misma. Cabe señalar que respecto de las tareas de mantenimiento que se realizarán, y que han sido consideradas originariamente por la empresa desarrolladora del proyecto, hay labores que se van a realizar de forma diaria, otras se desarrollaran de manera programada y cada cierto tiempo, y algunas tareas se realizarán conforme se vayan presentando algunos inconvenientes en el funcionamiento de la planta.

No obstante lo anterior, hay tareas que son comunes a todo sistema fotovoltaico. Entre estas labores se puede mencionar:

- Engrase en sistema de seguidores.
- Inspección visual diaria de todos los paneles FV, de los Inversores y seguidores.
- Limpieza de los paneles solares, ajuste de pernos y tornillos, mantención de inversores, conexiones y del alumbrado. Esto configura el plan de mantenimiento preventivo de la planta.
- Revisión, mantención y limpieza de la subestación eléctrica.
- Acciones de tipo preventivo, correctivo programado y correctivo contra fallas de la línea de transmisión eléctrica.
- Cambio del aceite dieléctrico de los transformadores, una vez, entre 15 a 20 años de funcionamiento de la planta.

Cabe señalar que estas tareas, enunciadas de forma escueta, forman parte de las tareas básicas y esenciales que se deben realizar a la planta solar. Ahora bien, considerando lo relevante de abarcar todos los aspectos y eventuales inconvenientes que se podrían presentar durante el funcionamiento del parque solar, es necesario establecer y desarrollar un mayor número de actividades de mantención que son las que configurarán el plan de mantención propuesto para la empresa Cielpanel. Estas tareas serán señaladas, tanto en forma como en periodicidad, en el capítulo 3 de este trabajo de título.

2.5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PANELES A UTILIZAR

Teniendo a la vista la información entregada respecto a la capacidad de generación de energía eléctrica que tendrá la planta (40 MW de potencia) y la capacidad generadora de cada panel instalado en el parque solar FV, se realizará el cálculo del valor teórico de potencia que van a generar los 159.016 paneles solares instalados.

De esta forma se puede conocer la capacidad generadora de todos los paneles instalados y verificar si efectivamente cumplirán con las necesidades de la planta.

- Potencia de cada panel: 250 [W]
- Cantidad de paneles instalados: 159.061
- Potencia requerida: 40 [MW]

Al multiplicar la cantidad de paneles por la potencia de cada uno, se obtiene:

- $250 \text{ [W]} * 159.016 \text{ paneles} = 39.765.250 \text{ [W]}$

El resultado da un total de 39,8 [MW] de potencia instalada. Este valor es menor al valor teórico esperado, pero debe precisarse que los cálculos de ingeniería efectuados no son errados al considerar que los paneles solares no entregarán la misma potencia, todos por igual, ni tampoco lo realizarán durante todas las horas del día, existiendo momentos en los que habrá un aumento de radiación capada lo que equipara las horas de menos generación de energía y permite alcanzar, más allá de lo que la teoría indica, la potencia requerida por la planta.

En un plano más teórico, si se quisiera obtener de forma exacta la cantidad de paneles a instalar, se debería realizar la siguiente operación:

- $40.000.000 \text{ [W]} / 250 \text{ [W]} = 160.000 \text{ paneles}$.

Por tal razón, para obtener la cantidad exacta de watts que la planta considera, se debería instalar 160.000 paneles solares fotovoltaicos.

CAPITULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO

3. PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1. GENERALIDADES

Las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red se caracterizan por ser instalaciones que requieren escaso mantenimiento si están bien diseñadas, por lo que siguiendo el presente Plan de Mantenimiento no es de esperar que se produzcan graves averías en la instalación.

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es de carácter preventivo y correctivo. No tiene partes móviles sometidas a desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricante (excepto las instalaciones fotovoltaicas con seguidor, que no son de aplicación en el presente Proyecto).

Entre otros puntos, es muy recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones, para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente.

La experiencia demuestra que los sistemas fotovoltaicos tienen muy pocas posibilidades de avería, especialmente si la instalación se ha realizado correctamente y si se realiza un mantenimiento preventivo. Básicamente las posibles reparaciones que puedan ser necesarias son las mismas que cualquier aparato o sistema eléctrico, y que están al alcance de cualquier electricista.

A la hora de plantear el mantenimiento se deben considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el usuario y las que debe realizar el instalador.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.

El mantenimiento de la instalación solar fotovoltaica lo puede realizar el usuario final de la instalación solar fotovoltaica (a través de los operarios cualificados correspondientes), o bien una empresa externa homologada y autorizada por los distintos fabricantes de los equipos suministrados, a fin de no perderla la garantía legal de los distintos equipos. Se puede realizar estas tareas por medio de la subcontratación de la labor del mantenimiento, dada la especialización de estas empresas en dichos trabajos, a que el coste que esto conlleva no suele ser elevado, y a que disponen de medios de Prevención de Riesgos (recordar que se realizan labores de trabajo en altura y trabajos con riesgo eléctrico, entre otros).

En el presente Manual de Mantenimiento se muestran no obstante, las labores de mantenimiento que puede realizar el usuario y las que puede realizar el personal cualificado, en aquellos apartados en los que esto no se expresa explícitamente, se dará por supuesto que es el personal cualificado el encargado de realizar las labores de mantenimiento.

Para facilitar las labores de mantenimiento el usuario de la instalación deberá disponer de planos actualizados y definitivos de la instalación solar, en el que queden reflejados los distintos componentes de la misma.

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso, un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo.

Después de cada operación de mantenimiento, se generará un informe en el que se evaluará detalladamente el estado de los componentes revisados, indicando las operaciones efectuadas, sustitución de componentes y se propondrán, cuando las haya, posibles medidas de mejora o sustitución de componentes que predeciblemente no estén operativos hasta una posterior revisión.

3.2. PLANES DE MANTENIMIENTO MÁS COMUNES

3.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de haber ocurrido un fallo o problema en alguna de sus partes, con el objetivo de restablecer la operatividad del mismo. Se utiliza cuando es imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace el mantenimiento correctivo la única opción.

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con una avería y un diagnóstico para determinar la causa del fallo. Es importante determinar qué es lo causó el problema, a fin de tomar las medidas adecuadas, y evitar así que se vuelva a producir la misma avería.

Esta estrategia de mantenimiento puede resultar económica a corto plazo, al no invertir en planes de mantenimiento preventivo, si bien puede ocurrir que a causa de una falta de mantenimiento surja una avería que pueda resultar irreparable y con las graves consecuencias que esto conlleva, por tanto no se recomienda este plan de mantenimiento, por estar demostrado que es mucho más costoso que cualquier otro a medio y a largo plazo.

3.2.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento que tiene como primer objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.

Este plan de mantenimiento permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir coste de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

El mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo. Un plan de mantenimiento correctamente planificado puede reducir considerablemente los fallos de una instalación y sus consecuentes consecuencias acarreadas.

3.2.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo está basado en la determinación del estado de un sistema en operación, es decir, se basa en que los sistemas darán un tipo de aviso antes de que fallen por lo que este plan de mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

En el mantenimiento predictivo se suelen realizar ensayos no destructivos, como medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, intensidades, tensiones, etc.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo, de forma que se subsane este antes. Detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos es una buena forma, aunque no fácil, de evitar posibles averías en el sistema.

3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.3.1. Limpieza periódica del panel

La suciedad que pueda acumular el panel (Fig. 3-1) puede reducir su rendimiento, las capas de polvo que reducen la intensidad del sol no son peligrosas y la reducción de potencia no suele ser significativa.

Las labores de limpieza de los paneles se realizarán mensualmente o bien después de una lluvia de barro, posibles nevadas u otros fenómenos meteorológicos similares que hagan necesaria esta labor.

Para realizar la limpieza, se utilizará agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos que pueden rayar o afectar al panel). Preferiblemente se hará fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel (sobre todo en verano).

Esta tarea tendrá una duración de 10 días hábiles y se realizara cada 60 días.



Fuente: <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/como-limpiar-paneles-solares/>

Figura 3-1. Limpieza de paneles

El proceso de limpieza depende lógicamente del proceso de ensuciado, en el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos poniendo pequeñas antenas elásticas que impidan que se posen.

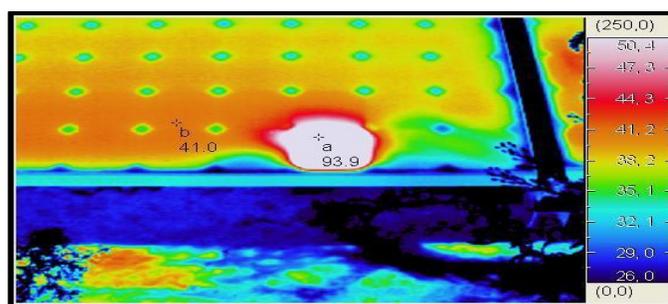
3.3.2. Inspección visual de posibles degradaciones

- Mantenimiento preventivo cada 2 meses
- Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

3.3.3. Control de temperatura del panel

Se controlará, a ser posible mediante termografía infrarroja, que ningún punto del panel esté fuera del rango de temperatura permitido por el fabricante, sobre todo en los meses de verano.

- Mantenimiento preventivo cada 3 meses a la totalidad de la planta fotovoltaica. Esta tarea tendrá una duración de 10 días hábiles.



Fuente: <https://termografia.wordpress.com/category/fotovoltaica/>

Figura 3-2. Termografía de un panel fotovoltaico

3.3.4. Control de las características eléctricas de un panel

Se revisará el estado de las conexiones, entre otros:

- Mantenimiento preventivo cada 1 año
- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

3.3.5. Estructura de soporte de paneles

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento de las mismas se realizará cada seis meses.

Mantenimiento preventivo cada 6 meses:

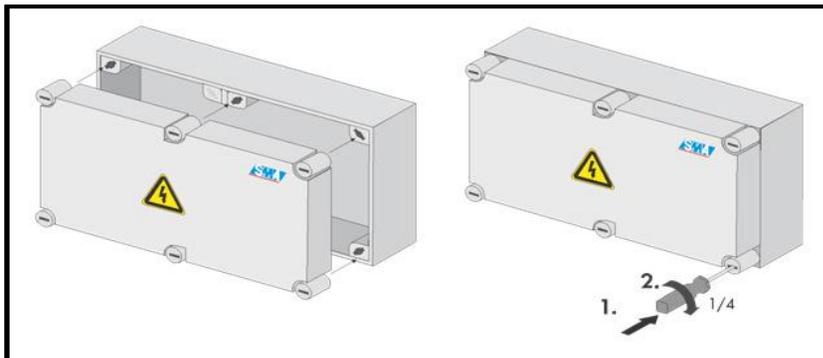
- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc.).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

3.3.6. Cajas de campo SSM

Las cajas Sunny String Monitor (SSM) suministradas son resistentes a la intemperie (emplazadas a la sombra). Se recomienda realizar las siguientes operaciones de mantenimiento.

Anualmente:

- Comprobar el correcto anclaje de la caja a la estructura soporte correspondiente y horizontalidad de la misma, asegurándose de que la tornillería está correctamente apretada (comprobando el par de apriete si es necesario), sustituyendo algún elemento de fijación si se encuentra en mal estado.
- Comprobar que la carcasa de la caja se encuentra en correcto estado y no presenta síntomas de deterioro debido a agentes externos. Sustituirla en caso necesario.
- Comprobar la estanqueidad de la carcasa y si presenta daños.
- Comprobar si la tapa está bien asentada y su estanqueidad. Asegurarse al cerrar la tapa que los cierres estén bien bloqueados, ejerciendo una ligera presión con un destornillador hasta que estos encajen (1/4 de vuelta).

