

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

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA CON PFV A CONDOMINIO  
EN QUILPUÉ**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Técnico Universitario en ELECTRICIDAD.

Alumnos:

Bastian Osvaldo Lillo Hidalgo

Profesor Guía:

Ing. Franz Yurjevic Perin

Profesor Correferente:

Ing. Javier Eguren Aspe

## RESUMEN

**KEYWORD:** INSTALACIÓN ELÉCTRICA CON PFV – PANELES SOLARES – DISPOSITIVOS ELECTRICOS

El presente trabajo de título tiene como objetivo principal la elaboración de un proyecto de instalación eléctrica con PFV en un condominio en la ciudad de Quilpué, Quinta Región.

Este proyecto se ha diseñado con la intención de poder ser aplicado por la empresa “CMC ING CONS”, empresa a cargo de la implementación de la instalación eléctrica domiciliaria con PFV.

La empresa señalada, no cuenta con los diseños de los circuitos y tampoco cuentan con la instalación domiciliaras en las viviendas. Pues bien, con este trabajo se realiza una propuesta concreta de trabajo que permitirá conocer, proyectar y saber los costos de dicho proyecto.

Para poder desarrollar este trabajo fue necesario investigar cómo se realizarán las instalaciones domiciliaras y de los paneles solares, los métodos de instalación existentes, la secuencia constructiva de instalación de los paneles, los materiales utilizados, para en definitiva elaborar un proyecto que ayude a realizar una situación similar.

El trabajo se ha dividido en tres capítulos El capítulo 1 resolverá las dudas de dónde, cómo y porqué se realizará este proyecto.

En el capítulo 2 el diseño de la instalación eléctrica domiciliaria normalizada y como se realizará en las viviendas.

El capítulo 3 determinará los costos de todo el proyecto analizando materiales y mano de obra.

## ÍNDICE

Introducción.....	1
<b>Describir la situación actual del condominio y elementos de la instalación en PFV.....</b>	<b>5</b>
<b>El sector del proyecto 1.1.....</b>	<b>4</b>
Condiciones actuales del proyecto 1.1.1 .....	6
<b>Elementos de la instalación 1.2.....</b>	<b>7</b>
Especificación de PFV a utilizar 1.2.1.....	8
Especificaciones de conectores de PFV 1.2.2.....	10
Inversor en sistema On Grid1 1.2.3.....	11
Soporte de PFV 1.2.4.....	12
<b>Diseñar la instalación eléctrica bajo la norma NCH 4/2003.....</b>	<b>16</b>
<b>Artefactos de la instalación eléctrica 2.1.....</b>	<b>16</b>
Artefactos del circuito de alumbrado 2.1.1.....	22
Artefactos del circuito de enchufes 2.1.2.....	26
<b>Conexión de la instalación eléctrica domiciliaria 2.2.....</b>	<b>28</b>
<b>Conexión de PFV bajo las normas RGR N° 1/2017 y N° 2/2017 2.3.....</b>	<b>32</b>
<b>Determinar costos del proyecto .....</b>	<b>37</b>
<b>Costos de las instalaciones eléctricas y adicionales 3.1 .....</b>	<b>37</b>
Costos de las instalaciones eléctricas domiciliarias 3.1.1 .....	38
Costos de las instalaciones de PFV 3.1.2 .....	39
Costos adicionales 3.1.3 .....	39
<b>Costos del proyecto 3.2 .....</b>	<b>40</b>
Conclusión .....	42
Bibliografía .....	43
<b>ANEXO A .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación del proyecto.....	5
Figura 1-2. Transformador del sector .....	6
Figura 1-3. Modelo en 3.D de las viviendas .....	7
Figura 1-4. Dibujo de la primera planta de las viviendas .....	8
Figura 1-5. Dibujo de la segunda planta de las viviendas .....	9
Figura 1-6. Gráfico de consumo .....	10
Figura 1-7. PFV seleccionado en el comercio .....	12
Figura 1-8. Cable conductor apto para instalaciones de PFV .....	14
Figura 1-9. Inversor On Grid PFV .....	15
Figura 1-10. Estructura de soporte de PF .....	16
Figura 2-1. Medidor bidireccional.....	19
Figura 2-2. Tubo de PVC.....	20
Figura 2-3. Interruptores automáticos.....	20
Figura 2-4. Interruptor diferencial.....	21
Figura 2-5. Barra cooper.....	22
Figura 2-6. Camarilla de PVC.....	23
Figura 2-7. Portalámparas.....	24
Figura 2-8. Ampolletas led.....	25
Figura 2-9. Interruptores simple, doble y conmutador.....	26
Figura 2-10. Conductores eléctricos para instalación de alumbrado.....	27
Figura 2-11. Tomacorriente doble y triple.....	28
Figura 2-12. Conductores eléctricos para instalación de enchufes.....	29
Figura 2-13. Diseño del circuito de alumbrado primera planta.....	30
Figura 2-14. Diseño del circuito de alumbrado segunda planta.....	31
Figura 2-15. Diseños del circuito de enchufes de la primera y segunda planta.....	32
Figura 2-16. Diseños de conexión de instalación de PFV.....	33
Figura 2-17. Conexión de PFV en serie.....	34
Figura 2-18. Diagrama conexión inversor-medidor bidireccional.....	34
Figura 2-19. Diagrama Unilineal de circuito eléctrico de la vivienda.....	35

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1. Cuadro de carga

Tabla 1-2. Cuadro de HSP en Chile

Tabla 3-1. Listado de materiales de instalaciones eléctricas

Tabla 3-2. Listado de materiales de sistema de PFV

Tabla 3-3. Costos adicionales

Tabla 3-4. Pagos a trabajadores

Tabla 3-5. Costos finales

## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS**

### **SIGLAS**

CMC ING CONS: CMC Ingeniería en Construcción.

PFV: Paneles Fotovoltaicos.

BT: Baja Tensión

MPPT: Máximum Power Point Tracker o seguimiento del punto de máxima potencia.

HSP: Hora Solar Pick

## SIMBOLOGÍAS

$\Omega$ : Unidad de resistencia

V: Unidad de voltaje

A: Unidad de amperaje

## **INTRODUCCIÓN**

El uso de los sistemas alternativos de obtención de energía eléctrica, utilizada tanto por la industria como de forma domiciliaria, es por los paneles fotovoltaicos hace un par de décadas, solamente que no es aplicado habitualmente en proyectos domiciliarios.

El proyecto esencialmente busca plantear un método de energía limpia y renovable, así como surge la necesidad de contar con métodos de generación de energía solar, 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 principalmente del sol, para convertirla en electricidad. Proyectos correspondientes a unas viviendas en Quilpué, en la V Región de Valparaíso. Este sector cuenta con un amplio cielo despejado, no se encuentran ni altas construcciones o grandes arbustos que obstaculice la recepción de la luz solar en los paneles.

La empresa constructora de este proyecto es CMC Ingeniería en Construcción, que busca añadir a su historial de proyectos la 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 necesarios para poder ofrecer a sus clientes un servicio competente. Por esta razón se busca un plan para generar el proyecto instalando paneles fotovoltaicos y la instalación eléctrica domiciliaria que le permita acceder a nuevas opciones de negocios y, a la vez, hacerla una empresa competitiva en este tipo de mercado, se realizará una investigación que dará a conocer la información para poder realizar las necesidades ya mencionadas y los costos asociados.

## **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un proyecto de la instalación solar fotovoltaica con instalación eléctrica domiciliaria, con los materiales necesarios que estén bajo las normas y costos asociados para poder realizar el proyecto.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la situación actual del condominio y elementos de la instalación PFV On Grid.
- Diseñar la instalación eléctrica bajo la norma NCH 4/2003, RGR N° 1/2017 y N° 2/2017.
- Determinar costos del proyecto.



**CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL  
CONDominio Y ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN PFV ON GRID**

## 1. DESCRIBIR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONDOMINIO

### 1.1. EL SECTOR DEL PROYECTO

En el presente estudio se analizará y evaluará la realización de instalaciones eléctricas que se realizara en la calle Providencia 12-52, comuna de Quilpué, región de Valparaíso en las áreas donde se elaborara la construcción de 4 viviendas y se proyectara con PFV, donde se proporcionara la alimentación de energía que se necesitan para el funcionamiento correcto de proyectos domiciliarios.



Fuente: Google Maps

Figura 1-1. Ubicación del proyecto

Se identificó un transformador con las siguientes características en la ficha:

- Tensión: 12 (kV).
- Tensión de plena carga en B.T:380/220(V).
- Identificó en placa del transformador una potencia aparente de 150 (kVA).
- Transformador trifásico de baja tensión.
- Medidas y peso: Largo:1080(mm), Ancho:840(mm), Alto:1200(mm) y Peso:825(kg)
- Corriente en corto circuito del transformador: 10 (kA).

- Contaba con líneas de llegada (energizan el transformador) y de salida que distribuían la energía eléctrica en el sector.



Fuente: Cámara de celular

Figura 1-2. Transformador del sector.

