Diseño de un Proyecto Fotovoltaico Residencial bajo Normativa Chilena:

De la idea a la realidad

Franco Pavez Olave
Fiscalizador de Energías Renovables
Unidad de Sostenibilidad Energética

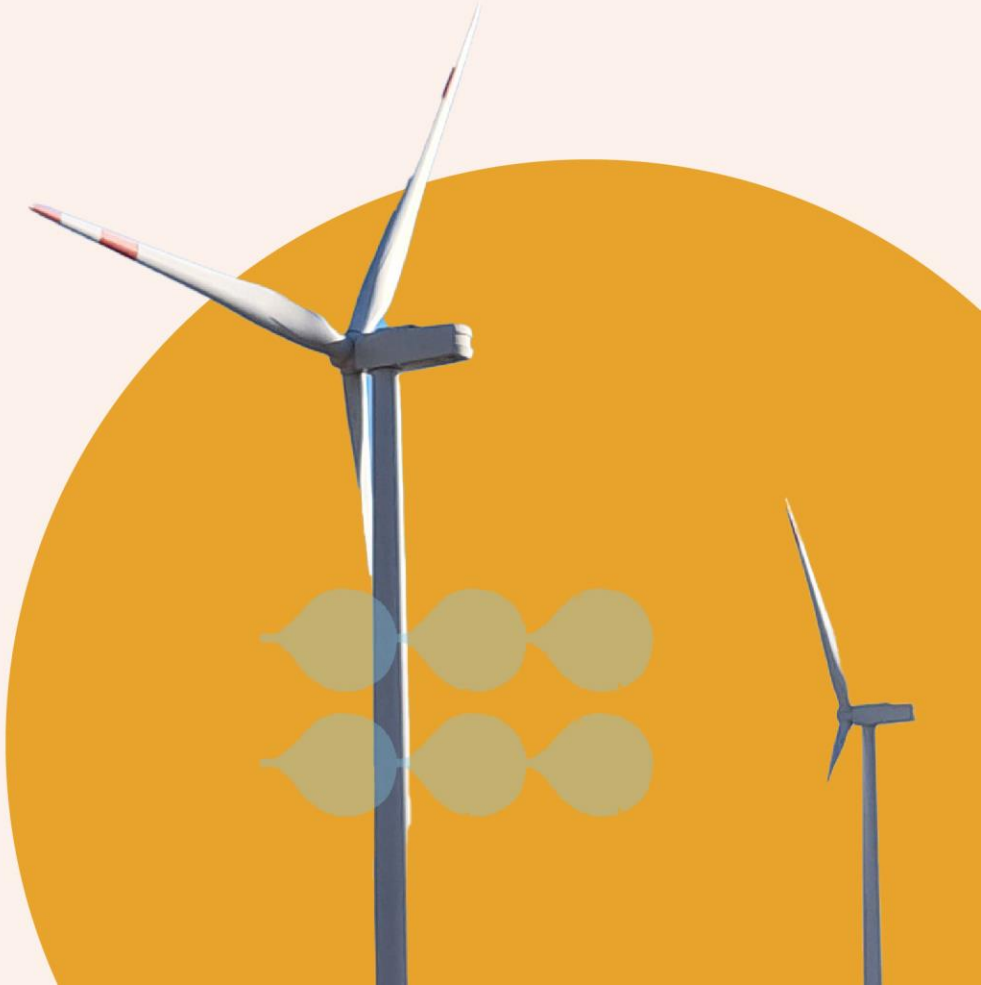
SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

10 AÑOS Generación Distribuida

Índice

- Marco Técnico Regulatorio
- Evaluación Inicial y Análisis de Factibilidad Técnica
- Diseño de un Sistema Fotovoltaico
- Selección de equipamiento de generación
- Componentes de la instalación fotovoltaica residencial y su autorización
- Resumen del Proyecto