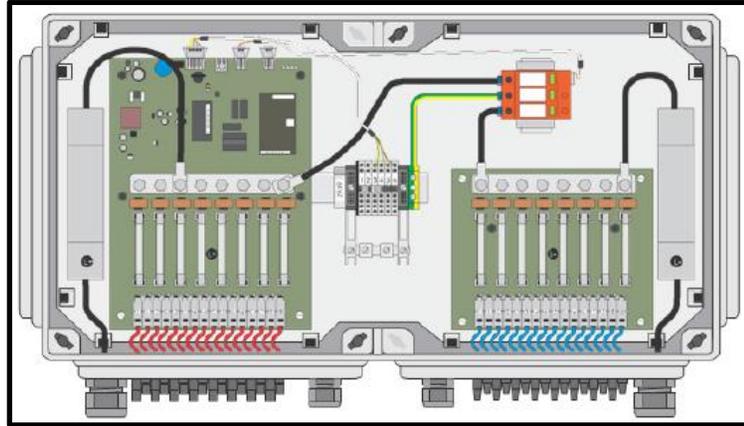


Fuente: Google imágenes

Figura 3-3. Tapa exterior de la caja de campo SSM

- Comprobar si se ha acumulado agua de condensación en el equipo. Si es así, absorber el agua que haya, comprobar la causa de la infiltración de agua y subsanar el defecto.
- Comprobar si la conexión roscada de compensación de presión presenta suciedad o daños y, si fuera necesario, sustituir ésta.
- Comprobar las fijaciones de las cubiertas de plexiglás situadas por encima de los fusibles String.
- Comprobar las etiquetas de advertencias de peligro tanto en el exterior como en el interior del equipo y si son ilegibles o están dañadas reponer estas.

- Comprobar la estanqueidad de la caja, cerciorándose de que no ha entrado humedad en el interior. Sustituir las juntas de estanqueidad en caso necesario.

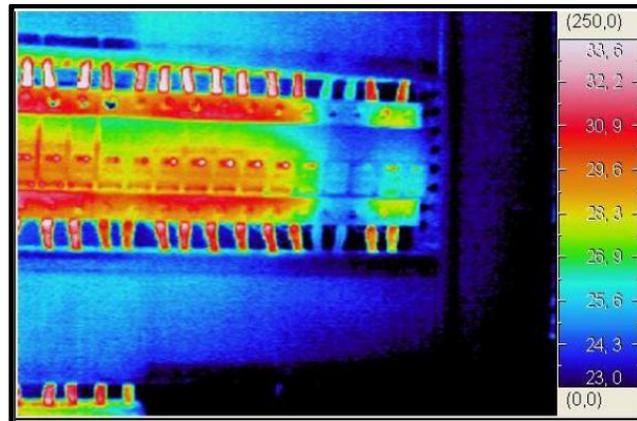


Fuente: Google imágenes

Figura 3-4. Interior de la caja de campo SSM

- Realizar una inspección visual de los fusibles existentes y de los muelles tensores en los porta fusibles.
- Comprobar además la tensión auxiliar +55 V en los bornes de conexión y en los conectores, ésta debe estar al menos en +30 V.
- Controlar la firmeza del apriete de todas las conexiones del cableado eléctrico y, si fuera necesario, apretarlas. Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. Cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de contacto oxidados.
- Controlar la firmeza del apriete de todas las conexiones del cableado String y, si fuera necesario, apretarlas. Ver si el aislamiento en los bornes del subgrupo y en la barra colectora presentan descoloración o alteraciones de otro tipo.
- Comprobar la conexión del apantallamiento de la conexión de comunicación, esta debe estar apretada a mano, un destornillador no es adecuado.
- Comprobar el apriete de todas las conexiones del interruptor-seccionador y de ser necesario apretarlas. Ver si el aislamiento o el interruptor presentan descoloración o alteraciones de otro tipo.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Comprobar el descargador de sobretensión, el campo visual debe estar en verde.
- Es recomendable comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la

tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.



Fuente: Google imágenes

Figura 3-5. Ejemplo de termografía de un cuadro de conexiones

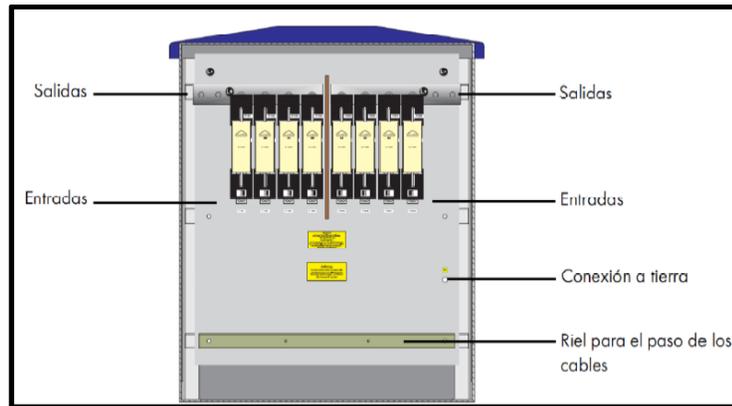
Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, es imperativo realizar todas las operaciones de mantenimiento con las cajas desconectadas y sin tensión.

3.3.7. Cajas centrales SMBC

Las cajas centrales Sunny Main Box Cabinet suministradas son resistentes a la intemperie e incluso a los rayos UV. Por lo que las posibilidades de degradación de la carcasa son prácticamente nulas al estar emplazadas dentro de la caseta de inversores y CT. Las operaciones de mantenimiento a realizar son básicamente similares a la de las cajas SSM.

Anualmente:

- Comprobar el correcto anclaje de la caja a la pared de la caseta y horizontalidad de la caja, asegurándose de que la tornillería está correctamente apretada (comprobando el par de apriete si es necesario), sustituyendo algún elemento de fijación si se encuentra en mal estado.
- Comprobar si la carcasa presenta daños y si las puertas del armario de distribución, así como el mecanismo de la puerta están estancas y asientan bien.
- Comprobar si están estancos los pasos de los cables de conexión o si presentan suciedad y daños.



Fuente: Google imágenes

Figura 3-6. Estructura interna de la caja central SMBC

- Comprobar que el cableado de la caja SMBC está fijamente atornillado.
- Comprobar que el cableado de la caja SMBC está completamente cubierto con espuma en la parte de la placa del fondo. Asegurarse de que la espuma no está porosa.
- Comprobar en el cableado completo que está eliminada la tracción.
- Comprobar si se ha acumulado agua de condensación en el equipo.
- Comprobar las fijaciones de las cubiertas de plexiglás situadas por encima de los fusibles String.
- Comprobar las etiquetas de advertencias de peligro tanto en el exterior como en el interior del equipo y si son ilegibles o están dañadas reponer éstas.
- Realizar una inspección visual de los fusibles existentes y de los muelles tensores en los portafusibles.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Controlar la firmeza del apriete de todas las conexiones del cableado eléctrico y, si fuera necesario, apriételas. Comprobar si el aislamiento o la barra colectora presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. Cambie las conexiones deterioradas o los elementos de contacto oxidados.
- Comprobar si presentan suciedad las gasas filtrantes de las rosetas de ventilación y, si fuera necesario, limpie o sustituya éstas.
- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, es imperativo realizar todas las operaciones de mantenimiento con las cajas desconectadas y sin tensión.

3.3.8. Inversores

Los inversores son uno de los equipos más delicados de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más exhaustivo. Si bien los intervalos de mantenimiento dependen del emplazamiento de estos y de las condiciones ambientales (polvo, humedad, etc). Las instrucciones que a continuación se muestran son válidas para el emplazamiento en el interior de un edificio sometido a rangos de temperatura normales (0-40°C a la sombra). Los trabajos de mantenimiento son los siguientes:

Cada mes:

- Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

Cada 6 meses:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Cada año:

- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Revisión de funcionamiento de la calefacción.

- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento / GFDI Comprobar el funcionamiento y la señalización.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección
 - Interruptores de protección de la corriente de defecto.
 - Interruptores automáticos.
 - Interruptores de potencia.
 - Interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control (si existe).
- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia.
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.
- Revisión de funcionamiento de los contactos de la puerta.



Fuente: Google imágenes

Figura 3-7. Sunny Central Indoor

Es muy recomendable guardar y archivar regularmente los datos del Sunny Central Control con el programa suministrado por el fabricante: Sunny Data Control. Esto puede realizarse por consulta a distancia o durante el mantenimiento de rutina. Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, las operaciones de mantenimiento se deben realizar con los inversores desconectados y sin tensión.

3.3.9. Sistema de monitorización de la instalación solar

En este apartado nos centraremos en los elementos que complementan al sistema de control formado por las cajas de campo SSM y los inversores, ambos comentados.

Estos elementos, aunque no son fundamentales para el correcto funcionamiento de la instalación solar, son muy importantes para el control de la misma así como detección de averías. El mantenimiento es muy sencillo y consiste en:

Mensualmente:

- Supervisión visual de los distintos equipos a través del computador, es decir, controlar los parámetros de producción (tensión, intensidad, potencia, etc) registro de alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de aviso de alarmas. Para ello se enviará un mensaje de prueba al dispositivo móvil o correo electrónico configurado.

Semestral:

- Revisión de las conexiones de los distintos elementos, tarjetas, sensores, Router, computador, etc.
- Comprobación de todos los sensores, cerciorándose de que se encuentran en buen estado y no presentan síntomas de deterioro o roturas. En caso necesario, sustituir estos.

3.3.10. Transformador

No suelen dar problemas si se encuentran bien dimensionados en cuanto a sobrecargas y la ventilación del mismo es adecuada, de forma que no se produzcan calentamientos en el mismo. Es un elemento fundamental en la instalación, ya que si esté falla, se perderá toda la producción mientras el mismo esté inoperativo. El mantenimiento del mismo es el siguiente:

Mensualmente:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

Semestralmente:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.



Fuente: <http://www.donacarmen.cl/galeria/>

Figura 3-8. Centro de Transformación

Anualmente:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.
- Comprobar los aislamientos MT/masa, BT/masa y MT/BT.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.

3.3.11. Celdas de MT

El mantenimiento de las celdas es relativamente sencillo, consiste básicamente en:

Mensualmente:

- Retirar el polvo de las celdas mediante aspiración o pasando una bayeta seca.

Anualmente:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Verificar el estado de las protecciones (seccionadores, fusibles, etc) y sustituir aquellos elementos que presenten síntomas de estar en mal estado.

3.3.12. Línea eléctrica

De una buena conservación de la misma dependerá el correcto funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica y de las protecciones de la misma. La parte más delicada de la línea eléctrica corresponde a la línea de CC sobre cubierta, por estar sometida a las inclemencias atmosféricas y agentes externos. El mantenimiento de la línea eléctrica consiste en:

Cada 6 meses:

- Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.

Cada 1 años:

- Comprobación del estado de los bornes de abroche de la línea general de alimentación en la CGP, mediante inspección visual.
- Abrir las arquetas de registro y comprobar el estado de empalmes y conexiones (sulfatación de contactos, óxido, etc) sustituir las terminaciones en caso de síntomas de deterioro de las mismas.
- Comprobación del aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

3.3.13. Protecciones de la instalación solar fotovoltaica

Las protecciones del circuito eléctrico de la instalación solar fotovoltaica han de encontrarse siempre en perfecto estado de funcionamiento ya que de estas depende la totalidad de las condiciones de seguridad tanto de equipos como de usuarios. Las operaciones de mantenimiento que habrá que realizar son:

Cada 3 meses:

- Inspección visual de mecanismos interiores para posible detección de anomalías visibles y dar aviso al profesional.