En estos momentos en el sector del proyecto, existen cuatro 4 viviendas que solo están estructuradas la primera planta de cada una. Este proyecto va enfocado principalmente en la realización de la instalación eléctrica y la implementación de PFV en cada vivienda. Estas viviendas constarán de un sistema de energía renovable de baja tensión, donde será inyectado a cada vivienda 220[V] que será transportar y distribuir la energía. Entre estos elementos se incluyen: conductores, iluminarias y sistemas de protección, etc. La pérdida de voltaje por vivienda está tomando en cuenta la distancia de 10 metros, conductor  $2,5 \text{ mm}^2$ , 15[A] y rho de 1/56:

Resistencia:

$$\frac{\frac{1}{56} * 10 \text{ metros}}{2,5 \text{ mm}^2} : 0,0714 [\Omega], V_p: 15 \text{ Amperes} \times 0,0714 [\Omega] : 1,071 [\text{V}], \text{ ese es el voltaje}$$

de pérdida por vivienda

Reduciendo el consumo de energía contemplando los PFV, minimizando las pérdidas eléctricas de los equipos, lo cual encaminara al beneficio económico al propietario mediante el análisis técnico de la implementación de las instalaciones eléctricas.

El terreno mencionado cuenta con la dimensión de  $618,55 m^2$ , donde se ubicarán las 4 viviendas ya mencionadas, que serán pareadas de 2 pisos, donde cada vivienda pareada será de  $63 m^2$  con una altura de 7 metros.

#### 1.1.1. Condiciones actuales del proyecto

El propietario busca la implementación de una instalación eléctrica de las viviendas que no están construidas completamente, solo la primera planta, como ya había mencionado, y la segunda planta contará con las dimensiones requeridas por él. A continuación, se observa cómo serán dichas viviendas.

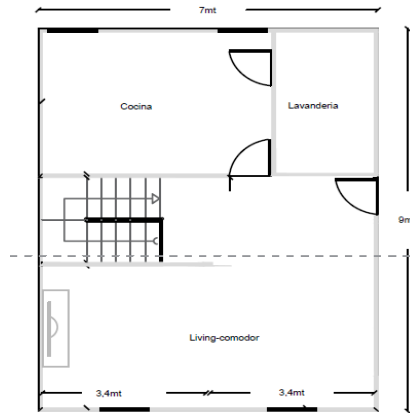


Fuente: Diseños proporcionados por el arquitecto Richard García y diseñadora Thiare Neigel

Figura 1-3. Modelo en 3.D de las viviendas

El proyecto contempla que se implementará instalación eléctrica embutida, PFV en el techo debido a que la zona no cuenta con interrupción de árboles o estructuras que entorpezcan la implementación de los ya mencionados PFV.

La primera planta está constituida por un living-comedor de  $23,8 m^2$ , la cocina será de  $15,9 m^2$  y un sector de lavandería de  $6,6 m^2$ , en la siguiente imagen se mostrarán los sectores ya mencionados.

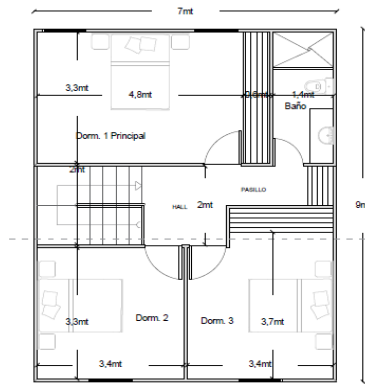


Fuente: Elaboración propia basado en el diseño 3D

Figura 1-4. Dibujo de la primera planta de las viviendas.

Las dimensiones para realizar el diseño del primer piso de las viviendas fueron dadas por la empresa constructora “CMC ING CONS” que están a cargo del proyecto, cabe destacar que la empresa “CMC ING CONS” no está supervisado ni guiando el proyecto eléctrico que se está realizando.

La segunda planta está distribuida por el dormitorio 2 de  $11,21 m^2$ , el dormitorio 3 de  $12,58 m^2$ , dormitorio principal de  $17,35 m^2$  y un baño  $4,6 m^2$ .



Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 1-5. Dibujo de la segunda planta de las viviendas

Los sectores ya nombrados, están administrado en cada vivienda es un total de 4 baños, 12 dormitorios, 4 lavanderías, 4 cocinas y 4 livings-comedor. Cada vivienda contará con un medidor que se dirigirá al del tablero general situado en la entrada del terreno.

## **1.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE PFV ON GRID.**

Cada vivienda contará con un tablero eléctrico que vendrá con del tablero general situado en la entrada del terreno, donde se ubicará el medidor de energía que posteriormente se conectará a la red eléctrica.

En la vivienda contara con PFV On Grid, que se ubicaran en el techo de las viviendas, luego se contemplan todos los accesorios del sistema On Grid y posteriormente llega al tablero de las viviendas. La distribución de los circuitos se dividirá en:

Iluminarias que será contemplando los living-comedor, cocinas, lavanderías, pasillos, dormitorios, baños.

El living-comedor, pasillos, dormitorios y lavanderías será circuito de enchufes.

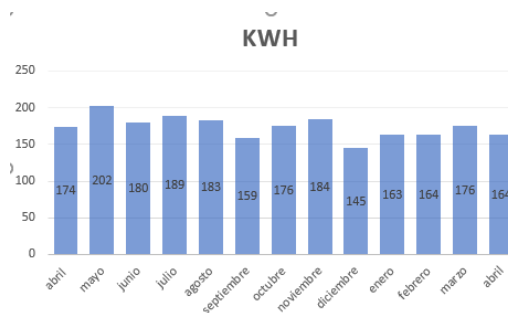
Las cocinas tendrán otro circuito de enchufes aparte, al igual que los baño será otro circuito aparte de los ya mencionados. Los datos de los circuitos en cada sector de las viviendas serán entregados en la siguiente tabla:

Tabla 1-1. Cuadro carga

	CUADRO DE CARGA DE ALUMBRADO										
	CTOS	PORT.[100 W]	ENCH.[150 W]	TOTAL CENTROS	POTENCIA [W]	FASE	PROTECCIONES		CANALIZACION		UBICACIÓN
							DISYUNTOR	DIFERENCIAL	CONDUCTOR	DUCTO	
TDA	1	5		5	500	2,27	1X6A	2X25A 30mA	1,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm	LUMINARIAS LIVING-COMEDOR,COCINA Y LAVANDERIA
	2	6		5	500	2,27	1X6A		1,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm	LUMINARIAS DORMITORIOS Y BAÑOS.
	3		3	3	450	2,05	1X6A		2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm	ENCHUFES LIVING-COMEDOR
	4		4	4	600	2,73	1X6A		2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm	ENCHUFES DORMITORIOS
	5		5	5	750	3,41	1X6A		2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm	ENCHUFES COCINA LAVANDERIA Y BAÑO
Total	5	12	16	28	2800	12,73	1x16A				

Fuente: Datos de la proyección de la instalación eléctrica

En la tabla anterior se ve claramente como se constituirá la instalación eléctrica de cada vivienda. Se observa la potencia, corriente y ubicación de cada circuito. Para poder saber cuánto consume cada vivienda, debido a que la instalación no se encuentra realizada, se utilizaron los datos de boletas de viviendas con instalación eléctrica de 2,8 [KW] (aproximadamente), que daba como resultado el consumo mensual promedio de 187,41 [KWh] y uno diario de 6,16[KWh].



Fuente: Representación de factura de vivienda con una instalación eléctrica de 2,8[KW]

Figura 1-6. Gráfico de consumo

### 1.2.1. Especificación de PFV a utilizar

El siguiente procedimiento de diseño consiste en configurar el arreglo de PFV. A partir de esto se determinará el número de paneles que se conectarán en serie. Y en función de la potencia más alta(peak) que el dueño del proyecto desee instalar y las dimensiones de que dispondrá el techo orienta a qué tipo de PFV se deberá seleccionar.

Se considerará varias opciones de PFV obteniendo en primer lugar las dimensiones de cada uno desde sus correspondientes hojas de datos. La selección debe considerar módulos certificados por la SEC.

Con esta información se podrá entonces calcular la cantidad de paneles que puede ser instalada en el techo, que es donde se hará la instalación, tal que;

$$N^{\circ} \text{ paneles: } \frac{\text{Consumo diario}}{\text{Potencia panel} \cdot \text{HSP}} ; N^{\circ} \text{ paneles: } \frac{6,16[\text{KWh}]}{275 \cdot 3.027} : 7,4 \Rightarrow 8 \text{ paneles (por vivienda)}$$

Los datos se extrajeron de estudios de consumos de viviendas con instalación eléctrica de 2,8 [KW], que daba como resultado el consumo diario de 5,45 [kWh]. El HSP de la zona donde se instalarán los paneles, se obtuvo de un estudio de la Universidad Católica que muestra la radiación a través del país, que es de 3.027 [kWh/ m2].