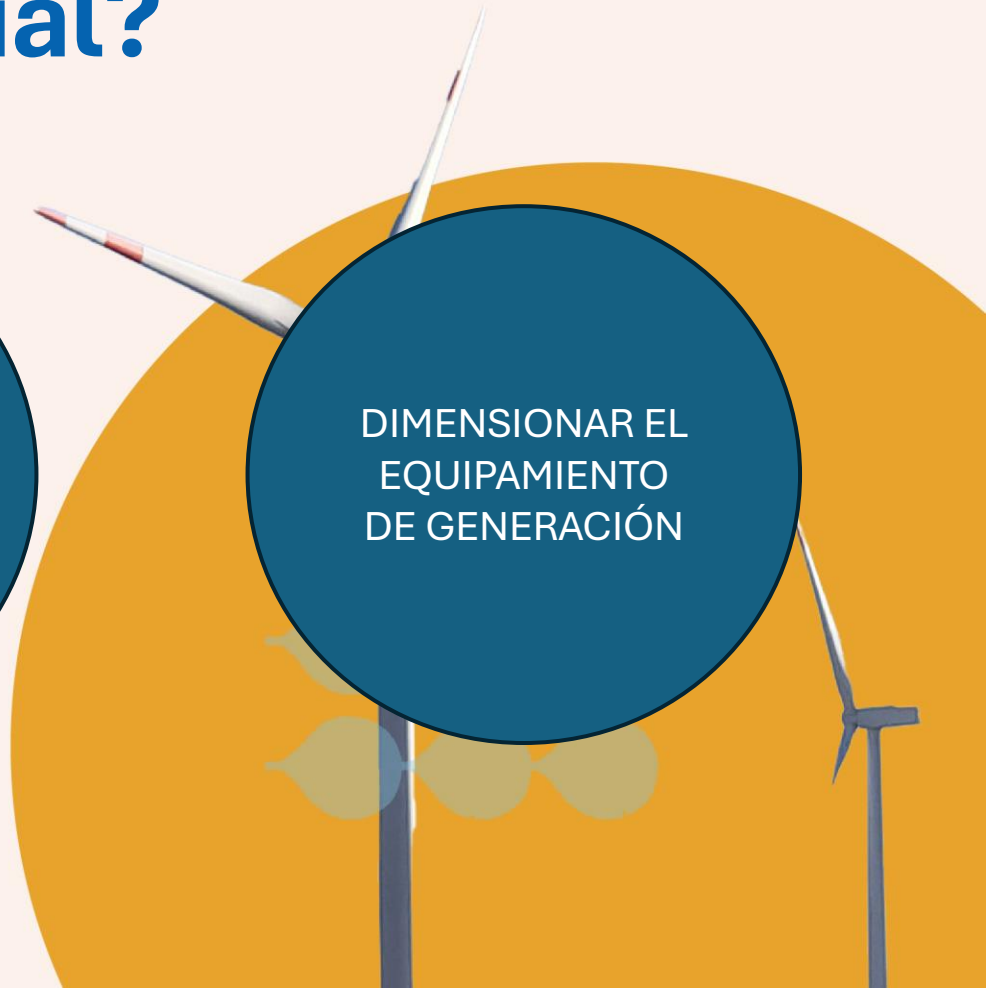


¿Qué debo considerar para diseñar un sistema de paneles fotovoltaicos del tipo Residencial?

REGULACIÓN VIGENTE

EVALUACIÓN Y FACTIBILIDAD TÉCNICA

DIMENSIONAR EL EQUIPAMIENTO DE GENERACIÓN



Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Marco Técnico y Regulatorio

Marco Técnico y Regulatorio

Generación distribuida para el autoconsumo (GDA)

Art. 149 Bis LGSE
DS 57 –año 2019

Proyectos de autoconsumo
Hasta 300 kW de capacidad instalada
Comúnmente conocido como Net billing

Autogeneración sin inyección

DS 8 –año 2019/Pliego RIC 9

Proyectos conectados a la red, pero sin inyecciones. Enfoque comercial
Sin límite específico de capacidad