Cada año:

- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales mediante el siguiente procedimiento:
 - Acción manual sobre el botón de prueba que incluye el propio interruptor diferencial.
 - Desconexión automática del paso de la corriente eléctrica mediante la recuperación de la posición de reposo (0) de mando de conexión desconexión.
 - Acción manual sobre el mismo mando para colocarlo en su posición de conexión (1) para recuperar el suministro eléctrico.
 - Comprobación del funcionamiento de todos los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores magneto térmicos. Cuando por sobre intensidad o cortocircuito saltara un interruptor magneto térmico habría que actuar de la siguiente manera:
 - Desconexión de aquel receptor eléctrico con el que se produjo la avería o, en su caso, desconectar el correspondiente interruptor.
 - Rearme (o activado) del magneto térmico del fallo para recuperar el suministro habitual.
 - Revisión del receptor eléctrico que ha originado el problema o, en su caso, comprobación de que su potencia es menor que la que soporta el magneto térmico.
- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores, reparándose los defectos encontrados.
- Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.
- Limpieza superficial de los mecanismos, siempre con bayetas secas y preferiblemente con desconexión previa de la corriente eléctrica.
- Comprobación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en

relación a la sección de los conductores que protegen, reparándose los defectos encontrados.

- Revisión de la rigidez dieléctrica entre los conductores.
- Revisión general de la instalación. Todos los temas de cableado son exclusivos de la empresa autorizada.

Se tomaran todas las precauciones referidas a trabajos con inminente riesgo eléctrico.

3.3.14. Puesta a tierra

Es imprescindible mantener la puesta a tierra tanto de la instalación solar fotovoltaica como la de las instalaciones auxiliares de las distintas casetas ya que de esta depende el correcto funcionamiento de las protecciones que dependen de ella. Las operaciones de mantenimiento a realizar son:

Cada 6 meses:

- En la época en que el terreno esté más seco y después de cada descarga eléctrica, comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra (masas metálicas, enchufes, neutros de los equipos, etc).
- Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas. Reparación de los defectos encontrados.
- Comprobación de que el valor de la resistencia de tierra sigue siendo inferior a 20. En caso de que los valores obtenidos de resistencia a tierra fueran superiores al indicado, se suplementarán electrodos en contacto con el terreno hasta restablecer los valores de resistencia a tierra de proyecto.
- Comprobación del aislamiento de la instalación interior (entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 250.000 Ohm). Se reparan los defectos encontrados.
- Comprobación del conductor de protección y de la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, especialmente si se han realizado obras en aseos, que hubiesen podido dar lugar al corte de los conductores. Reparación de los defectos encontrados.

3.3.15. Locales

En estos se alojan los equipos más delicados de la instalación y que son más sensibles a los agentes atmosféricos externos. Se ha de garantizar que estos están correctamente ventilados, que no entre humedad en elementos sensibles, etc. El mantenimiento de los locales consistirá en:

Mensual:

- Limpieza del local y orden del mismo.
- Comprobar que los pasillos se encuentran libres de objetos que impidan el libre acceso al mismo.
- Comprobación de ausencia de humedad. Se comprobarán las juntas y sellado de puertas, techos, paneles, etc. Si se detecta que alguna junta está en mal estado, se reparará.

3.3.16. Instalación eléctrica

Las labores de mantenimiento a aplicar son similares a las descritas tanto para la instalación eléctrica de la instalación solar fotovoltaica como para las protecciones, además de las siguientes:

Cada año:

- Inspección visual para comprobar el buen estado de los enchufes a través del buen contacto con las espigas de las clavijas que soporte y de la ausencia de posibles fogueados de sus alvéolos.
- Limpieza superficial de los enchufes con un trapo seco.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores y bases de enchufe de la instalación, reparándose los defectos encontrados.
- Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.

3.3.17. Iluminación

La iluminación de los locales se compone de tubos fluorescentes, estos suelen requerir escaso mantenimiento, básicamente limpieza y/o reposición de aquella luminaria o elemento en mal estado, el mantenimiento de la iluminación consiste en:

Cada año:

- Limpieza de las lámparas, preferentemente en seco.
- Limpieza de las luminarias, mediante paño humedecido en agua jabonosa, secándose posteriormente con paño de gamuza o similar.
- Revisión de las luminarias y reposición de las lámparas por grupos de equipos completos y áreas de iluminación.

Para el mantenimiento de las instalaciones de iluminación se tomarán las siguientes precauciones:

- Desconectar el interruptor automático correspondiente a la instalación que se desea verificar.
- No tocar las luminarias hasta que no estén totalmente frías, debido al alto riesgo de quemaduras.

3.3.18. Ventilación

El sistema de ventilación es muy importante para el correcto funcionamiento de todos los equipos, si bien su mantenimiento es muy sencillo y consiste básicamente en:

Cada 6 meses:

- Observación del estado de las rejillas y limpieza de las mismas.
- Realización de labores de limpieza y verificación del estado del ventilador, además de la sustitución o limpieza de filtros, si los posee.
- Comprobación del funcionamiento adecuado del ventilador.
- Inspección visual del estado del ventilador.
- Verificación de los elementos anti vibratorios del ventilador, así como los conductos elásticos de unión con los conductos de ventilación.

Cada 1 años:

- Limpieza de las rejillas.
- Comprobación de las conexiones eléctricas y reparación de los defectos encontrados.
- Limpieza del ventilador, eliminando aquellos elementos que se hayan podido fijar sobre él, con cuidado de que no caigan restos al interior de los conductos.

Para las operaciones de limpieza se utilizarán productos que no dañen ni las rejillas ni ventiladores, así mismo, se tomarán las precauciones necesarias cuando se realicen trabajos con riesgo eléctrico.

3.3.19. Extinción de incendios

El sistema de extinción de incendio se compone básicamente de los extintores portátiles instalados en las distintas casetas, en los lugares indicados según planos. El mantenimiento de estos elementos consiste en:

Cada 3 meses:

- Comprobación de su accesibilidad, el buen estado de conservación, seguros, precintos, inscripciones y manguera.

- Comprobación del estado de carga (peso y presión) del extintor y del botellín de gas impulsor (si existe) y el estado de las partes mecánicas (boquilla, válvulas y manguera), reponiéndolas en caso necesario.
- Comprobación de la accesibilidad, señalización y buen estado aparente de conservación.
- Inspección ocular de seguros, precintos e inscripciones.
- Comprobación del peso y presión, en su caso.
- Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula y manguera).

Cada 6 meses:

- Comprobación del peso y presión, en su caso.
- En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión, comprobación del buen estado del agente extintor y del peso y aspecto externo del botellín.
- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

Cada 1 años:

- Re timbrado del extintor, a partir de la fecha de timbrado, y por tres veces.

Como norma general, tomar las siguientes precauciones:

- No cambiar la posición de los extintores ya que están ubicados conforme a la normativa vigente y cualquier otro emplazamiento podría suponer un obstáculo para el personal.
- No retirar el precinto de seguridad del extintor si no es para usarlo acto seguido.
- Seguir las instrucciones del fabricante de los mismos.
- En caso de usar un extintor, este se recargará inmediatamente.

3.3.20. Iluminación de emergencia

El mantenimiento de la instalación de iluminación de emergencia se basa en las siguientes prescripciones:

Cada año:

- Limpieza de las lámparas, preferentemente en seco.
- Limpieza de las luminarias, mediante paño humedecido en agua jabonosa, secándose posteriormente con paño de gamuza o similar.
- Revisión de las luminarias y reposición de las lámparas por grupos de equipos completos y áreas de iluminación.

La reposición de las lámparas de los equipos deberá efectuarse antes de que agoten su vida útil. Dicha reposición se efectuará preferentemente por grupos de equipos completos y áreas de iluminación. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar riesgos relacionados con la corriente eléctrica.

3.4. PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este plan de mantenimiento se aplicará cuando por circunstancias sobrevenidas, debido a averías en la instalación, sea necesario subsanar el defecto.

Las labores de mantenimiento correctivo serán delegadas en una empresa externa, especialista en el sector, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes así como suministrar los repuestos necesarios.

Dicha empresa habrá de estar homologada y autorizada por los distintos fabricantes de los equipos suministrados, en caso contrario puede dar lugar a la anulación de la garantía legal de dichos equipos, por negligencias en las labores de mantenimiento.

La empresa externa encargada de realizar las labores de mantenimiento correctivo deberá:

- Garantizar la visita a la instalación en los plazos establecidos y cada vez que el usuario lo requiera debido a cualquier incidencia en la misma. Dicha visita a la instalación tras llamada del usuario se atenderá en el plazo máximo de 24 horas.
- Analizar y realizar un presupuesto adecuado de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto y normal funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica.
- Subsanan correctamente cualquier incidencia en un tiempo máximo de 48 horas, excepto cuando se trate de causas de fuerza mayor debidamente justificadas (por ejemplo: acopio de materiales).

3.5. COSTOS ASOCIADOS

Respecto a los costos asociados al presente plan de mantenimiento y en consideración a las tareas que es necesario realizar, las que no requieren de grandes paros en el funcionamiento de la planta para ser realizadas, y al personal requerido para llevar a cabo las tareas de mantención de los diferentes equipos que componen la planta solar fotovoltaica, se estima recomendable contar con un

equipo permanente de 11 trabajadores desarrollen las instrucciones impartidas en el presente plan de mantenimiento.

Considerando un equipo de trabajo de 11 personas, constituido por especialistas mecánicos, eléctricos, ayudantes, capataces y un supervisor, sumado a las herramientas que permitan llevar a cabo cada una de las tareas consideradas en este trabajo, los costos del Plan de Mantención de la plantan serían los siguientes:

Tabla 3-1. Costos Asociados al Plan de Mantenimiento.