Tabla 1-2. Cuadro de HSP en 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

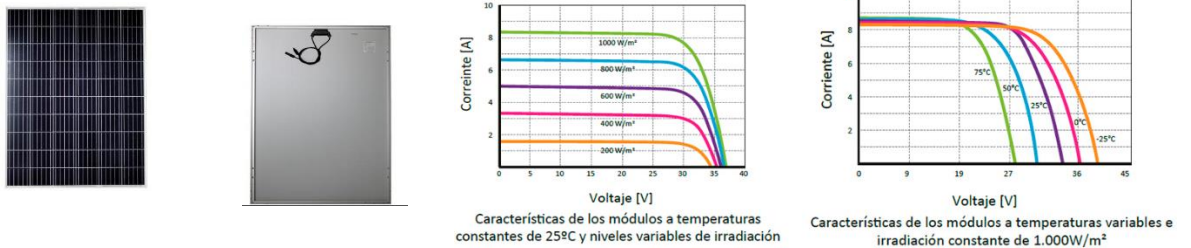
Fuente: Datos de HSP en las regiones de Chile.

Obtenido el número de paneles así se comparará luego la potencia peak que se podría producir con cada uno de los paneles considerados, tal que la potencia en que se obtendrá será la siguiente:

$$P[W]_{entregada}: N^{\circ} \text{ de paneles} * P[W]_{nominal} \text{ por panel}$$

$$P[W]_{entregada}: 8 * 275[W] : 2.200 [W]$$

El tipo y número de paneles a seleccionar es el coincide que lo parámetros calculados como la potencia peak a producir por el conjunto de paneles. Al investigar, observando las características requeridas y las características de paneles que coincidan, se identificó en el comercio a 32 paneles solares policristalinos de 260[W] a 275[W] certificados por la SEC1, con estructura de aluminio para instalación en techo inclinado1 Cable solar 10AWG con MC4 de 30mts2 conectores MC4.



Fuente: [www.Sodimac.cl](http://www.Sodimac.cl)

Figura 1-7. PVF seleccionado en el comercio.

La marca del PVF es S-Save que es de 20,054 [kg] cada uno, un total de 641,728 [kg] los 32 paneles, la altura de cada panel es 1,5 [m] y 1,25[m], el circuito de paneles solares soporta la cantidad de 13,6 [A], material de marco de aluminio con vidrio y celda de silicio

### 1.2.2. Especificación de conectores de PFV.

Los conectores MC4 son conectores eléctricos de uso común para la conexión de los paneles solares. MC significa Multi-Contact y el “4” se refiere que su medida es de 4 mm (diámetro). Los MC4 permiten conectar cadenas de paneles que se pueden construir fácilmente empujando los conectores de los paneles adyacentes, únicamente utilizando la mano, pero requieren una herramienta para desconectarlos; para asegurarse de que no se desconecten accidentalmente cuando se tira de los cables. Los MC4 tienen las siguientes características en la ficha técnica:

- Cables solares resistentes a los rayos ultravioleta.
- Tensión nominal soportada a impulsos de 12 [kV].
- Tipo de protección es IP67.
- Temperatura límite superior de 105°C.
- Resistencia de los conectores  $\leq 0,5$  [ $\Omega$ ].
- Corriente nominal de 30 [A]

Su intensidad tolerable es mayor, a igualdad de sección, a los cables tradicionales, lo que supone importantes aumentos de intensidades a las que puede tolerar respecto a secciones similares de los cables convencionales. Su extraordinaria flexibilidad y reducido diámetro facilita la instalación.



Fuente: [www.Sodimac.cl](http://www.Sodimac.cl)

Figura 1-8. Cable conductor apto para instalaciones de PFV.

### 1.2.3 Inversores en sistema On Grid

En este sentido se deberá entonces comenzar con la selección del inversor que se utilizará en la instalación de los PFV. Para ello se deberá escoger los inversores certificados por la SEC, los que cuentan con la autorización correspondiente como para ser conectados a la red de distribución. Un listado de los inversores que cumplen con la reglamentación nacional puede encontrarse en la página web del SEC.

El inversor seleccionado debe ser de potencia en corriente continua levemente superior a la que producirá el arreglo de paneles fotovoltaicos. Tiene un gabinete resistente corrosión, salida monofásica 240VAC y 208VAC, 97.8% eficiencia, voltaje arranque ultra bajo, es para una instalación eléctrica de como máximo de 3 [kW] (lo cual funciona debido a que la instalación de cada vivienda es de 2,8[kW]), MPPT dual tiempos respuesta <5 [s], Interrupción falla de arco integrado AFCIA: Puede detectar, reconocer, y responder a los cambios muy pequeños en un diseño de la onda.

Comunicación RS485 Modbus Wi-Fi (GPRS / LAN opcional) y Monitoreo basado en web con App descargable. Estas características se encuentran en la ficha técnica.



Fuente: Sodimac.cl

Figura 1-9. Inversor On Grid PFV.

#### 1.2.4. Soporte de PFV

A continuación, en el proceso de diseño corresponde a la especificación de los soportes de los paneles. Soporte fabricado en aluminio de alta calidad. Se recomienda ver ficha técnica adjunta para corroborar compatibilidad con sus paneles solares y techo.

Para conseguir instalaciones solares de calidad y que perduren a lo largo de los años, es necesario que las estructuras que se encargan de soportar los módulos fotovoltaicos estén perfectamente diseñadas y fabricadas. El principal objetivo de las estructuras es conseguir un perfecto ensamblado de la estructura al soporte, y de la misma forma del panel solar a la estructura. La estructura seleccionada es diseñada y fabricadas en USA.

Hecho de aluminio libre de óxido con herrajes de acero inoxidable (Incluye sujetadores para el montaje) y fácil de manipular e instalar. Normalmente esta estructura está diseñada para el panel solar hasta 300W. También se aplica a otras especificaciones de paneles solares. El ancho máximo del panel solar alrededor de 1030 [mm]. Diseñado para sistemas solares, se puede utilizar en vehículos recreativos, marinos, en la construcción de vehículos, en techos, cobertizos, garajes u otras superficies planas para inclinar paneles solares o en el suelo. Viene con 4 rieles, 2 patas, 4 pernos de módulo, 4 tuercas de brida, 6 pernos de 5 / 16<sup>1</sup>/<sub>4</sub>, 6 tuercas de 5 5 / 16<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Este es solo un soporte, dejando claro que serán necesario 32 de estas estructuras por la cantidad de PFV seleccionados anteriormente.



Fuente: Mercadolibre.cl

Figura 1-10. Estructura de soporte de PFV

**CAPÍTULO 2: DISEÑAR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICAS BAJO LAS  
NORMAS NCH 4/2003, RGR N° 1/2017 y N° 2/2017**

## **2. DISEÑAR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICAS BAJO LA NORMA NCH 4/2003**

### **2.1. ARTEFACTOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

El diseño de la instalación eléctrica será el mismo para las 4 viviendas, además cada casa contará con 5 circuitos eléctricos, en los cuales se administra la conexión de enchufes y alumbrado.

En el circuito de alumbrado de una instalación eléctrica se tomará en cuenta artefactos como conductores, luminarias, interruptores e interruptores automáticos. En los circuitos de enchufes los artefactos que se utilizarán son las tomacorrientes, conductores e interruptores diferenciales. Los artefactos de la instalación eléctrica serán explicados a continuación, donde serán nombrando y dando una breve explicación del uso y su modelos o marca.

**Tablero de Distribución TDA:** Es donde se ubican las protecciones y dispositivos de maniobra para los circuitos en las instalaciones eléctricas; puede ser alimentado desde el empalme, como se acostumbra en el caso de consumo domiciliarios. Un tablero de distribución contiene las principales protecciones, que son protecciones diferenciales e interruptores automáticos (disyuntores). Estas protecciones se usan para protegen toda la instalación y también protegen cada uno de los circuitos eléctricos o partes en que se derivan la instalación.

**Medidor bidireccional:** Encargado de registrar y controlar numéricamente la energía generada y volcada a la red para que con los datos obtenidos se puedan facturar a la Compañía a los precios acordados., para medir la energía de consumo de la compañía distribuidora como la energía inyectada por el sistema degeneración de energía. El medidor debe estar certificado ante la SEC.



Fuente: [www.puntosolar.cl](http://www.puntosolar.cl)

Figura 2-1. Medidor bidireccional

Tubo de PVC: Es utilizado cables eléctricos a salvo de la humedad y el deterioro, se logra acomodar una buena cantidad de cables en su interior.