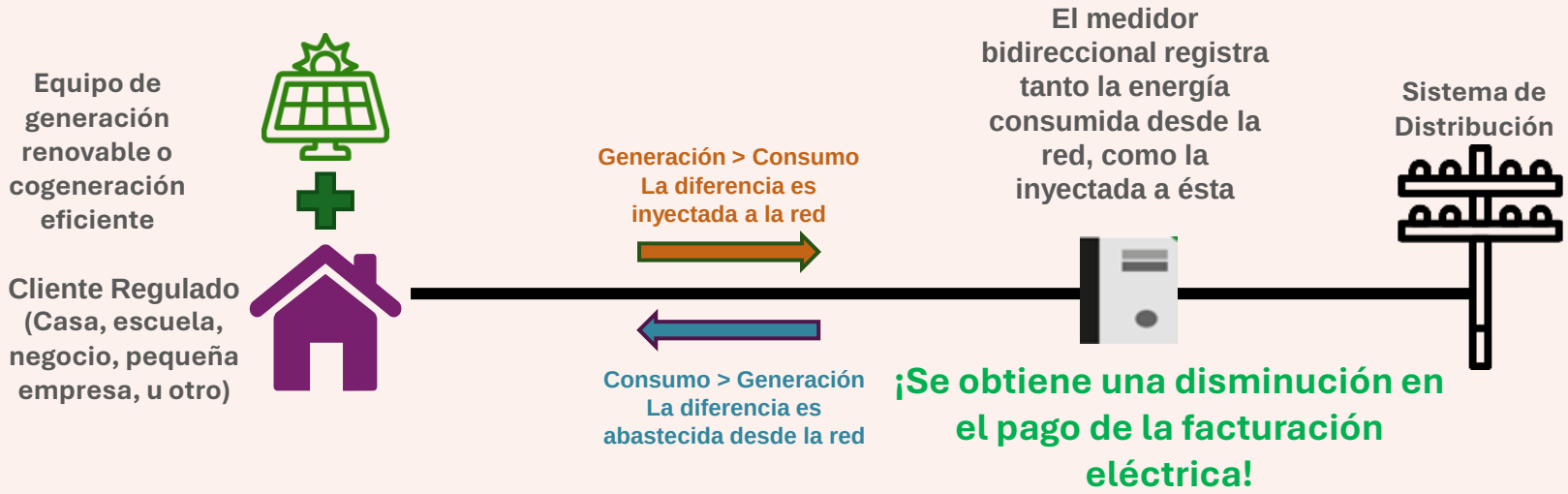
Generación Fotovoltaica Off-Grid

ITG 9.1

Proyectos Off Grid, sin conexión a la red de Distribución

Marco Técnico y Regulatorio

Son instalaciones de hasta 300 kW de potencia, que permiten generar energía mediante un medio renovable o de almacenamiento e inyectar energía a la red de distribución.



Marco Regulatorio

Pliegos Técnicos RIC

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO : RIC N°02.

MATERIA : TABLEROS ELÉCTRICOS.

FUENTE LEGAL : DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.

FUENTE REGLAMENTARIA : DECRETO N°8, DE 2019, DEL MINISTERIO DE ENERGÍA, REGLAMENTO DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

DICTADO POR : RESOLUCIÓN EXENTA N° 33.877, DE FECHA 30/12/2020, DE LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES.

1 Objetivos

El objetivo del presente pliego técnico es establecer los requisitos de seguridad que deben cumplir los tableros eléctricos en las instalaciones de consumo de energía eléctrica del país.

2 Alcance y campo de aplicación

Este pliego técnico aplica a todos los tipos de tableros de las instalaciones de consumo de energía eléctrica, en adelante e indistintamente, instalaciones.

3 Referencias normativas

Las normas técnicas a las que se hace referencia a continuación son parte integrante del presente pliego técnico y solo deben ser aplicadas en los puntos en los cuales son citadas.

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO : RIC N°04

MATERIA : CONDUCTORES, MATERIALES Y SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.

FUENTE LEGAL : DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.

FUENTE REGLAMENTARIA : DECRETO N°8, DE 2019, DEL MINISTERIO DE ENERGÍA, REGLAMENTO DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

DICTADO POR : RESOLUCIÓN EXENTA N° 33.877, DE FECHA 30/12/2020, DE LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES.

1 Objetivos

El objetivo del presente pliego técnico es establecer los requisitos de seguridad que deben cumplir los conductores, los materiales y los sistemas de canalización a utilizar en las instalaciones de consumo de energía eléctrica del país.