ITEM		DESCRIPCIÓN	MONTO MENSUAL	MONTO ANUAL
Remuneraciones	Sueldo Trabajadores	Se considera sueldo de Ayudantes, M2, M1, Capataces y Supervisor de obra.	\$ 7.242.000	\$ 86.904.000
	Otros	Se considera Viáticos, Incentivos y Horas Extras de trabajadores.	\$ 449.166	\$ 5.390.000
Transporte y Vehículos	Compra Camionetas	Se considera la compra de 2 camionetas para traslado de trabajadores y materiales en obra.	\$ 331.217	\$ 3.974.600
	Otros	Se considera costos de combustible y mantenciones (Monto aproximado).	\$ 120.000	\$ 1.440.000
Equipos de Protección Personal	EPP Trabajadores	Se considera EPP para los 11 trabajadores. Incluye zapatos, cascos, overol, lentes, etc.	\$ 809.699	\$ 1.619.398
	EPP Recambio	Se considera EPP de recambio para equipar a los trabajadores de forma completa una vez más.	\$ 67.475	\$ 809.699
Herramientas, Instrumentos y otros insumos	Herramientas Básicas	Se considera herramientas tales como: llaves punta corona, alicates, atornilladores, etc. Se considera dos recambios al año de herramientas.	\$ 118.960	\$ 1.427.520

	Otros Insumos	Se considera herramientas para dos cuadrillas de trabajo diferenciadas por eléctricos y mecánicos. Se considera uso de: escaleras, multítester, termómetro infrarrojo, cortador de ramas, limpia vidrios, entre otros.	\$ 134.185	\$ 1.610.220
Reemplazo de equipos y materiales del proyecto	Equipos	Se considera el reemplazo de: 100 paneles solares, inversor, batería, 3 reguladores de carga, 10 estructuras soporte, filtros, sensores, cables eléctricos, etc.	\$ 2.402.784	\$ 28.833.407
MONTO TOTAL MENSUAL PM			\$ 11.675.486	
MONTO TOTAL ANUAL PM				\$ 132.008.844

Fuente: Elaboración propia

Para poder elaborar los costos asociados al PM fue necesario investigar la oferta existente en el mercado actual. La principal fuente de información es la WEB donde fue posible cotizar cada uno de los elementos seleccionados. De esta forma, se pudo estructurar y categorizar los diversos ítems que se deben considerar para elaborar la propuesta de plan de mantenimientos, incluyendo remuneración de los trabajadores (Ver Anexo K), los elementos de protección personal que se van a utilizar (Ver Anexo G) incluyendo un stock de recambios, las herramientas necesarias para desarrollar las diversas funciones (Ver Anexo H), la compra de 2 camionetas que permitirán el traslado de los trabajadores así como de las herramientas y maquinarias (Ver Anexo I) y, por último, los equipos que se deberán reemplazar en caso de presentar fallas (Ver Anexo J). Cabe mencionar en este último concepto que una de las grandes características de este tipo de plantas generadoras de energía es la poca mantención que requieren, no obstante ello es necesario contar con estos insumos por inconvenientes ajenos al funcionamiento normal de la instalación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del desarrollo de este proyecto de titulación, relativo a la elaboración de un plan de mantenimiento para la Planta Solar Fotovoltaica Doña Carmen de La Ligua se investigó y analizó las principales fuentes de energía, se pudo conocer la importancia de la realización de proyectos de tipo fotovoltaico en atención a las comportantes ventajas que este representa en comparación con los sistemas tradicionales de generación de energía considerando el bajo impacto medioambiental que estos provocan y al escaso mantenimiento que estos requieren por parte de las empresas encargadas de estas tareas.

Además, fue posible conocer los elementos necesarios para el funcionamiento de la planta solar y cuál es su tarea en la generación de electricidad. De esta forma y gracias a los conocimientos aprendidos, se pudo determinar las tareas necesarias para alcanzar una efectiva disponibilidad de la plata en su tarea de generar energía.

Teniendo a la vista también la idea fundamental que motivó este trabajo de titulación, se debe señalar lo relevante que es contar con un plan de mantenimiento que ofrecer cuando se está dentro del negocio de las energías renovables y cualquier otro sector de la economía. Para el caso concreto, Inversiones Cielpanel presentaba una clara desventaja frente a las empresas internacionales, principalmente Braux, quienes si tienen dentro de la cartera de los productos que ofrecen al mercado, con un PM específico para este tipo de instalaciones.

Como resultado final, se puede señalar que los objetivos planteados al inicio de este proyecto se pudieron concretaron de forma satisfactoria, logrando la elaboración de un plan de mantenimiento para la planta solar mediante el estudio de los equipos que componen la planta objeto de la mantención. Respecto a los objetivos específicos que fueron planteados, cabe señalar que tuvieron una gran importancia al momento de desarrollar este trabajo, pues permitieron, durante el desarrollo del mismo, mantener el enfoque del trabajo realizado.

Finalmente, las ventajas que se pueden apreciar al lograr concluir este trabajo fueron las siguientes:

- Creación de un plan de mantenimiento que no existía.
- En el tema económico, permite a la empresa expandir su horizonte de mercado.
- Dejar de manera documentada las características y plan de mantenimiento de los equipos intervenidos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en un futuro se le dé mayor énfasis e importancia al contar con un plan de mantenimiento por parte de las empresas que decidan incursionar en el negocio de las energías renovables no convencionales. Se debe tener en consideración que para ser una empresa competitiva y competente, se debe contar con personal calificado y especializado en las tareas de mantención, dejando de lado el simple hecho de ser un mero facilitador de mano de obra que instala equipos al interior de una faena pero careciendo de la visión de ser una alternativa a considerar al momento de contratar servicios de mantención mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

- Explorador solar, ministerio de energía.

Disponible: <http://www.minenergia.cl/probadorsolar/>

- Braux energy group

Disponible: <http://braux.es/es/>

- Pilotes perforados de camisa recuperable

Disponible:

https://www.google.cl/search?q=perforado+e+hincado&rlz=1C1AVNG_enCL716CL716&tbm=isch&imgil=YYBcjZo5q0gNfM%253A%253BJLF4e-Haiqc2tM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fvictoryepes.blogs.upv.es%25252F2015%25252F01%25252F30%25252Fpilotes-perforados-de-camisa-recuperable-pilote

- SolarCentury: Paneles Fotovoltaicos

Disponible: <http://www.solarcentury.com/cl/>

- Explorador solar: Universidad de Chile

<Http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>

- Dona Carmen time lapse in Chile

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=dm1mHQF3gLs&fea>

- Doña Carmen Fotovoltaica

Disponible: <http://www.donacarmen.cl/descripcion-del-proyecto/>

- Mantenimiento Fotovoltaico – Opex Energy

Disponible: http://opexenergy.com/fotovoltaica/mantenimiento_fotovoltaico

- Guía para mantenimiento de paneles fotovoltaicos

Disponible: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/instalaciones-fotovoltaicas-tipos-de-mantenimiento/>

- Hincado de postes para parques fotovoltaicos

Disponible: <http://www.herbiplast.es/hincado-postes-parques-fotovoltaicos.asp>

- Punto Solar – Energía Solar

Disponible: <http://www.puntosolar.cl/>

- Resolución Aprobación proyecto Fotovoltaico

Disponible: http://documentos.minvu.cl/regionV/seremi/oficios/Documentos/OFICIO.%2042_16.pdf

ANEXOS

ANEXO A: GLOSARIO TÉCNICO

Bitácora: elemento en donde se lleva registrado de forma cronológica todas las acciones e intervenciones que se realizan a una máquina, lugar, etc.

Célula solar: Una célula solar es un dispositivo capaz de convertir la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica.

Confiabilidad (mantenimiento): es la probabilidad de que un elemento, equipo o sistema pueda cumplir su función correctamente durante un tiempo y estándares determinados.

Disponibilidad (mantenimiento): es la probabilidad de un elemento, equipo o sistema de estar en funcionamiento o que se encuentre listo para funcionar en el momento requerido.

Energía hidráulica: es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de un fluido.

Energía mecánica: La energía mecánica es la energía que se debe a la posición y al movimiento de un cuerpo, por lo tanto, es la suma de las energías potencial y cinética de un sistema mecánico. Expresa la capacidad que poseen los cuerpos con masa de efectuar un trabajo

Estructura: Armadura, generalmente de acero u hormigón armado, que, fija al suelo, sirve de sustentación a un edificio.

Ficha técnica: es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada.

Impurezas: Sustancias o elementos contaminantes que alteran la funcionalidad de una elemento, trabajo o fluido. Por ejemplo virutas, polvo, sustancias químicas, etc.

Inversor: Un inversor de voltaje es un dispositivo electrónico que convierte un determinado voltaje de entrada de Corriente Continua en otro voltaje de salida de Corriente Alterna.

Mantenimiento: Es el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y/o equipos con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen funcionando de manera correcta de acuerdo al fin con que fueron diseñados.

Orden de trabajo: Instrucción detallada y escrita en donde se describen las actividades para realizar un trabajo específico.

Montaje: Combinación de las diversas partes de un todo.

Proyecto: Memoria o escrito donde se detalla el modo y conjunto de medios necesarios para llevar a cabo esa idea; especialmente el que recoge el diseño de una obra de ingeniería o arquitectura.

Radiación: Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.

Red eléctrica: Una red eléctrica es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores.

Rendimiento: Es la eficiencia, es decir, la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función determinada. Puede ser también, la razón entre el trabajo útil y el trabajo producido.

Subestación transformadora elevadora: Se trata de un tipo de subestación encargada de elevar la tensión generada de media a alta o muy alta para poderla transportar.

Subestación eléctrica: Una subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica.

Tap-off: Consiste en una derivación o conexión simple desde una línea eléctrica para retiro o suministro de energía.

Vida útil: es el tiempo o duración que adquiere un elemento mientras se encuentre en un correcto funcionamiento, hasta el momento en que ya no pueda cumplir con el objetivo para el cual fue diseñado.

ANEXO B: SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (EXTRACTO)

Culombio (C): Unidad de carga eléctrica.

- Definición: un culombio es la cantidad de electricidad que una corriente de un amperio de intensidad transporta durante un segundo.

$$C = F * V = A * s$$

Faradio (F): Unidad de capacidad eléctrica.

- Definición: un faradio es la capacidad de un conductor que con la carga estática de un culombio adquiere una diferencia de potencial de un voltio.

$$F = \frac{A * s}{V} = \frac{C}{V} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N * m} = \frac{s^2 * C^2}{m^2 * kg} = \frac{s^4 * A^2}{m^2 * kg}$$

Grado Celsius (°C): Unidad de temperatura termodinámica.

- Definición: la magnitud de un grado Celsius (1 °C) es igual a la de un kelvin, donde t es la temperatura en grados Celsius, y T en kelvin.

$$t(^{\circ}C) = T(K) - 273.15$$

Hertz o hercio (Hz): Unidad de frecuencia.

- Definición: un hercio es un ciclo por segundo.

$$Hz: \frac{1}{s} = S^{-1}$$

Julio o Joule (J): Unidad de trabajo y energía.

- Definición: un julio se define como la cantidad de trabajo realizado por una fuerza constante de 1 newton durante 1 metro de longitud en la misma dirección de la fuerza. En términos eléctricos, es también, la energía necesaria para elevar 1 voltio el potencial eléctrico de una carga eléctrica de 1 coulombio.

$$J = N * m = \frac{kg * m}{s^2} * m = \frac{kg * m^2}{s^2}$$

Newton (N): Unidad de fuerza.

- Definición: un newton es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s² a un objeto cuya masa sea de 1 kg.

$$N = \frac{kg * m}{s^2}$$

Ohmio (Ω): Unidad de resistencia eléctrica.

- Definición: un ohmio es la resistencia eléctrica existente entre dos puntos de un conductor cuando —en ausencia de fuerza electromotriz en éste— una diferencia de potencial constante de un voltio aplicada entre esos dos puntos genera una corriente de intensidad de un amperio.

$$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{m^2 * kg}{s^3 * A^2}$$

Pascal (Pa): Unidad de presión.

- Definición: un pascal es la presión normal (perpendicular) que una fuerza de un newton ejerce sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg}{s^2 * m}$$

Siemens (S): Unidad de conductancia eléctrica.

- Definición: un siemens es la conductancia eléctrica existente entre dos puntos de un conductor de un ohmio de resistencia.

$$S = \frac{1}{\Omega} = \Omega^{-1}$$

Vatio (W): Unidad de potencia.

- Definición: un vatio es la potencia que genera una energía de un julio por segundo. En términos eléctricos, un vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de un voltio y una corriente eléctrica de un amperio.

$$W = \frac{J}{s} = V * A = \frac{m^2 * kg}{s^3}$$

Voltio (V): Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz.