Características de PVC a utilizar:

- Marca: Compex
- Diámetro: 20 mm
- Modelo: Conduit
- Material: PVC
- Uso: Doméstico/Profesional
- Color: Naranja
- Tipo: Tubos



Fuente: [www.google.cl](http://www.google.cl)

Figura 2-2. Tubo de PVC

**Interruptor automático:** Es un dispositivo de protección en los circuitos eléctricos siendo su principal función resguardar a los conductores eléctricos ante sobrecorrientes que pueden producir peligrosas elevaciones de temperatura

Características de interruptores automáticos a utilizar:

- Tensión: 230/400V AC
- Corriente Max: 6A/ 6kA, 16A/ 6kA
- Curva: C
- Código Fabricante: C6S1, C16S1



Fuente: [www.rhona.cl](http://www.rhona.cl)

Figura 2-3. Interruptores automáticos

**Interruptor diferencial:** Un elemento que tiene como objetivo la protección de las personas contra los contactos indirectos. Se ubica en el tablero eléctrico posteriormente del interruptor automático del circuito que se requiere proteger, generalmente circuitos de enchufes

Es muy importante destacar que estas protecciones deben ser complementadas con un sistema de protección de puesta a tierra, debido a que, si el interruptor diferencial no consta con la puesta tierra, solo percibirá la fuga de corriente en el momento en que el usuario toque la carcasa energizada de algún artefacto, con lo que no se asegura que la persona no reciba una descarga eléctrica.

Características de interruptores diferencial a utilizar:

- Tensión: 230/400V AC
- Intensidad: 2x25A
- Sensibilidad: 30mA
- Código Fabricante: RW2203W



Fuente: [www.rhona.cl](http://www.rhona.cl)

Figura 2-4. Interruptor diferencial

Tierra de servicio: Es método de protección contra elevaciones de tensión producidas por fallas en el sistema de distribución (corte del neutro en el tendido eléctrico). La tierra de servicio consiste básicamente en conectar a tierra el neutro de la instalación eléctrica, comúnmente en el punto de empalme, mediante un electrodo de cobre, o bien, con una mallado.

Tierra de protección: Se destina a usar en las instalaciones eléctricas para llevar a tierra cualquier resultado indebido de la corriente eléctrica a los elementos que están en contacto con las personas (carcasas) de aparatos de uso normal, por un fallo del aislamiento, evitando el paso de corriente al posible.

Se trata en una pieza metálica, nombrada electrodo (barra cooper), enterrada en suelo con poca resistencia y si es posible conectada también a las partes metálicas donde se hace la instalación eléctrica. Se distribuye en la instalación a través de un cable de aislante de color verde y amarillo o un cable completamente verde, debe llegar a los contactos específicos en las bases de enchufe, a cualquier aparato que se componga de partes metálicas.

En este proyecto, de momento, no se puede hacer un estudio de la resistencia del terreno donde se ubican las viviendas, solo se seleccionará una barra cooper apta para la instalación eléctrica de cada vivienda. Al instalar la barra, se debe dejar un acceso a para la mantención o cambio de la pieza, dicho acceso se debe a través de una camarilla de PVC.

Características de barra cooper a utilizar:

- Ancho: 1.58 cm
- Tipo: Barra de toma tierra
- Cantidad de polos: 1 unidad
- Alto: 100 cm
- Material: Acero
- Peso producto empacado: 8.8 kg
- Marca: Valcarce



Fuente: [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl)

Figura 2-5. Barra cooper

Al instalar la barra, se debe dejar un acceso a para la mantención o cambio de la pieza, dicho acceso se debe a través de una camarilla de PVC.

Características de barra cooper a utilizar:

- Color: Naranja
- Material: PVC
- Uso: Barra Cooper
- Medida: 110 Mm



Fuente: [www.Conelectric.cl](http://www.Conelectric.cl)

Figura 2-6. Camarilla de PVC

#### 2.1.1. Artefactos del circuito de alumbrado

Portalámparas: La base de plafón de marca Bticino establece una estructura firme, que depara un sector con fácil acceso para diferentes tipos de iluminación. Es un componente que demanda el adorno y beneficio de un entorno en especial, este elemento capta la electricidad como principal factor para su uso

Características de portalámparas a utilizar:

- Peso producto empacado: 75 gr
- Porta lampara E-27, base sobrepuesta para instalar una lámpara.
- Ancho producto empacado: 5 cm.
- Material: Termoplástico.
- Tipo de clavija: Soquete



Fuente: [www.google.cl](http://www.google.cl)

Figura 2-7. Portalámparas

Lámpara LED: Nombre que proviene de la sigla en inglés “Light-Emitting Diode”. La principal característica por generar hasta un 90% de ahorro, y una duración cuatro veces mayor a la de lámparas de ahorro de energía.

Características de lámparas a utilizar:

- Marca: Philips
- Tipo de portalámparas: E27
- Voltaje: 220 - 240 V
- Frecuencia: 50 - 60 Hz
- Potencia: 4[W].



Fuente: [www.Philips.com](http://www.Philips.com)

Figura 2-8. Lámparas LED

**Interruptor:** Es un dispositivo eléctrico que permite realizar una función de encendido/apagado a través de la acción de un mando. El funcionamiento es permitir el paso de la corriente o no la corriente en un circuito eléctrico. El funcionamiento principal es encender y apagar las luminarias.

Características de interruptores a utilizar:

- Marca: Bticino
- Voltaje: 250 V
- Amperaje: 10 A
- Tipo de divisor: Interruptor simple, doble y conmutador



Fuente: [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl)

Figura 2-9. Interruptores simple, doble y conmutador

**Conductores eléctricos:** Es un material que demuestra tener poca resistencia al paso de la electricidad, por esto son capaces de conducir la energía recibida a través de estos. La energía circula fácilmente por los conductores, aunque también deben tener la capacidad de impedir la circulación de la electricidad, ser dócil y resistentes para poder ser utilizado. Los aislantes tienen un papel crucial, un aislante prevenir que la energía sea transportada desde el conductor con su entorno los cortocircuitos o que alguien se pueda electrocutar, permite entonces manipular el conductor, pero sin tocarlo directamente. Hay diferentes tipos de materiales para realizar un conductor eléctrico, como plata, oro, aluminio, grafito y el cobre, este último es el más utilizado por su bajo costo, funciona para cualquier tipo de instalación (tanto industrial o domestica) y tiene una alta conductividad.

Características de conductores eléctrico para circuito de alumbrado a utilizar:

- Ancho: 1.5 mm
- Color: Rojo y blanco
- Tipo de aislación: Térmica
- Tipo: Libres de halógenos H07Z1K
- Material: Cobre
- Calibre cable: 14 AWG
- Voltaje: 450 V
- Marca: Madeco



Fuente: [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl)

Figura 2-10. Conductores eléctricos para instalación de alumbrado

### 2.1.2. Circuito de enchufes

**Tomacorriente:** Es el dispositivo que, en una instalación eléctrica, se compone de orificios para la incrustación de enchufes. A lo que conocemos como enchufe son las patas o extensiones que, cubiertas por un tipo aislante, que se ubica en el fin de un cable. Estas patas se introducen en el tomacorriente y esto genera la conexión eléctrica.

El tomacorriente se le conoce como enchufe hembra y las patas o clavijas se identifican como el enchufe macho. Frecuentemente el tomacorriente se encuentra embutido en la pared: en su interior se encuentran piezas de metal que reciben a las patas para posibilitar que la corriente se inyecte en el dispositivo. El tomacorriente necesita la conexión de conductor eléctrico de fase(rojo), neutro( blanco) y tierra(verde), cabe destacar que un tomacorriente puede contar con un total de 3 divisores (9 orificios) por dispositivos.

Características de enchufes a utilizar:

- Marca: Schneider Electric
- Amperaje: 10 A
- Voltaje: 220 V
- Tipo de divisor: Tomacorriente doble y triple
- Peso producto empacado: 11 gr



Fuente: [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl)

Figura 2-11. Tomacorriente doble y triple

Características de conductores eléctrico para circuito de enchufes a utilizar:

- Certificación: E-021-14-4239
- Tipo de conductor eléctrico: Libre de alógeno
- Marca: Madeco
- Uso: Doméstico/profesional
- Tipo de aislación: Térmica
- Ancho: 2.5 mm
- Voltaje: 450 V
- Tipo: Libres de halógenos H07Z1K
- Material: Cobre
- Calibre cable: 12 AWG
- Color: Blanco (neutro), verde (tierra) y rojo (fase)



Fuente: [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl)

Figura 2-12. Conductores eléctricos para instalación de enchufes

## 2.2. CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA

La instalación eléctrica de las viviendas se hará bajo la norma NCH 4/2003, y la conexión eléctrica es el conjunto de circuitos eléctricos que tiene como función otorgar la energía eléctrica a instalaciones. Incluyendo los dispositivos de protección la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.

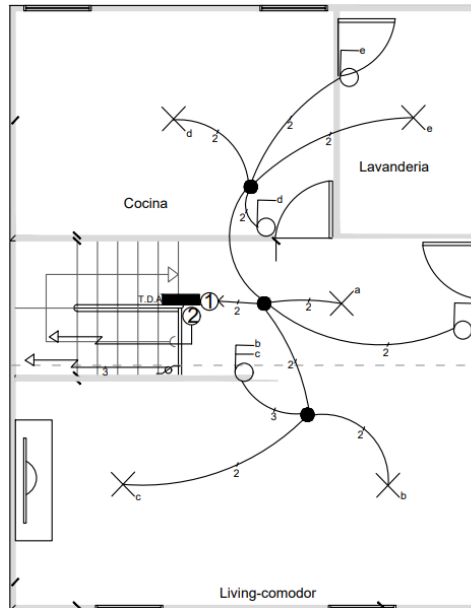
Tipos de instalaciones:

- Instalación de alta y baja tensión: Son aquellas instalaciones en las que la diferencia de potencial entre dos conductores es superior a 1 [kV].
- Instalaciones de baja tensión: La potencia máxima entre dos conductores es inferior a 1 [kV], pero superior a 24 [V].