Ley N° 21.118 *
(modifica la ley eléctrica Art. 149 bis)

Reglamento DS N° 57
(Derogó el DS 71)

Norma Técnica
(NTCO - BT)**

- **Instructivo de comunicación RGR N°01/2020** ***
- **Instructivo de instalación fotovoltaica RGR N°02/2020** ***
- **Instructivo de instalación eólica RGR N°03/2020** ***
- **Instructivo de instalación hidro-eléctrica RGR N°04/2020** ***
- **Instructivo Instalación Cogeneración Eficiente RGR N°05/2020** ***
- **Instructivo Almacenamiento RGR N°06/2021**

** Modificó la Ley 20.571 (17.11.2018)*
*** Entró en vigencia el 05.06.2019*
**** Instructivos técnicos actualizados y en vigencia desde el 14.11.2020*

Marco Regulatorio

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

INSTRUCCIÓN TÉCNICA RGR N°01/2020: PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN DE ENERGIZACIÓN DE GENERADORAS RESIDENCIALES.

5.4 La comunicación de energización deberá realizarse a través de un instalador eléctrico autorizado en la clase que corresponda, con su licencia vigente, **quien acreditará que dicha instalación ha sido proyectada, ejecutada e inspeccionada, cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento o disposiciones que lo reemplacen y en las normativas técnicas que resulten aplicables en el diseño y construcción de este tipo de instalación.**

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Evaluación Inicial y Análisis de Factibilidad Técnica