- Definición: diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente eléctrica de una intensidad de un amperio utiliza un vatio de potencia.

$$V = \frac{J}{C} = \frac{m^2 * kg}{s^3 * A}$$

1000 ⁿ	10 ⁿ	Prefijo	Símbolo	Escala corta ^{n 1}	Escala larga ^{n 1}	Equivalencia decimal en los Prefijos del Sistema Internacional
1000 ⁸	10 ²⁴	yotta	Y	Septillón	Cuatrillón	1 000 000 000 000 000 000 000 000
1000 ⁷	10 ²¹	zetta	Z	Sextillón	Mil trillones	1 000 000 000 000 000 000 000
1000 ⁶	10 ¹⁸	exa	E	Quintillón	Trillón	1 000 000 000 000 000 000
1000 ⁵	10 ¹⁵	peta	P	Cuatrillón	Mil billones	1 000 000 000 000 000
1000 ⁴	10 ¹²	tera	T	Trillón	Billón	1 000 000 000 000
1000 ³	10 ⁹	giga	G	Billón	Mil millones / Millardo	1 000 000 000
1000 ²	10 ⁶	mega	M	Millón		1 000 000
1000 ¹	10 ³	kilo	k	Mil / Millar		1 000
1000 ^{2/3}	10 ²	hecto	h	Cien / Centena		100
1000 ^{1/3}	10 ¹	deca	da	Diez / Decena		10
1000 ⁰	10 ⁰	Sin prefijo		Uno / Unidad		1
1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹	deci	d	Décimo		0.1
1000 ^{-2/3}	10 ⁻²	centi	c	Centésimo		0.01
1000 ⁻¹	10 ⁻³	mili	m	Milésimo		0.001
1000 ⁻²	10 ⁻⁶	micro	μ	Millonésimo		0.000 001
1000 ⁻³	10 ⁻⁹	nano	n	Billonésimo	Milillonésimo	0.000 000 001
1000 ⁻⁴	10 ⁻¹²	pico	p	Trillonésimo	Billonésimo	0.000 000 000 001
1000 ⁻⁵	10 ⁻¹⁵	femto	f	Cuatrillonésimo	Milbillonésimo	0.000 000 000 000 001
1000 ⁻⁶	10 ⁻¹⁸	atto	a	Quintillonésimo	Trillonésimo	0.000 000 000 000 000 001
1000 ⁻⁷	10 ⁻²¹	zepto	z	Sextillonésimo	Miltrillonésimo	0.000 000 000 000 000 000 001
1000 ⁻⁸	10 ⁻²⁴	yocto	y	Septillonésimo	Cuatrillonésimo	0.000 000 000 000 000 000 000 001

ANEXO C: PLANO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

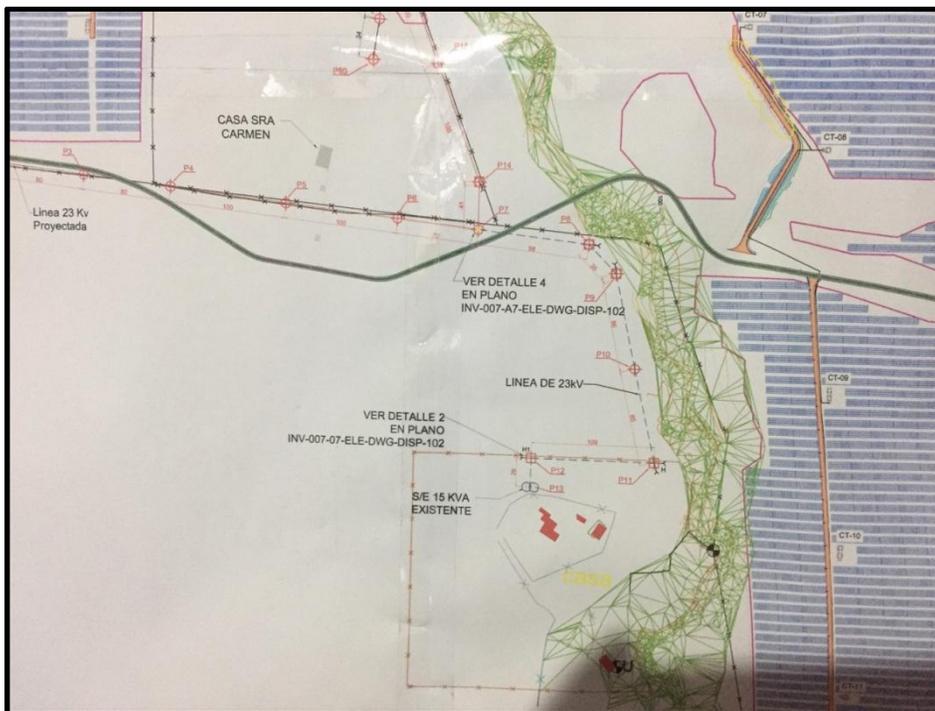






TABLA DE LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS LINEA 23KV

ITEM	NOMBRE ESTRUCTURAS	ESTE [m]	NORTE [m]	ELEVACIÓN TERRENO [m]	VANO ADELANTE [m]	DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS
1	P17	287944.1382	6403958.7006	64	30	ANCLAJE TIPO H1
2	P0	287973.8501	6403954.5974	64	100	ANCLAJE TIPO H1
2	P1	288073.1582	6403942.8774	65	90	PORTANTE
3	P2	288162.5313	6403932.2859	66	80	PORTANTE
4	P3	288241.9367	6403922.5424	68	80	PORTANTE
5	P4	288321.3927	6403913.2134	71	100	PORTANTE
6	P5	288420.7199	6403901.6556	70	100	PORTANTE
7	P6	288520.0706	6403890.2844	71	72	PORTANTE CON DERIVACIÓN
8	P7	288591.5684	6403881.7400	72	98	ANCLAJE
9	P8	288688.8775	6403870.3651	74	35	ANCLAJE
10	P9	288713.4882	6403845.471	73	86	PORTANTE
11	P10	288733.015	6403761.6582	73	85	PORTANTE
12	P11	288752.2959	6403678.8904	74	109	ANCLAJE TIPO H
13	P12	288643.3037	6403678.8086	73	26	ANCLAJE TIPO H1
14	P13 (S/E EXISTENTE)	288643.3024	6403652.811	74	-	PORTANTE
15	P16 (S/E NUEVA)	288519.336	6404114.6508	69	100	REMATE
16	P15	288554.5965	6404021.0801	71	105	PORTANTE
17	P14	288591.6253	6403922.7725	73	41	ANCLAJE

CUADRO DE SÍMBOLOS

ANEXO D: ESPECIFICACIONES TECNICAS PANEL FOTOVOLTAICO

No. de Modelo	CS6X-310P	CS6X-315P	CS6X-320P	CS6X-325P
Garantía				
Garantía de producto	10 Años			
Garantía de energía	10 años de 90% potencia de salida, 25 años de 80% potencia de salida			
Características Eléctricas en STC				
Potencia máxima (Pmax)	310 Wp	315 Wp	320 Wp	325 Wp
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax)	36.4 V	36.6 V	36.8 V	37 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	8.52 A	8.61 A	8.69 A	8.78 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	44.9 V	45.1 V	45.3 V	45.5 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.08 A	9.18 A	9.26 A	9.34 A
Eficiencia	16.16 %	16.42 %	16.68 %	16.94 %
Tolerancia de potencia (+)	+ 1.5 %	+ 1.5 %	+ 1.5 %	+ 1.5 %

Características Eléctricas en NOCT				
Potencia máxima (Pmax)	228 Wp	231 Wp	235 Wp	239 Wp
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax)	33.5 V	33.7 V	33.9 V	34 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	6.8 A	6.87 A	6.94 A	7.01 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	41.8 V	42 V	42.2 V	42.4 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7.33 A	7.41 A	7.48 A	7.54 A
Temperatura	43±2 °C	43±2 °C	43±2 °C	43±2 °C
	<i>Temperatura en condiciones normales de operación (NOCT): 800W/m², AM 1.5, velocidad del viento de 1m/s, temperatura ambiente de 20°C</i>			
Características Térmicas				
Rango de Temperatura	-40-85 °C			
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.41 %/°C			
Coefficiente de temperatura de Voc	-0.31 %/°C			
Coefficiente de temperatura de Isc	0.053 %/°C			

Parámetros del Sistema	
Tensión máxima del sistema	1000 V
Limite de corriente	15 A
Características Mecánicas	
Dimensiones (A/A/F) 	1954x982x40 mm
Peso	22 kg
Tipo de células	Policristalino
Tamaño de las células	156×156 mm
Numero de células	72
tipo de vidrio	templado
grosor de vidrio	3.2 mm
Tipo de Trama	aleación de aluminio anodizado
No. de diodos Bypass incorporados	3
Caja de protección de uniones	IP 67
Cables	4 mm ²
Largo de cable	1150 mm

ANEXO E: ORDENES DE TRABAJO (OTS)**PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO**

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Alta.

Clasificación 1: Limpieza

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **2 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración por día: **5 h 00 m**

Clasificación 1: **Inspeccion.**

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Aplicar agua en la superficie del panel.
- Utilizando un limpiavidrios, sacar la suciedad que pueda encontrarse.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.
- Protección solar.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Limpiavidrios	1	2	Herramientas
Agua	1	Litros	Herramientas
Mecánico	5h 00 m	Hr	Mano de obra

INSPECCION VISUAL DE POSIBLES DEGRADACIONES

Localizacion: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Baja.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **60 días**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **5 h 00 m**

Clasificación 1: **Inspeccion**

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Protección solar.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

5h 00 m

Hr

Mano de obra

CONTROL DE TEMPERATURA DEL PANEL

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Baja.

Clasificación 1: Control

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **3 meses**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **5 h 00 m**

Clasificación 1: **Inspección**

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Protección solar.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

5h 00 m

Hr

Mano de obra

SISTEMA DE MONITORIZACION DE LA INSTALACIÓN SOLAR

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Control.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Control.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Control**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Protección solar.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Termometro inflarrojo	1	2	Herramienta

SISTEMA DE MONITORIZACION DE LA INSTALACIÓN SOLAR

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Baja.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Protección solar.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Llave punta corona de ajuste	1	4	Herramienta

CAJAS DE CAMPO SSM

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Protección solar.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Destornilladores	1	2	Herramienta
Termometro inflarrojo	1	1	Herramienta

CAJAS CENTRALES SMBC

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales:

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobar que el cableado de la caja SMBC está fijamente atornillado.
- Comprobar el correcto anclaje de la caja a la pared de la caseta y horizontalidad de la caja, asegurándose de que la tornillería está correctamente apretada (comprobando el par de apriete si es necesario), sustituyendo algún elemento de fijación si se encuentra en mal estado.
- Comprobar si la carcasa presenta daños y las puertas del armario de distribución, así como el mecanismo de la puerta están estancas y asientan bien.
- Comprobar si están estancos los pasos de los cables de conexión o si presentan suciedad y daños.
- Comprobar en el cableado completo que está eliminada la tracción.
- Comprobar si se ha acumulado agua de condensación en el equipo.
- Comprobar las fijaciones de las cubiertas de plexiglás situadas por encima de los fusibles String.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Destornilladores

1

2

Herramienta

Termometro inflarrojo	1	1	Herramienta
------------------------------	----------	----------	--------------------

INVERSORES

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Alta.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenimiento 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días.