### 2.2.1. Conexión de circuito de alumbrado

En la instalación eléctrica se distribuyen los circuitos en el tablero, donde se identifican los circuitos de alumbrado y enchufes. Los circuitos de alumbrado de este proyecto se derivan en 2 circuitos, con 2,27 [A] y protegido con un interruptor automático de 6 [A] cada circuito, que serán embutidos en la construcción de las viviendas. El circuito número 1 se

desenvuelve en la primera planta de la casa, donde estará compuesto por 5 luminarias, que se distribuyen en las viviendas en los sectores de living, comedor, cocina y lavandería.

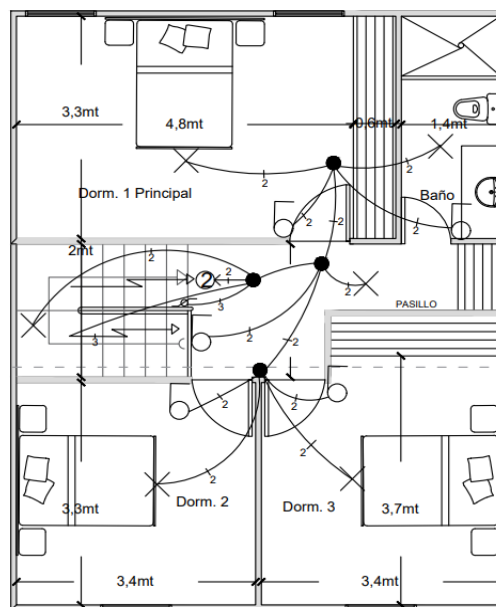


Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 2-13. Diseño del circuito de alumbrado primera planta

En el living y comedor contendrá 2 luminarias que serán accionadas por un interruptor doble ubicado en el muro cerca de la escalera. La luminaria del pasillo será encendida por un interruptor simple que se encuentra al lado de la puerta que da acceso a la casa, y la cocina con lavandería constaran con una luminaria e interruptor para sus respectivos sectores.

El circuito eléctrico número 2 establece la conexión eléctrica de la segunda planta (que se ubican los dormitorios, el pasillo y un baño) y las escaleras de la vivienda, en estos sectores se proyectan 6 luminarias.



Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 2-14. Diseño del circuito de alumbrado segunda planta

Cada dormitorio dispondrá de un interruptor simple para el encendido de las luminarias que tendrán, al igual que el pasillo de la segunda planta y el baño. Por último, en la escalera, la luminaria será encendida por unos interruptores conmutadores (9/24), dando la función de prender esa luminaria en la primera o segunda planta de la vivienda.

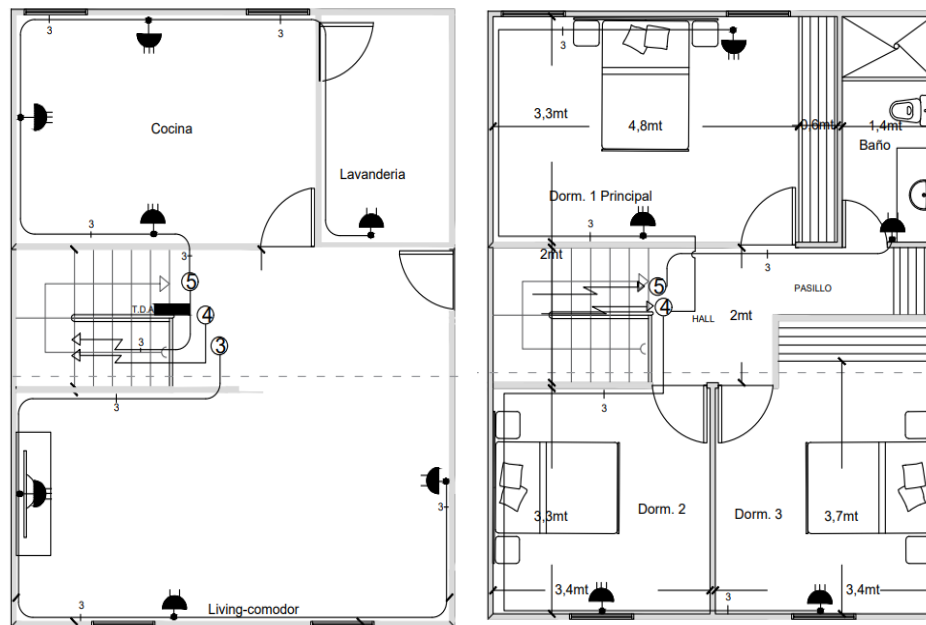
### 2.2.2. Conexión de circuito de enchufes

La conexión de enchufes se subdivide en 3 tres circuitos, cada uno con una protección de interruptor automático de 6 [A] e interruptor diferencial de 25 [A] – 30 [mA].

El circuito número 3 se distribuye en el living y comedor, que consta de 3 enchufes, 2 de esos enchufes son dobles y el otro es enchufe triple, con una corriente de 2,05 [A] que circula en el circuito.

El circuito número 4 constará de 4 enchufes que se ubican en los dormitorios. En el dormitorio principal se ubicarán 2 enchufes triples, los 2 dormitorios restantes tendrán 1 enchufe triple cada uno, en este circuito en total circulan 2,73 [A].

Circuito número 5 se desenvuelve en la cocina, lavandería y el baño (ubicado en la segunda planta). A la cocina se le dispondrá 3 enchufes triples, lavandería tendrá 1 enchufe doble al igual que el baño, en este circuito pasaran 3,41 [A].



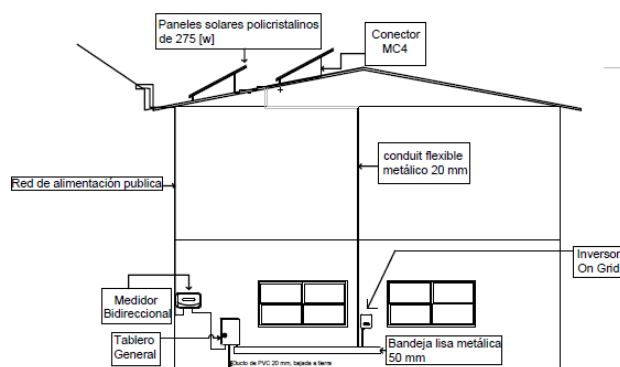
Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 2-15. Diseños del circuito de enchufes de la primera y segunda planta

Las descripciones realizadas corresponden a la instalación eléctrica de una vivienda, donde los circuitos en total circulan 12,73 [A] que será protegido por un interruptor automático general de 16 [A]. En cada vivienda serán 5 circuitos dando por total 20 circuitos eléctricos, 8 circuitos serán de alumbrado y 12 circuitos de enchufes.

### 2.3. CONEXIÓN DE PFV BAJO LAS NORMAS RGR N° 1/2017 Y N° 2/2017

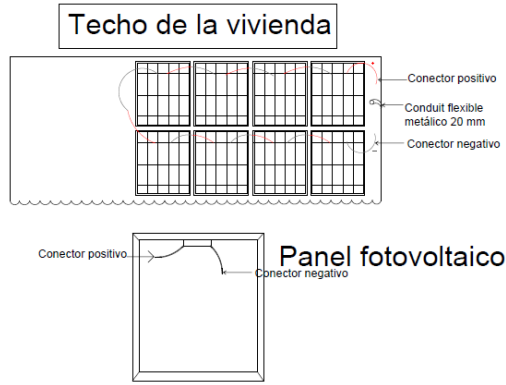
La conexión de PFV se proyectará bajo los parámetros establecidos en las normas RGR N° 1/2017 Y N° 2/2017, que indican como llevar a cabo la instalación en los techos de las viviendas, con 8 paneles (por vivienda) se instalarán con un grado de inclinación de 28 grados, los conectores positivos y negativos tipo MC 4 serán distribuidos a través de conduit metálico flexible de 20 mm hasta llegar al inversor On Grid, donde se conectarán a los string que dispone dicho dispositivo. Desde el inversor, se transporta las protecciones de tierra y los conductores de alimentación hasta el tablero general, que posteriormente se debe conectar al interruptor diferencial que es tipo A de corriente continua, que permitirá el funcionamiento del sistema de PFV. Posteriormente desde el tablero general llega la energía de la red pública y se distribuye hacia los circuitos de las viviendas.



Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 2-16. Diseños de conexión de instalación de PFV

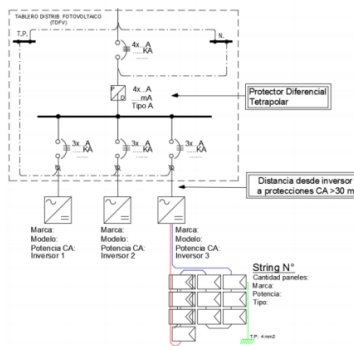
La conexión de los paneles solares en el techo será en serie, conectando la entrada del positiva de un panel con la entrada negativa del siguiente, así hasta se debe realizar la conexión de este modo hasta el último panel, donde quedaran 2 extremos (uno positivo y otro negativo) que se deben conectar en los string del inversor On Grid.



Fuente: Diseños realizado por Bastian Lillo

Figura 2-17. Conexión de PFV en serie.

Se visualizará la conexión del tablero general y el tablero eléctrico de los circuitos de las viviendas a través de un diagrama unilíneal, que es un esquema que es una representación de una de la instalación eléctrica. Se diferencia de otros tipos de esquemas eléctricos es que los conductores de un circuito se representan mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores, un ejemplo de diagrama unilíneal:

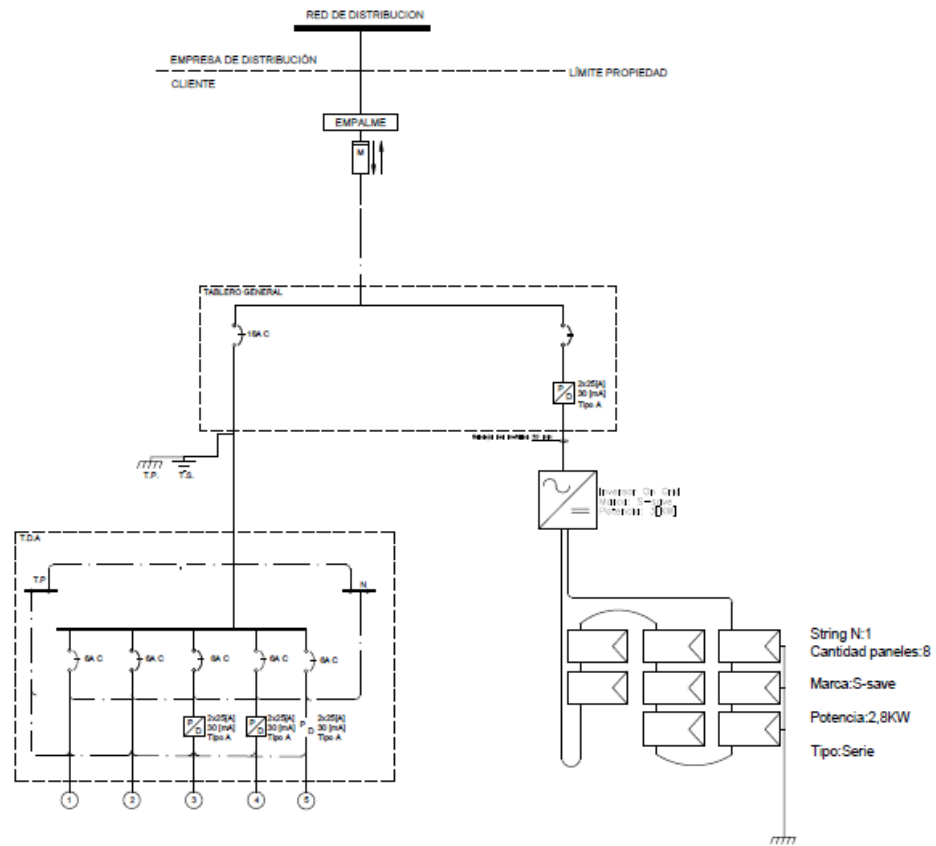


Fuente: SEC, Norma Técnica RGR N°02/2017

Figura 2-18. Diagrama conexión inverter-mididor bidireccional.

El tablero general de la instalación se compone del interruptor automático general de los circuitos de la vivienda, siendo de 16 [A] curva C y el interruptor diferencial que daba paso a la función de la instalación eléctrica de los PFV, que es de 2X40 [A] – 30 [mA] tipo A (Este

tipo de diferencial se utiliza para corriente que correspondería a media onda sinusoidal de la misma frecuencia que la tensión de suministro, superpuesta a un valor constante de corriente continua).



Fuente: Diseño realizado por Bastian Lillo

Figura 2-19. Diagrama Unilineal de circuito eléctrico de la vivienda.

## **CAPÍTULO 3: DETERMINAR COSTOS DEL PROYECTO**

### **3. DETERMINAR COSTOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. COSTOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

El plan financiero de un proyecto se determina teniendo en cuenta que incluye los ingresos del proyecto y sus costos por un período determinado de tiempo.

El presupuesto de un proyecto forma parte de un proceso de poder identificar los costos que puede dividirse en fases, que, a la hora de realizar un proyecto, ayuda a identificar las ganancias, inversión, imprevistos, etc.

Una de esas fases es la evaluación de costo del proyecto, que hace énfasis a los costos reales de proyectos similares siempre que sea posible, teniendo en cuenta los materiales, mano de obra y estudio del proyecto. Presupuesto del proyecto se define de acuerdo con el desglose del proyecto y el capital disponible para financiamiento.

##### **3.1.1. Costos de instalaciones eléctricas domiciliarias.**

Los costos de las instalaciones eléctricas domiciliaria se centran en los precios de aparatos eléctricos y conductores que forman parte de los circuitos de las viviendas, siendo 5 circuitos por casa y 20 circuitos en total. Se tomarán en cuenta cosas como tableros eléctricos, camarillas de registros PVC, conduit de PVC, etc.

Tabla 3-1. Listado de materiales de instalaciones eléctricas

PRESUPUESTO DE PROYECTO DE PFV				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Medidor bidireccional	unidad	4	\$ 42.000	\$ 168.000
TPR 20mm PVC Conduit	metro	580	\$ 1.400	\$ 812.000
Interruptor automatico 6A C	unidad	20	\$ 5.690	\$ 113.800
Interruptor automatico 16A C	unidad	4	\$ 5.690	\$ 22.760
Interruptor automatico bipolar 16 A	unidad	4	\$ 11.990	\$ 47.960
Interruptor diferencial 2x25A	unidad	12	\$ 14.170	\$ 170.040
Interruptor diferencial clase A	unidad	4	\$ 18.781	\$ 75.124
Tierra de proteccion	unidad	4	\$ 3.890	\$ 15.560
Camarilla registro de pvc 110 mm	unidad	4	\$ 3.190	\$ 12.760
Portalamparas	unidad	44	\$ 1.990	\$ 87.560
Lámparas LED	unidad	44	\$ 3.890	\$ 171.160
Interruptor simple	unidad	32	\$ 1.290	\$ 41.280
Interruptor doble efecto	unidad	4	\$ 2.690	\$ 10.760
Interruptor conmutador	unidad	8	\$ 4.390	\$ 35.120
Cable libre de halógenos 1,5mm2 100 m Rojo	ml	400	\$ 26.370	\$ 105.480
Cable libre de halógenos 1,5mm2 100 m Blanco	ml	400	\$ 26.370	\$ 105.480
Cable libre de halógenos 2,5mm2 100 m Verde	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Cable libre de halógenos 2,5mm2 100 m Rojo	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Cable libre de halógenos 2,5mm2 100 m Blanco	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Tomacorriente doble	unidad	16	\$ 1.390	\$ 22.240
Tomacorriente triple	unidad	32	\$ 3.490	\$ 111.680
Tablero electrico	unidad	8	\$ 335.000	\$ 2.680.000

Fuente: Datos de materiales de las instalaciones eléctricas del 12 de agosto de 2020.

Los materiales mostrados anteriormente fueron seleccionados a través de cotizaciones basándose en las calidades y precios de mayor demanda en el mercado nacional actual.

### 3.1.2. Costos de instalaciones de PFV.

Los costos de las instalaciones de PFV se centrarán en las protecciones de los circuitos, accesorios necesarios para la fijación e instalación de paneles. Estos materiales se administrarán en el condominio de las 4 viviendas, donde se contemplan los paneles solares, inversores, soporte de montaje, etc.

Tabla 3-2. Listado de materiales de sistema de PFV

PRESUPUESTO DE INSTALACION DE PFV				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Soporte montaje en Panel Solar ajustable	unidad	32	\$ 170.683	\$5.461.856
Inversor On-Grid	unidad	4	\$ 680.000	\$2.720.000
Panel solar policristalino 275 W	unidad	32	\$ 108.000	\$3.456.000
Conectores MC4	unidad	64	\$ 1.690	\$ 108.160
Cable De Extensión De Alambre 10 awg rojo+negro	metro	150	\$ 10.233	\$ 99.875
Bandeja Lisa metalica	metro	15	\$ 26.780	\$ 133.900
Tubería Flexible Metalica Corrugada 20MM	metro	24	\$ 994	\$ 23.856

Fuente: Datos de materiales de las instalaciones de PFV del 12 de agosto de 2020.