Evaluación y Factibilidad Técnica

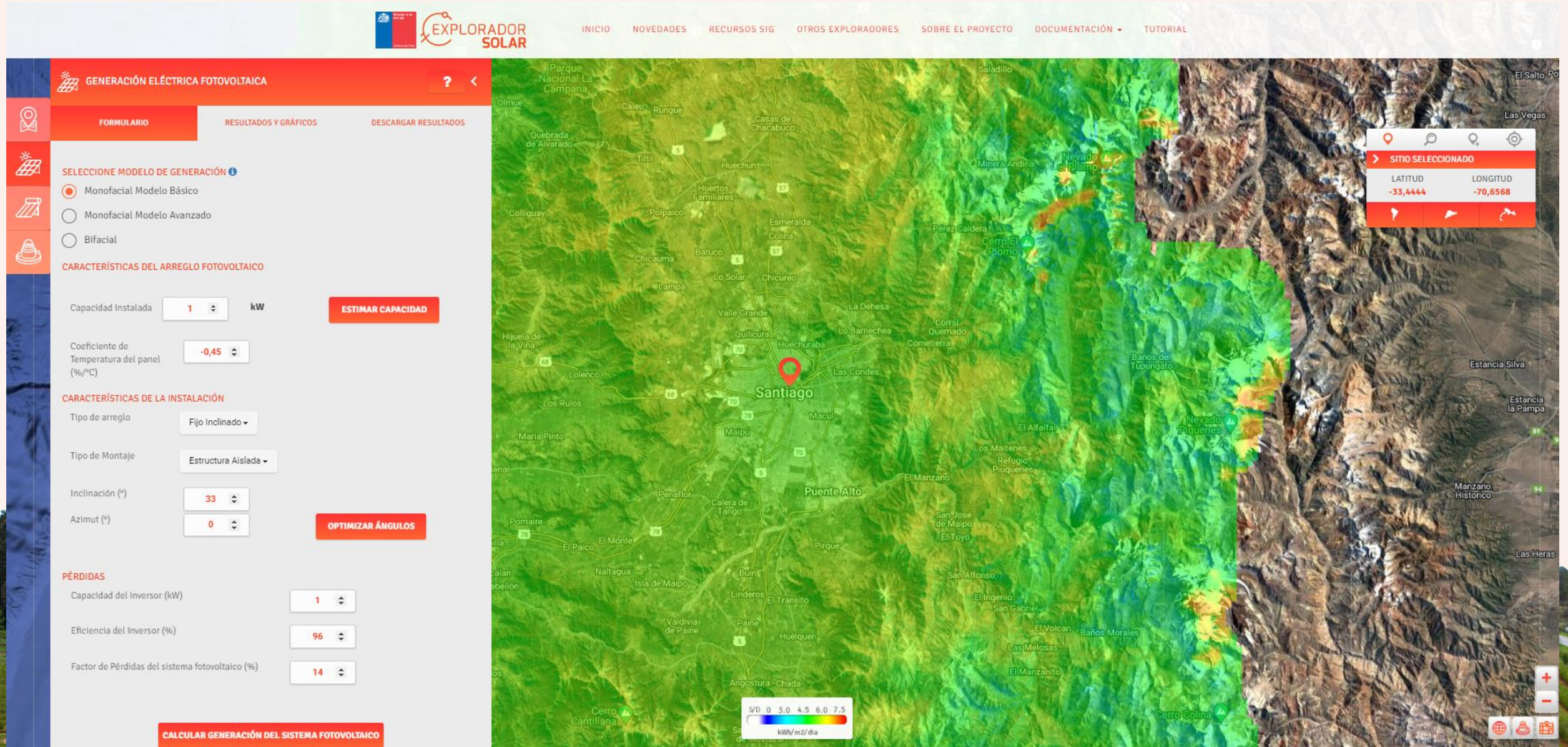
Ubicación Geográfica

Consumo Energético Actual

Evaluación del Techo

Factibilidad Técnica: Ubicación Geográfica

Factibilidad Técnica: Ubicación Geográfica



Factibilidad Técnica: Consumo Energético

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico		
Administración del servicio	$	684
Electricidad Consumida (426kWh)	$	48.100
Transporte de electricidad	$	6.840
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	$	345
Arriendo Medidor	$	358
Monto afecto a impuesto	$	46.793
Iva	$	8.891
Monto exento a impuesto	$	644
Total boleta	**$**	**56.328**
Otros Cargo/abonos	$	0
Saldo anterior	$	**0**
Total a pagar		**$ 56.328**

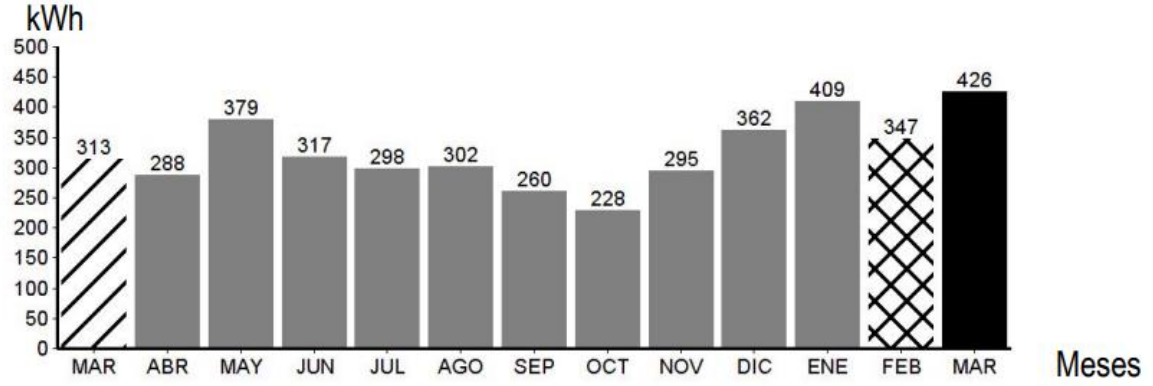
Mi consumo en el mes actual

Para determinar cuánta electricidad consumiste en el mes, se considera lo que marca tu medidor en la "lectura actual" y se le resta lo que marcó en tu "lectura anterior".

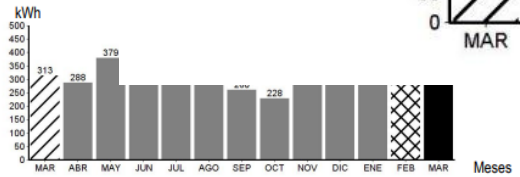
Período de lectura 01/03/2023-31/03/2023 — **Fecha estimada próxima lectura: 28/04/2023**

Medidor	Propiedad	Lecturas(kWh)		Constante	Consumo medidor
0202751817	Compañía	Actual	29201,000	1,00	**426 kWh**
		Anterior	-28775,000		

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?