Frecuencia: **1 mes**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

E.P.P.:

- Overol.
- Protección solar.
- Guantes.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Netbook para registro

1

1

Herramienta

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenimiento 2

Mantenimiento Básico.

Armazón: Limpieza.

Duración tarea: 5 días.

Frecuencia: **1 mes**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Limpieza**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

E.P.P.:

- Overol.
- Gafas
- Guantes.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Escobilla manual	1	1	Herramienta
Aspiradora	1	1	Herramienta

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenimiento 3

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días.

Frecuencia: **1 mes**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **Si**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.

- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

E.P.P.:

- Overol.
- Gafas
- Guantes.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Escobilla manual	1	1	Herramienta
Termometro Infrarrojo	1	1	Herramienta
Destornillador	1	2	Herramienta

SISTEMA DE MONITORIZACION

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Alta.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenición 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **1 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Supervisión visual de los distintos equipos a través del PC, es decir, controlar los parámetros de producción (tensión, intensidad, potencia, etc.) registro de alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de aviso de alarmas. Para ello se enviará un mensaje de prueba al dispositivo móvil o correo electrónico configurado.

E.P.P.:

- Overol.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Computador	1	1	Herramienta

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Revisión de las conexiones de los distintos elementos, tarjetas, sensores, Router, PC, etc.
- Comprobación de todos los sensores, cerciorándose de que se encuentran en buen estado y no presentan síntomas de deterioro o roturas. En caso necesario, sustituir estos.

E.P.P.:

- Overol.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Computador	1	1	Herramienta

TRANSFORMADOR

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Alta.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **1 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Aspiradora

1

1

Herramienta

Compresor portatil

1

1

Herramienta

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2.

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Compresor portatil	1	1	Herramienta
Filtros	1	2	Repuestos

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 3.

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.
- Comprobar los aislamientos MT/masa, BT/masa y MT/BT.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.

- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Compresor portatil	1	1	Herramienta
Filtros	1	2	Repuestos
Termometro inflarrojo	1	1	Herramienta
Destornilladores	1	2	Herramienta

CELDAS DE MT

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenición 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 4 días

Frecuencia: **1 meses**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Compresor portatil	1	1	Herramienta
Bayetas o paños	1	2	Herramientas

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2.

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Verificar el estado de las protecciones (seccionadores, fusibles, etc) y sustituir aquellos elementos que presenten síntomas de estar en mal estado.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Destonilladores	1	2	Herramienta

LINEA ELECTRICA

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenición 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación del estado de los bornes de abroche de la línea general de alimentación en la CGP, mediante inspección visual.
- Abrir las arquetas de registro y comprobar el estado de empalmes y conexiones (sulfatación de contactos, óxido, etc.) sustituir las terminaciones en caso de síntomas de deterioro de las mismas.
- Comprobación del aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

PROTECCIONES DE LA INSTALACION SOLAR

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **3 meses**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Inspección visual de mecanismos interiores para posible detección de anomalías visibles y dar aviso al profesional.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 10 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales mediante el siguiente procedimiento:
 - Acción manual sobre el botón de prueba que incluye el propio interruptor diferencial.
 - Desconexión automática del paso de la corriente eléctrica mediante la recuperación de la posición de reposo (0) de mando de conexión desconexión.
 - Acción manual sobre el mismo mando para colocarlo en su posición de conexión (1) para recuperar el suministro eléctrico.
 - Comprobación del funcionamiento de todos los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.

- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores magneto térmicos. Cuando por sobre intensidad o cortocircuito saltara un interruptor magneto térmico habría que actuar de la siguiente manera:
 - Desconexión de aquel receptor eléctrico con el que se produjo la avería o, en su caso, desconectar el correspondiente interruptor.
 - Rearme (o activado) del magneto térmico del fallo para recuperar el suministro habitual.
 - Revisión del receptor eléctrico que ha originado el problema o, en su caso, comprobación de que su potencia es menor que la que soporta el magneto térmico.
- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores, reparándose los defectos encontrados.
- Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.
- Limpieza superficial de los mecanismos, siempre con bayetas secas y preferiblemente con desconexión previa de la corriente eléctrica.
- Comprobación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen, reparándose los defectos encontrados.
- Revisión de la rigidez dieléctrica entre los conductores.
- Revisión general de la instalación. Todos los temas de cableado son exclusivos de la empresa autorizada.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Bayetas o paños	1	2	Herramientas

PUESTA A TIERRA

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- En la época en que el terreno esté más seco y después de cada descarga eléctrica, comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra (masas metálicas, enchufes, neutros de los equipos, etc.).
- Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas. Reparación de los defectos encontrados.
- Comprobación de que el valor de la resistencia de tierra sigue siendo inferior a 20. En caso de que los valores obtenidos de resistencia a tierra fueran superiores al indicado, se suplementarán electrodos en contacto con el terreno hasta restablecer los valores de resistencia a tierra de proyecto.
- Comprobación del aislamiento de la instalación interior (entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 250.000 Ohm). Se reparan los defectos encontrados.
- Comprobación del conductor de protección y de la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, especialmente si se han realizado obras en aseos, que hubiesen podido dar lugar al corte de los conductores. Reparación de los defectos encontrados.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.

Compresor portatil	1	1	Herramienta
---------------------------	----------	----------	--------------------

INSTALACION ELECTRICA

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 7 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Inspección visual para comprobar el buen estado de los enchufes a través del buen contacto con las espigas de las clavijas que soporte y de la ausencia de posibles fogueados de sus alvéolos.
- Limpieza superficial de los enchufes con un trapo seco.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores y bases de enchufe de la instalación, reparándose los defectos encontrados.
- Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Bayeta o paño seco	1	2	Herramienta

ILUMINACIÓN

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Media.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Limpieza de las lámparas, preferentemente en seco.
- Limpieza de las luminarias, mediante paño humedecido en agua jabonosa, secándose posteriormente con paño de gamuza o similar.
- Revisión de las luminarias y reposición de las lámparas por grupos de equipos completos y áreas de iluminación.

Para el mantenimiento de las instalaciones de iluminación se tomarán las siguientes precauciones:

- Desconectar el interruptor automático correspondiente a la instalación que se desea verificar.
- No tocar las luminarias hasta que no estén totalmente frías, debido al alto riesgo de quemaduras.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.

- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Bayeta o paño seco	1	2	Herramienta

VENTILACIÓN

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Alta.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenición 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Observación del estado de las rejillas y limpieza de las mismas.
- Realización de labores de limpieza y verificación del estado del ventilador, además de la sustitución o limpieza de filtros, si los posee.
- Comprobación del funcionamiento adecuado del ventilador.
- Inspección visual del estado del ventilador.
- Verificación de los elementos anti vibratorios del ventilador, así como los conductos elásticos de unión con los conductos de ventilación.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.

- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Bayeta o paño seco	1	2	Herramienta
Filtros	1	2	Repuesto
Compresor portatil	1	1	Herramienta

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Alta**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **Si**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Limpieza de las rejillas.
- Comprobación de las conexiones eléctricas y reparación de los defectos encontrados.
- Limpieza del ventilador, eliminando aquellos elementos que se hayan podido fijar sobre él, con cuidado de que no caigan restos al interior de los conductos.

Para las operaciones de limpieza se utilizarán productos que no dañen ni las rejillas ni ventiladores, así mismo, se tomarán las precauciones necesarias cuando se realicen trabajos con riesgo eléctrico.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Bayeta o paño seco	1	2	Herramienta
Compresor portatil	1	1	Herramienta

EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Baja.

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **3 meses**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación de su accesibilidad, el buen estado de conservación, seguros, precintos, inscripciones y manguera.
- Comprobación del estado de carga (peso y presión) del extintor y del botellín de gas impulsor (si existe) y el estado de las partes mecánicas (boquilla, válvulas y manguera), reponiéndolas en caso necesario.
- Comprobación de la accesibilidad, señalización y buen estado aparente de conservación.
- Inspección ocular de seguros, precintos e inscripciones.
- Comprobación del peso y presión, en su caso.
- Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula y manguera).

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 2

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **6 meses**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Comprobación del peso y presión, en su caso.
- En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión, comprobación del buen estado del agente extintor y del peso y aspecto externo del botellín.
- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados

Cantidad

Unidad

Tipo

Mecánico

8h 00 m

Hr

Mano de obra

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantención 3

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 5 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Re timbrado del extintor, a partir de la fecha de timbrado, y por tres veces.
- Como norma general, tomar las siguientes precauciones:

- No cambiar la posición de los extintores ya que están ubicados conforme a la normativa vigente y cualquier otro emplazamiento podría suponer un obstáculo para el personal.
- No retirar el precinto de seguridad del extintor si no es para usarlo acto seguido.
- Seguir las instrucciones del fabricante de los mismos.
- En caso de usar un extintor, este se recargará inmediatamente.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra

ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Localización: \Planta fotovoltaica Doña Carmen\ La Ligua

Equipo padre:

Prioridad: Baja

Clasificación 1: Inspección.

Clasificación 2:

Centro de costo:

Actividades rutinarias.

Notas generales: Mantenición 1

Mantenimiento Básico.

Armazón: Inspección.

Duración tarea: 3 días

Frecuencia: **1 año**

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: **8 h 00 m X** Clasificación 1: **Inspección**

DIA

Requiere Paro: **No**

Clasificación 2:

Procedimiento:

- Limpieza de las lámparas, preferentemente en seco.
- Limpieza de las luminarias, mediante paño humedecido en agua jabonosa, secándose posteriormente con paño de gamuza o similar.

- Revisión de las luminarias y reposición de las lámparas por grupos de equipos completos y áreas de iluminación.

E.P.P.:

- Overol.
- Guantes.
- Gafas.
- Bototos de seguridad.

No. Parte: recursos asociados	Cantidad	Unidad	Tipo
Mecánico	8h 00 m	Hr	Mano de obra
Aspiradora	1	1	Herramienta
Bayeta o paño seco	1	2	Herramienta

ANEXO G: COTIZACIÓN EPP PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

www.sodimac.cl/sodimac-cj/product/3275726/Bota-de-seguridad-Exportadora-PVC-No39-Bata-Industrials

SODIMAC Inicio sesión / Registrarse

Bota de seguridad Exportadora PVC No39 Bata Industrials
SKU: 327572-6



Precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Cerrillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 15.290 PAR
Ahorra: 101 CMR Puntos

Cantidad: 1 [Agregar al carrito](#) [Agregar a mi lista](#)

Calcula el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$15.290	1	\$ 15.290

CAE: 0,00%

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

www.sodimac.cl/sodimac-cj/product/350273/Bota-de-seguridad-Nº-41-Concorde

SODIMAC Inicio sesión / Registrarse

Bota de seguridad Nº 41 Concorde
SKU: 35027-3



Precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Cerrillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 11.990 PAR
Ahorra: 102 CMR Puntos

Talla: 41

Cantidad: 1 [Agregar al carrito](#) [Agregar a mi lista](#)

Calcula el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$11.990	1	\$ 11.990

CAE: 0,00%

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

www.sodimac.cl/sodimac-cj/product/1324691/Casco-de-seguridad-plus-azul-Proseg

SODIMAC Inicio sesión / Registrarse

Casco de seguridad plus azul Proseg
SKU: 132460-1



Precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Cerrillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 2.090 CIU
Ahorra: 13 CMR Puntos

Cantidad: 1 [Agregar al carrito](#) [Agregar a mi lista](#)