Los materiales fueron seleccionados según los requisitos que se necesitan para abastecer las viviendas con los paneles solares y también por sus precios que no son tan elevados como otras cotizaciones. Esto hace de gran rentabilidad este proyecto, siendo positiva la inversión.

### 3.1.3. Costos adicionales.

En un proyecto de estas proporciones también se debe tener aspectos adicionales que se deben tener presente en el precio final de la inversión. Los aspectos adicionales son como mano de obra, herramientas, insumos, aseo, etc.

Tabla 3-3. Costos adicionales

PRESUPUESTO DE PROYECTO DE PFV				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mano de Obra	-	1	\$ 23.868.709	\$23.868.709
Insumos u otros (ferretería)	-	1	\$ 282.185	\$ 282.185
Aseo y entrega	-	1	\$ 300.400	\$ 300.400
Herramientas básicas	-	1	\$ 279.450	\$ 279.450

Fuente: Datos de presupuesto adicional de las instalaciones del 12 de agosto de 2020.

La mano de obra se estimó según los días de trabajo, siendo un total 4 meses. Cada sueldo y cargo se darán a conocer en la tabla 3-4 y tiempo de trabajo se observa en la carta Gantt (ANEXO D). Las herramientas básicas e insumos son resultados de cotizaciones sobre accesorios de necesidad básica para poder finalizar el proyecto. Finalmente, el aseo y entrega se contempla como trabajo de jornal, que según varios portales e informes de proyectos, se cobra \$11.667 por cada día de orden y limpieza hasta la fecha de entrega del trabajo.

Tabla 3-4. Pagos a trabajadores

Especialidad	designación	Pago mensual	Viático Mensual	Pago Total
Electricidad	Maestro primera	\$ 528.333	\$ 63.400	\$ 2.176.732
	Maestro segunda	\$ 510.966	\$ 61.316	\$ 2.105.180
	Ayudante	\$ 488.000	\$ 58.560	\$ 2.010.560
	Capataz	\$ 741.705	\$ 89.005	\$ 3.055.825
Mecánica	Maestro primera	\$ 528.333	\$ 63.400	\$ 2.176.732
	Maestro segunda	\$ 510.966	\$ 61.316	\$ 2.105.180
	Ayudante	\$ 488.000	\$ 58.560	\$ 2.010.560
	Capataz	\$ 741.705	\$ 89.005	\$ 3.055.825
Jefe de Obra	Supervisor	\$ 1.255.368	\$ 150.644	\$ 5.172.116
Total		\$ 5.793.376	\$ 695.205	\$23.868.709

Fuente: Valores de mano de obra del proyecto del 18 de agosto de 2020.

### 3.2. COSTOS DEL PROYECTO.

Teniendo ya establecido los precios de los materiales y adicionales, se debe determinar el costo final del proyecto. Para eso se contempla el subtotal, que es la suma de mano de obra, materiales y óseo con entrega.

El costo total final de este proyecto es aplicando el IVA de 19% (impuesto al valor agregado en Chile), así dando el valor final que es el precio que será presentado la instalación eléctrica con PFV en 4 viviendas.

Tabla 3-5. Costos finales

PRESUPUESTO DE PROYECTO DE PFV				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SUBTOTAL 1			-	\$ 41.916.385
IVA			0,19	\$ 7.964.113
TOTAL				\$ 49.880.498

Fuente: Cotización final del proyecto de instalación eléctrica con PFV del 18 de agosto de 2020.

Para poder elaborar los costos asociados al proyecto 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 seleccionar las herramientas y materiales que se deben considerar para elaborar la propuesta de la instalación de PFV, incluyendo remuneración de los trabajadores, los elementos de protección personal, las herramientas necesarias para desarrollar las diversas funciones. Hay que mencionar en este último concepto que una de las grandes características de este tipo de instalación eléctrica es la poca mantención que requieren, no obstante, para ello es necesario contar con estos insumos por inconvenientes ajenos al funcionamiento normal de la instalación.

## CONCLUSIONES

Durante el proceso de este proyecto de titulación, se investigó y analizó las principales funciones de una instalación de paneles solares en una instalación eléctrica domiciliaria, se pudo conocer la importancia de la realización de proyectos de tipo fotovoltaico en atención a las importantes ventajas que este representa en comparación con los sistemas tradicionales de generación de energía.

Además, fue posible conocer los elementos necesarios para el funcionamiento de la planta solar y cuál es su tarea en la generación de electricidad en viviendas. Gracias a los conocimientos aprendidos, se pudo determinar el proceso requerido para lograr una efectiva disponibilidad de la generación de energía para el condominio en Quilpué.

Añadiendo que es fundamental este trabajo de titulación que es relevante para generar la proyección de situaciones similares, que ofrecer determinar cuántos y que materiales serán los requeridos. Empresas como CMC Ingeniería en Construcción este proyecto es fundamental ya que no contaban con la información y datos de cómo llevar a cabo la realización de esta instalación de forma competente.

Como resultado final, se puede señalar que los objetivos planteados al inicio de este proyecto se pudieron concretaron de forma satisfactoria, logrando la elaboración diseños de la instalación eléctrica domiciliaria y de paneles solares con el estudio de las normas que señalan en qué condiciones se deben ser concretadas las instalaciones para un funcionamiento óptimo. 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 de este, mantener el enfoque del trabajo realizado.

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

- Crear diseños de la instalación eléctrica que no existían.
- Se conoce el costo de un proyecto, cuya empresa a cargo no tenía noción al respecto.
- Documentación de las características y la forma de realizar la instalación de paneles solares en viviendas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Fundación de energía comunitaria. (2017). Guía de diseño de sistemas fotovoltaicos On-Grid. Concepción: Universidad de concepción [consulta: 18 de mayo de 2020].

División de energía de electricidad. (2017). Regulación del pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales. SEC. [consulta: 23 de junio de 2020].

Superintendencia de electricidad y combustible. Código eléctrico, NORMA Nch Elec 4/2003 Instalaciones de Consumo en Baja Tensión. Primera Edición. Chile. [consulta: 10 de junio de 2020].

RHONA S.A. Materiales. [en línea] <https://www.rhona.cl/>. [consulta: 16 de junio de 2020].

SODIMAC. Materiales. [en línea] <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/>. [consulta: 20 de julio de 2020].

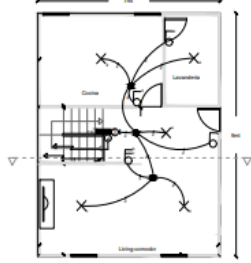
CHILECUBICA. PRESUPUESTO. [en línea] <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/a-p-u/>. [consulta: 20 de agosto de 2020].

**ANEXO**

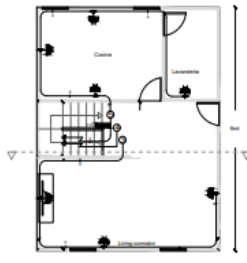


## ANEXO B: PLANO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

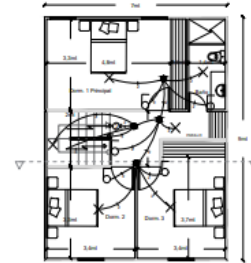
Circuito de alumbrado, primer piso



Circuito de enchufes, primer piso



Circuito de alumbrado, segundo piso



Circuito de enchufes, segundo piso

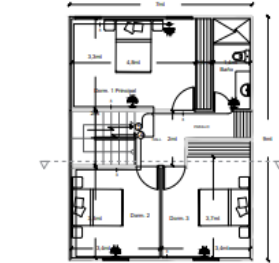
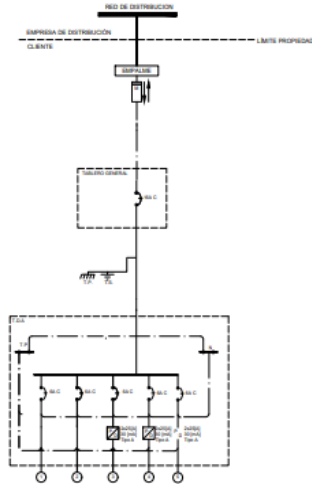


DIAGRAMA UNILINEAL



NOTA GENERAL:  
LOS MATERIALES QUE REQUIEREN  
CERTIFICACIÓN PARA SU USO,  
CUMPLEN CON ESTE REQUISITO.

	CTDS [PORT (100 W)]	ENCHU [150 W]	TOTAL CENTROS	POTENCIA [W]	FASE	CUADRO DE CARGA DE ALUMBRADO		UBICACIÓN
						PROTECCIONES	CANALIZACIÓN	
						DISYUNTOR/DIFERENCIAL	CONDUCTOR / DUCTO	
TDA	1	5	5	500	2,27	1x6A	1,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm LUMINARIAS LIVING-COMEDOR, COCINA Y LAVANDERIA.
	2	6	5	600	2,73	1x6A	1,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm LUMINARIAS DORMITORIOS Y BAÑOS.
	3	3	3	450	2,05	1x6A	2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm ENCHUFES LIVING-COMEDOR
	4	4	4	600	2,73	1x6A	2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm ENCHUFES DORMITORIOS
	5	5	5	750	3,41	1x6A	2,5 mm <sup>2</sup>	PVC-20mm ENCHUFES COCINA, LAVANDERIA Y BAÑO
Total	5	12	16	28	2900	13,18	1x16A	

CROQUIS DE UBICACIÓN



REGISTRO SEC



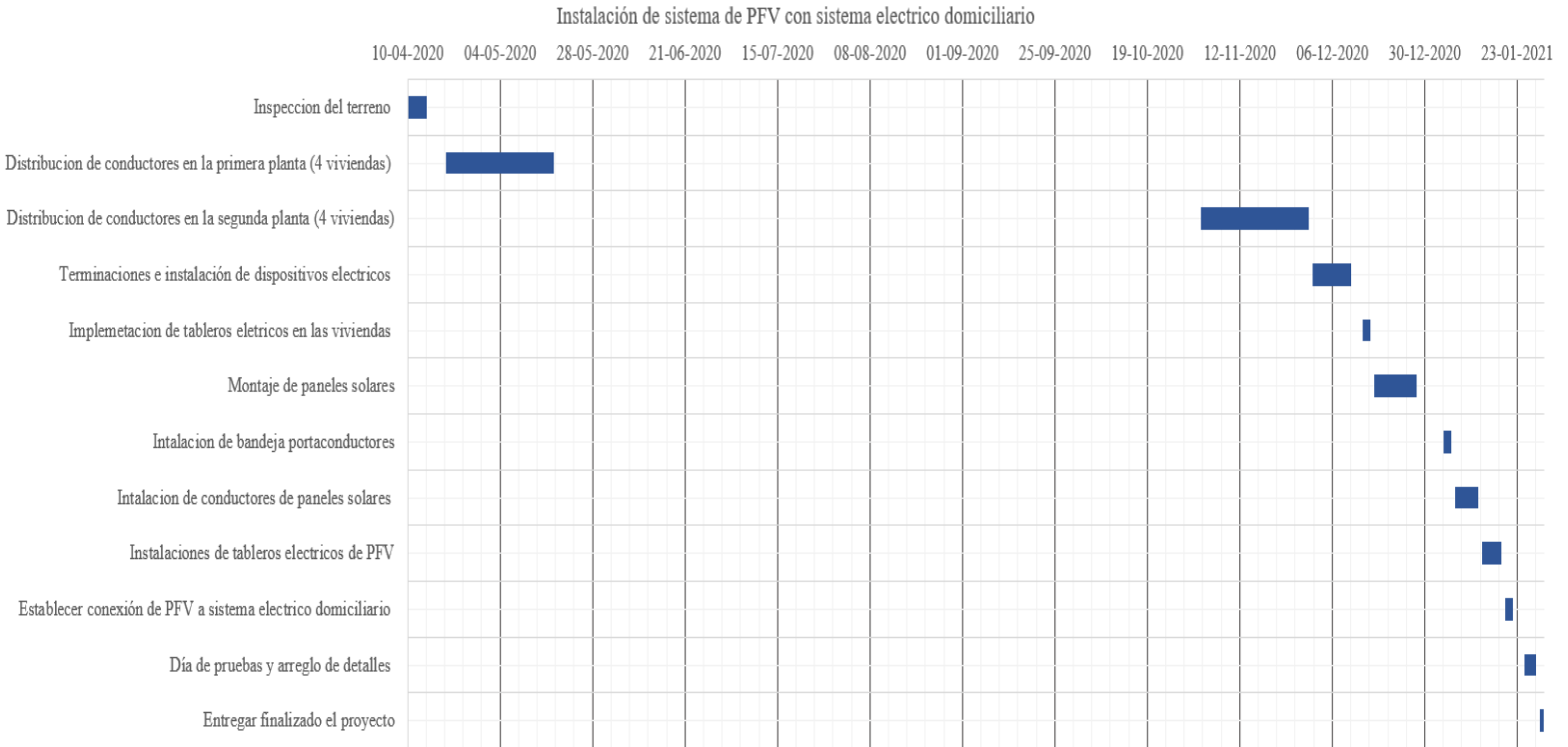
ALUMBRADO CASA HABITACIONAL

NO. PROYECTO	PROYECTO
QUILÓMETROS	1,24
FECHA DE ELABORACIÓN	2014
ALUMBRADO DE PROYECTO	ALUMBRADO
ELABORADO POR	ALUMBRADO
REVISADO POR	ALUMBRADO

**ANEXO C: PRESUPUESTO FINAL**

PRESUPUESTO DE PROYECTO DE PFV				
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Medidor bidireccional	unidad	4	\$ 42.000	\$ 168.000
TPR 20mm PVC Conduit	metro	580	\$ 1.400	\$ 812.000
Interruptor automático 6A C	unidad	20	\$ 5.690	\$ 113.800
Interruptor automático 16A C	unidad	4	\$ 5.690	\$ 22.760
Interruptor automático bipolar 16 A	unidad	4	\$ 11.990	\$ 47.960
Interruptor diferencial 2x25A	unidad	12	\$ 14.170	\$ 170.040
Interruptor diferencial clase A	unidad	4	\$ 18.781	\$ 75.124
Tierra de protección	unidad	4	\$ 3.890	\$ 15.560
Camarilla registro de pvc 110 mm	unidad	4	\$ 3.190	\$ 12.760
Portalámparas	unidad	44	\$ 1.990	\$ 87.560
Lámparas LED	unidad	44	\$ 3.890	\$ 171.160
Interruptor simple	unidad	32	\$ 1.290	\$ 41.280
Interruptor doble efecto	unidad	4	\$ 2.690	\$ 10.760
Interruptor conmutador	unidad	8	\$ 4.390	\$ 35.120
Cable libre de halógenos 1,5mm <sup>2</sup> 100 m Rojo	ml	400	\$ 26.370	\$ 105.480
Cable libre de halógenos 1,5mm <sup>2</sup> 100 m Blanco	ml	400	\$ 26.370	\$ 105.480
Cable libre de halógenos 2,5mm <sup>2</sup> 100 m Verde	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Cable libre de halógenos 2,5mm <sup>2</sup> 100 m Rojo	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Cable libre de halógenos 2,5mm <sup>2</sup> 100 m Blanco	ml	300	\$ 41.470	\$ 124.410
Tomacorriente doble	unidad	16	\$ 1.390	\$ 22.240
Tomacorriente triple	unidad	32	\$ 3.490	\$ 111.680
Soporte montaje en Panel Solar ajustable	unidad	32	\$ 170.683	\$ 5.461.856
Inversor On-Grid	unidad	4	\$ 680.000	\$ 2.720.000
Panel solar policristalino 275 W	unidad	32	\$ 108.000	\$ 3.456.000
Conectores MC4	unidad	64	\$ 1.690	\$ 108.160
Cable De Extensión De Alambre 10 awg rojo+negro	metro	150	\$ 10.233	\$ 99.875
Bandeja Lisa metálica	metro	15	\$ 26.780	\$ 133.900
Tubería Flexible Metálica Corrugada 20MM	metro	24	\$ 994	\$ 23.856
Tablero eléctrico	unidad	8	\$ 335.000	\$ 2.680.000
Mano de Obra	-	1	\$ 23.868.709	\$ 23.868.709
Insumos u otros (Ferretería)	-	1	\$ 282.185	\$ 282.185
Aseo y entrega	-	1	\$ 300.400	\$ 300.400
Herramientas básicas	-	1	\$ 279.450	\$ 279.450
Materiales	-	1	-	\$ 17.747.276
SUBTOTAL 1			-	\$ 41.916.385
TOTAL NETO			-	\$ 41.916.385
IVA			0,19	\$ 7.964.113
TOTAL				\$ 49.880.498

## ANEXO D: CARTA GANTT



Actividad	Inicio	Fin	días
Inspección del terreno	10-04-2020	15-04-2020	5
distribución de conductores en la primera planta (4 viviendas)	20-04-2020	18-05-2020	28
distribución de conductores en la segunda planta (4 viviendas)	02-11-2020	30-11-2020	28
Terminaciones e instalación de dispositivos eléctricos	01-12-2020	11-12-2020	10
Implementación de tableros eléctricos en las viviendas	14-12-2020	16-12-2020	2
Montaje de paneles solares	17-12-2020	28-12-2020	11
Instalación de bandeja porta conductores	04-01-2021	06-01-2021	2
Instalación de conductores de paneles solares	07-01-2021	13-01-2021	6
Instalaciones de tableros eléctricos de PFV	14-01-2021	19-01-2021	5
Establecer conexión de PFV a sistema eléctrico domiciliario	20-01-2021	22-01-2021	2
Día de pruebas y arreglo de detalles	25-01-2021	28-01-2021	3
Entregar finalizado el proyecto	29-01-2021	30-01-2021	1