Calcula el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$2.090	1	\$ 2.090

CAE: 0,00%

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

www.sodimac.cl/sodimac-cj/product/1141899/Casco-seguridad-con-roller-blanco-Proseg

SODIMAC Inicio sesión / Registrarse

Casco seguridad con roller blanco Proseg
SKU: 114189-9



Precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Cerrillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 1.990 CIU
Ahorra: 10 CMR Puntos

Cantidad: 1 [Agregar al carrito](#) [Agregar a mi lista](#)

Calcula el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$1.990	1	\$ 1.990

CAE: 0,00%

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/330136/Chaleco-Citylux-reflectivo

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Chaleco Citylux reflectivo Vicsa

SKU: 300154



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 3.990 CUI
Aproximado: 100.000 Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de la cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$3.990	CAE: 0,00%	1	\$ 3.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/304933/Lente-de-seguridad-Spy-Claro-Redline

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Lente de seguridad Spy Claro Redline

SKU: 8443-0



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 2.690 CUI
Aproximado: 17.000 Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de la cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$2.690	CAE: 0,00%	1	\$ 2.690

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/214576/Lente-Seg-Spy-Flex-Gris-Redline/214576

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Lente Seg Spy Flex Gris Rline Redline

SKU: 21457-0



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 1.990 CUI
Aproximado: 14.000 Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de la cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$1.990	CAE: 0,00%	1	\$ 1.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/200928/Overol-Poliest-C/Cinta-Azul-XI-Redline

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Overol Poliést C/Cinta Azul XI Redline

SKU: 200918-0



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 9.990 CUI
Aproximado: 95.000 Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de la cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$9.990	CAE: 0,00%	1	\$ 9.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/2494205/Protector-Solar-SPF50-1L/2494205

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Protector Solar SPF50 1L Prosolar

SKU: 244320-0



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 13.990 CUI
Aproximado: 100.000 Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de la cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$13.990	CAE: 0,00%	1	\$ 13.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/2130213/Pro-Pack-200Pares-Tapon-1100

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Pro Pack 200Pares Tapon 1100 3M

SKU: 213021-0



Precio promocional a tarifa Sodelmas Homocenter Certificados.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o metro.

\$ 26.990 C/U

Asesorías: 100 D&R Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR	N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$20.990 CAE: 8,00%	1	\$ 20.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/1163671/Traje-impermeable-antidesgarro-Strom-T50-talla-M/1163671

SODIMAC Inicio sesión Registrarse

Traje impermeable antidesgarro Strom T50 talla M FG Safety

SKU: 116367-1



Precio promocional a tarifa Sodelmas Homocenter Certificados.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o metro.

\$ 16.290 C/U

Asesorías: 100 D&R Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR	N° de cuotas	Valor cuotas
Cuota Total Crédito: \$16.290 CAE: 8,00%	1	\$ 16.290

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

ANEXO H: COTIZACIÓN HERRAMIENTAS PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/128120/Alicate-cortante-4.5-128120

SODIMAC Inicio sesión Realizar

Alicate cortante 4,5" Redline
SKU: 128120



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o venta.

\$ 4.390 DSP/L
Acumulas 20 CMR Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Costo Total Crédito: \$4.390	CAE: 6,00%	1	\$ 4.390

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/171247/Alicate-multifuncion-electrico-8-funciones-171247

SODIMAC Inicio sesión Realizar

Alicate multifuncion eléctrico 8 funciones Redline
SKU: 171247



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o venta.

\$ 16.490 C/U
Acumulas 100 CMR Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Costo Total Crédito: \$16.490	CAE: 6,00%	1	\$ 16.490

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/10942/Alicate-punta-6-pulgadas-10942

SODIMAC Inicio sesión Realizar

Alicate punta 6 pulgadas Karson
SKU: 10942



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o venta.

\$ 3.390 C/U
Acumulas 22 CMR Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Costo Total Crédito: \$3.390	CAE: 6,00%	1	\$ 3.390

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/1416375/Alicate-Universal-7-1416375

SODIMAC Inicio sesión Realizar

Alicate Universal 7" Stanley
SKU: 1416375



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o venta.

\$ 5.590 C/U
Acumulas 27 CMR Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR		N° de cuotas	Valor cuotas
Costo Total Crédito: \$5.590	CAE: 6,00%	1	\$ 5.590

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/532630/Alto-3.55m-escala-articulada-aluminio-12-peldaños-Redline

SODIMAC Inicio sesión / Realizaste

Alto 3,55m escala articulada aluminio 12 peldaños Redline

SKU: 53263-0



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retirar.

\$ 48.990 CUI

Almacén: 220 CMR Puntas

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$48.990
CAE: 0,00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 48.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/177997/Amperimetro-tenaza-Rhona

SODIMAC Inicio sesión / Realizaste

Amperimetro tenaza Rhona

SKU: 17799-7



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retirar.

\$ 40.790 CUI

Almacén: 211 CMR Puntas

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$40.790
CAE: 0,00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 40.790

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/640115/Extintor-de-incendios-multipropósito-ABC-4-kilos-Fire-Master

SODIMAC Inicio sesión / Realizaste

Extintor de incendios multipropósito ABC 4 kilos Fire Master

SKU: 64011-8



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retirar.

\$ 35.990 CUI

Almacén: 220 CMR Puntas

Producto en otro sitio

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$35.990
CAE: 0,00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 35.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/971634/Huinchu-medir-8-metros-Stanley

SODIMAC Inicio sesión / Realizaste

Huinchu medir 8 metros Stanley

SKU: 97163-4



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retirar.

\$ 7.890 CUI

Almacén: 12 CMR Puntas

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$7.890
CAE: 0,00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 7.890

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/274812/Juego-Dados-Chicharra-3/8-11-Piezas-Redline

SODIMAC Inicio sesión / Realizaste

Juego Dados Chicharra 3/8" 11 Piezas Redline

SKU: 27481-2



Precio correspondiente a tienda Sodimac Homecenter Cerillos. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retirar.

\$ 12.290 CUI

Almacén: 81 CMR Puntas

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$12.290
CAE: 0,00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 12.290

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

Imagen

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/81229/Llave-punta-corona-con-chicharra-13-mm-81229

SODIMAC Inicio sesión / Realizar pedido

Llave punta corona con chicharra 13 mm Redline

SKU: 81229



El precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Central. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o envío.

\$ 4.690 CUI
Agrupados: 31 CMR Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$4.690	1	\$ 4.690
CAE: 0,00%		

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/81215/Llave-punta-corona-con-chicharra-14-mm-81215

SODIMAC Inicio sesión / Realizar pedido

Llave punta corona con chicharra 14 mm Redline

SKU: 81215



El precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Central. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o envío.

\$ 4.990 CUI
Agrupados: 33 CMR Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$4.990	1	\$ 4.990
CAE: 0,00%		

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/3370682/Orilladora-122-cc-3370682

SODIMAC Inicio sesión / Realizar pedido

Orilladora 122 cc Husqvarna

SKU: 337068-2



El precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Central. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o envío.

\$ 129.990 CUI
Agrupados: 855 CMR Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$129.990	1	\$ 129.990
CAE: 0,00%		

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas No Disponible

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/735495/Pala-punta-huevo-735495

SODIMAC Inicio sesión / Realizar pedido

Pala punta huevo Plasmot

SKU: 73549-X



El precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Central. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o envío.

\$ 7.190 CUI
Agrupados: 47 CMR Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$7.190	1	\$ 7.190
CAE: 0,00%		

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/151317/Picota-5Lb-con-mango-fibra-151317

SODIMAC Inicio sesión / Realizar pedido

Picota 5Lb con mango fibra Redline

SKU: 15131-7



El precio corresponde a tienda Sodimac Homecenter Central. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o envío.

\$ 19.490 CUI
Agrupados: 129 CMR Puntos

Cantidad: 1 Agregar a mi lista

Cálculo el valor de tu cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$19.490	1	\$ 19.490
CAE: 0,00%		

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tiendas Ver tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/172366/Rastrillo-contruccion-metalico-Plasmet

SODIMAC Inicia sesión / Registrarse

Rastrillo construcción metálico Plasmet

SKU: 372954



Preso correspondiente a tarifa **Sodimac Homecenter Central**. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de destino o venta.

\$ 7.990 C.U
Acreditado: 53 CARP Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de la cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$7.990	1	\$ 7.990

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tienda Ver tiendas

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/188705/Set-6-Atornilladores-Stanley

SODIMAC Inicia sesión / Registrarse

Set 6 Atornilladores Stanley

SKU: 68504



Preso correspondiente a tarifa **Sodimac Homecenter Central**. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de destino o venta.

\$ 4.750 C.U
Acreditado: 31 CARP Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de la cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$4.750	1	\$ 4.750

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tienda Ver tiendas

Es seguro | <https://www.veto.cl/temperatura-y-humedad/termometro-infrarrojo/rango-temperatura-40-100-000203.html>

veto INICIO SERVICIOS DISTRIBUIDORES BLOG CONTACTENOS CATALOGO

ME CATEGORIAS Todas las categorías Buscar

TERMOMETRO INFRARROJO, DETECTOR DE MOHO

INICIO / TEMPERATURA Y HUMEDAD / TERMOMETROS / INFRARROJOS / TERMOMETRO INFRARROJO, DETECTOR DE MOHO



TERMOMETRO INFRARROJO, DETECTOR DE MOHO
CÓDIGO: 10000203
\$195.390
Disponibilidad: En existencias

Puntiro láser dual, detector de moho. Rango temperatura aire y superficie: -10 + 250 °C. Rango punto de rocío: -10 + 150 °C. Humedad relativa: 0 + 100%. Campo visión 12:1. Emisión: Tipo E:99

Productos Relacionados

- Certificado de Conformidad **\$19.290**
- LAB. DE CALIBRACIÓN NO-HSO 17025 OCCDS
- PLUETA EN MARCHA. Potencia en marcha su proyecto
- SERVICIO TÉCNICO. Reparación, mantenimiento y reparación

www.sodimac.cl/sodimac-cv/product/1490395/Tester-3-en-1-Redline

SODIMAC Inicia sesión / Registrarse

Tester 3 en 1 Redline

SKU: 148250-0



Preso correspondiente a tarifa **Sodimac Homecenter Central**. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de destino o venta.

\$ 35.590 C.U
Acreditado: 207 CARP Puntos

Cantidad: 1

Calcula el valor de la cuota CMR		
Cuota Total Crédito	N° de cuotas	Valor cuotas
\$35.590	1	\$ 35.590

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

- Despacho a domicilio Ver opciones
- Retiro en tienda Ver opciones
- Disponibilidad en tienda Ver tiendas

ANEXO I: COTIZACIÓN VEHÍCULOS PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm

Ingresar a Mi SII

Sii Servicio de Impuestos Internos

Mi SII Servicios online Ayuda Contacto

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO
 En esta opción usted encontrará la Tabla de Vida Útil de los bienes físicos del activo inmovilizado fijada por el Servicio de Impuestos Internos para los bienes existentes al 31-12-2002.

L). Sector Sanitario

	AÑOS DE VIDA ÚTIL	
	NORMAL	ACCELERADA
2) MAQUINARIAS Y EQUIPOS		
De oficina	10	3
De casino	10	3
De procesamiento de datos	10	3
De laboratorio, médicos y dentales	10	3
De construcción	10	3
Industriales	20	6
De producción	7	2
Herramientas livianas	5	1
3) VEHÍCULOS		
a) De Administración		
Camiones	7	2
Camionetas, furgones, automóviles, microbuses y similares	10	3
b) De Producción		
Camiones y vehículos grúa	7	2
Camionetas, furgones, automóviles y similares	7	2
Tractores, motoniveladoras, retroexcavadoras	10	3

Toyota Hilux » Cotiza pre X

https://www.autosonline.cl/autos-nuevos/toyota/hilux

DUMAY

Mazda Suzuki

MAZDA Great Wall

COTIZA AQUÍ

Toyota Hilux - Nuevo 2018 en Chile



Precio desde ~~\$16.101.100~~
\$13.911.100
 Ahorro: \$1.190.000
 (información, precios, bonos, e imágenes son referenciales, cotizar y confirmar)

COTIZAR CONCESIONARIO ONLINE OFERTAS CONTADO O CREDITO

REVISAR AQUÍ MAS MODELOS TOYOTA NUEVOS

Toyota Hilux
 Información de la nueva Toyota Hilux Chile

La nueva Hilux busca redefinir la palabra "fuerte" con su atractivo diseño. Combina una apariencia atractiva con su funcionalidad. Una pickup cuenta con unas necesidades particulares para definir un nivel de performance superior.



RENAULT NUEVOS

RENAULT BILBAO

RENAULT new **Clio** 2018 ¡IMPERDIBLE!



Click aquí
 www.sdn.cl

ANEXO J: COTIZACIÓN EQUIPOS DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

www.aquitosolar.cl/23-baterias-energia-solar

BATERIAS Hay 34 productos

ordenar por: precio: más caros primero

BATERIA CICLO PROFUNDO 12V 250AH C10 VRLA AGM...
 Ref.: BATLP12250
 Batería ELTRIK modelo LP12-250. Ciclo Profundo VRLA AGM, sellada, libre de mantenimiento. Ideal para respaldo de...

A pedido \$ 400.399
 Comprar Seleccionar Ver

BATERIA CICLO PROFUNDO 12V 250AH VRLA AGM
 Ref.: BAT12250CU
 Batería ciclo profundo sellada libre de mantenimiento. Ideal para sistemas fotovoltaicos.

A pedido \$ 400.399
 Comprar Seleccionar Ver

MI CARRO
 No hay productos
 Envío \$ 0
 Total \$ 0
 Proceder

LISTA DE SELECCIONADOS
 Acceso directo a mis listas de seleccionados
 Mis Listas

PROMOCIONES
 AMPOLLETA LED E27 9W 220V LUZ CALIDA

www.aquitosolar.cl/16-controladores-carga-solar

CONTROLADORES Hay 47 productos

Los controladores de carga solar son un componente esencial para los sistemas fotovoltaicos con almacenamiento en baterías. Estos administran la energía desde y hacia las baterías evitando sobrecargas y descargas excesivas que puedan dañar su vida útil.

CONTROLADOR DE CARGA VICTRON BLUESOLAR MPPT 150/85
 Ref.: CC15085VTT
 Controlador de carga MPPT, marca Victron Energy. Apto para sistemas fotovoltaicos de 12/24/48V. Selección automática.

A pedido \$ 703.000
 Comprar Seleccionar Ver

CONTROLADOR DE CARGA VICTRON SMARTSOLAR MPPT...
 Ref.: S\$150100VE
 Controlador de carga MPPT 150V 100A, marca Victron Energy. Apto para sistemas fotovoltaicos de 12/24/48V. Selección automática...

A pedido \$ 703.000
 Comprar Seleccionar Ver

MI CARRO
 No hay productos
 Envío \$ 0
 Total \$ 0
 Proceder

LISTA DE SELECCIONADOS
 Acceso directo a mis listas de seleccionados
 Mis Listas

PROMOCIONES
 AMPOLLETA LED GU10 4W 220V LUZ FRIA

www.cosmoplas.cl/img/catalogo-digital.pdf

ENERGÍAS RENOVABLES

SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y MONTAJE PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS
 MARCA: JEAN MUELLER (ALEMANIA) / HOLLY (R.P.C.)
 MODELOS: FUSIBLES DC
 APLICACIÓN: PROTECCIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICO
 UNIDAD DE VENTA: UNITARIO

SISTEMAS DE MONTAJE PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS
 MARCA: JURCHEN (ALEMANIA)
 APLICACIÓN: MONTAJE SISTEMA FOTOVOLTAICO
 UNIDAD DE VENTA: UNITARIO

CÓDIGO	TIPO	CARACTERÍSTICAS	USD NETO	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS	USD NETO
224111	FH-12	FUSIBLE FV 12A 1000V 10X38 GPV	11	224447	RIEL CONSTRUCCIÓN 47 X 30, LONGITUD 5.800MM	90
224114	PV-FB	PORTAFUSIBLE 10X38 GPV 1000V	15	224443	RIEL CONSTRUCCIÓN 47 X 30, LONGITUD 6.200MM	102
224400	FUSIBLE-NH	10A/500V-GR	19	224490	UNIÓN PARA CONECTAR DOS RIELES	9
224404	FUSIBLE-NH	20A/500V-GR	20	224510	KIT SUJETADOR DE PANEL	5
224419	FUSIBLE-NH	25A/500V-GR	20	224511	KIT SEPARADOR DE PANELES	5
224406	FUSIBLE-NH	32A/500V-GR	20	224512	KIT FIJADOR PARA TECHOS PLANCHAS Y ZINC	12
224410	FUSIBLE-NH	50A/500V-GR	24			
224408	FUSIBLE-NH	40A/500V-GR	24			
224402	FUSIBLE-NH	16A/500V-GR	25			

* DOS PERFILES DE 6.200MM SIVEN PARA MONTAR 6 PANELES DE 60 CELDAS, (1.962X962X40MM). FALTA INCLUIR PERNERÍA DE LOS KITS SUJETADORES Y SEPARADORES DE PANELES.

www.aquitosolar.cl/inversores-energia-solar

AquiTo solar

Atn.: Lun a Vie, 9:30-13:30 y 15:30-18:30 hrs.
Fono Servicio al Cliente: +56 2 2245 3013. Email: sac@aquitosolar.cl

Inicio | contacto | mapa del sitio | ubicación | proyectos | servicios | Mi Cuenta | Carro: (vacío) | Bienvenido | Acceder

CATEGORÍAS

- KITS
- OFERTAS
- LUCES LED
- NET BILLING
- CARGADORES
- PANELES FOTOVOLTAICOS
- INVERSORES**
- Inversores Off-Grid
- Inversores On-Grid
- Inversores/Cargadores
- CONTROLADORES
- BATERÍAS
- CABLES
- CONECTORES
- AUTOMÁTICOS
- HERRAMIENTAS
- MEDIDORES
- MONTAJE
- TRANSFORMADORES
- SERVICIOS

Inicio > INVERSORES

INVERSORES Hay 57 productos

Los inversores fotovoltaicos convierten la energía de corriente continua en corriente alterna. Existen los inversores que se conectan directo a la red eléctrica y los que se utilizan para suministrar energía a artefactos electrónicos.

Subcategorías

- Inversores Off-Grid
- Inversores On-Grid
- Inversores/Cargadores

ordenar por: precio, más caros primero

INVERSOR ON GRID TRIFASICO SMA STP 2500TL-30

Ref: INVSTP25TL

El Sunny Tripower es un inversor fotovoltaico en transformador con dos seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) que transforma la...

A pedido \$ 4.737.787

Comprar Seleccionar Ver

INVERSOR AISLADO SMA SUNNY ISLAND 8.0H

Ref: INVSI80T

Sunny Island 8.0H Sencillo, Robusto y Flexible. Ideal para instalaciones fotovoltaicas aisladas.

A pedido \$ 4.342.838

Comprar Seleccionar Ver

MI CARRO

No hay productos

Envío Total \$ 0 \$ 0

Proceder

LISTA DE SELECCIONADOS

Acceso directo a mis listas de seleccionados.

Mis Listas

PROMOCIONES

AMPOLLETA LED E27 5W 12V LUZ FRÍA

\$6.800 (-20%) \$ 5.440

www.aquitosolar.cl/paneles-fotovoltaicos/532-PVPP260CA.html

AquiTo solar

Atn.: Lun a Vie, 9:30-13:30 y 15:30-18:30 hrs.
Fono Servicio al Cliente: +56 2 2245 3013. Email: sac@aquitosolar.cl

Inicio | contacto | mapa del sitio | ubicación | proyectos | servicios | Mi Cuenta | Carro: (vacío) | Bienvenido | Acceder

CATEGORÍAS

- KITS
- OFERTAS
- LUCES LED
- NET BILLING
- CARGADORES
- PANELES FOTOVOLTAICOS
- INVERSORES**
- CONTROLADORES
- BATERÍAS
- CABLES
- CONECTORES
- AUTOMÁTICOS
- HERRAMIENTAS
- MEDIDORES
- MONTAJE
- TRANSFORMADORES
- SERVICIOS

Inicio > PANELES FOTOVOLTAICOS > PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO POLICRISTALINO 260W CANADIAN CS6P

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO POLICRISTALINO 260W CANADIAN CS6P

Panel Canadian Solar de 260W ideal para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo e inyección a la red. Certificados SEC. Protección para zonas costeras.

Más detalles

\$ 210.154 IVA incluido

Ref: PVPP260CA

Cant: 1

Stock: Producto a pedido. Contáctenos para conocer plazos de entrega.

Comprar Seleccionar

MI CARRO

No hay productos

Envío Total \$ 0 \$ 0

Proceder

LISTA DE SELECCIONADOS

Acceso directo a mis listas de seleccionados.

Mis Listas

ANEXO K: SUELDOS TRABAJADORES PARA COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

ESPECIALIDAD	CARGO	REMUNERACIÓN MENSUAL	REMUNERACIÓN ANUAL	VIÁTICOS E INCENTIVOS ANUAL
MECÁNICO	CAPATAZ	\$ 784.000	\$ 9.408.000	\$ 490.000
	MAESTRO PRIMERA	\$ 634.000	\$ 7.608.000	\$ 490.000
	MAESTRO SEGUNDA	\$ 534.000	\$ 6.408.000	\$ 490.000
	AYUDANTE	\$ 435.000	\$ 5.220.000	\$ 490.000
ELÉCTRICO	CAPATAZ	\$ 784.000	\$ 9.408.000	\$ 490.000
	MAESTRO PRIMERA	\$ 634.000	\$ 7.608.000	\$ 490.000
	MAESTRO SEGUNDA	\$ 534.000	\$ 6.408.000	\$ 490.000
	AYUDANTE	\$ 435.000	\$ 5.220.000	\$ 490.000
JEFE OBRA	SUPERVISOR	\$ 1.200.000	\$ 14.400.000	\$ 490.000



Técnico Electrónico Nivel Medio - Sin Experiencia en R. Metropolitana - TecnoEmpleos

Jornada
 Jornada de 45 horas semanales

Tipo de contrato
 contrato indefinido

Sueldo
 \$ 500.000,00

Localidad
 R. Metropolitana

Ver oferta

Electromecánico en R. Metropolitana - Importante empresa del sector industrial

Jornada
 Jornada de 45 horas semanales

Tipo de contrato
 contrato indefinido

Sueldo
 \$ 600.000,00

Localidad
 R. Metropolitana

Ver oferta

Técnico Electrónico Nivel Medio - Sin Experiencia en R. Metropolitana - TecnoEmpleos

Jornada
 Jornada de 45 horas semanales

Tipo de contrato
 contrato indefinido

Sueldo
 \$ 500.000,00

Localidad
 R. Metropolitana

Ver oferta