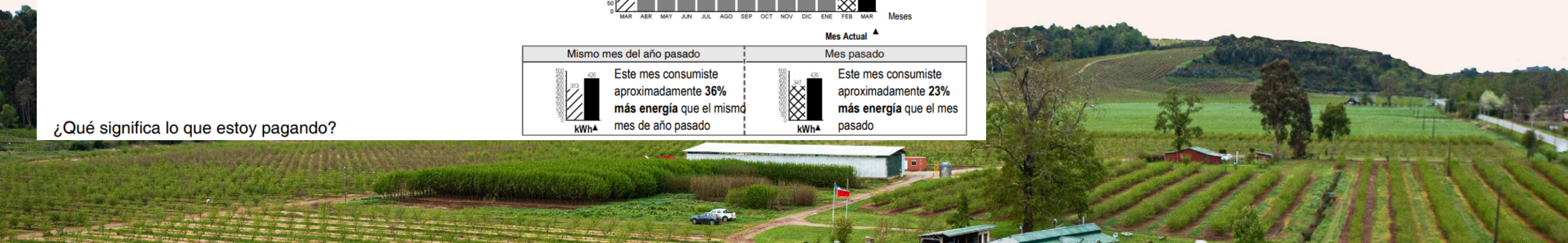
¿Cuál fue mi cons



Mes Actual ▲

Mismo mes del año pasado	Mes pasado
Este mes consumiste aproximadamente **36%** **más energía** que el mismo mes de año pasado	Este mes consumiste aproximadamente **23%** **más energía** que el mes pasado

¿Qué significa lo que estoy pagando?



Estimación de radiación y potencia para la instalación

https://solar.minenergia.cl/inicio

EXPLORADOR SOLAR

Reporte
Calcular el ahorro en la cuenta de luz
01/09/2024

1 Introducción

Este reporte contiene un resumen de los resultados del análisis de prefactibilidad sistema fotovoltaico, obtenido con datos radiación y generación eléctrica de la calc del Explorador Solar del Ministerio de Energía. **Notas**:

- El ahorro monetario presentado en este reporte es sólo una referencia y **no** de como el ahorro real. Los valores del kilowatt-hora utilizados corresponden a lo de 2019. El Ministerio de Energía no se hace responsable por futuras diferenc real obtenido y los resultados de esta herramienta.
- Los cálculos aquí entregados no consideran las posibles sombras generadas po y otras estructuras sobre los paneles fotovoltaicos, ni su degradación.
- En el cálculo no se consideran sistemas de almacenamiento.

2 Ubicación

En esta sección se muestra información geográfica del sitio escogido por el usuario.

Tabla 1: Ubicación del sitio seleccionado.

Comuna	PUENTE ALTO
Latitud	33,5693 °S
Longitud	70,551 °O

Figura 1: Mapa del sitio seleccionado

3 Instalación Fotovoltaica

Esta sección muestra las características técnicas del sistema fotovoltaico evaluado.

Tabla 2: Características técnicas del arreglo fotovoltaico.

Tipo Arreglo	Panel Inclinado
Tipo Montaje	Paralelo al Techo
Inclinación	34 °
Azimut	0 °
Superficie	30 m^2
Tamaño del sistema	3,0 kW

Nota: Los ángulos del panel no han sido optimizados.

4 Cálculo de ahorro

Esta sección presenta el resultado del ahorro monetario estimado a partir de la generación anual de la instalación fotovoltaica y la tarifa eléctrica, de acuerdo a la empresa distribuidora **CGED**. En este caso la tarifa seleccionada es **BT1**, la cual está sujeta a la Ley 20.571 de Generación Distribuida y sus modificaciones.[1], para clientes regulados. El ahorro dependerá de la proporción entre el consumo y la inyección de la electricidad generada por el sistema fotovoltaico, siendo mayor en el caso que esta generación se consuma mientras es producida durante el horario diurno.

La Tabla (3) presenta información sobre la tarifa eléctrica, el consumo del cliente, la energía generada anualmente por el sistema fotovoltaico, los ahorros obtenidos para el proyecto y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El menor valor de la tarifa considera que el total de la generación de electricidad del panel fotovoltaico **NO** fue consumida, sino que inyectada a la red de distribución. Mientras que el mayor valor considera que no hay excedentes inyectados a la red, sino que todo se autoconsume. Esto se traduce en qu ahorro anual estimado es **menor** en el caso que el total de la electricidad generada por el pa inyectada a la red y es **mayor** en el caso que el total de electricidad se autoconsume, es decir existen excedentes.

Tabla 3: Resultados generales.

Consumo Mensual Promedio	367.83 kWh
Empresa	CGED
Tipo Tarifa	BT1
Valor Tarifa[2] (sin IVA)	72,3 - 109,75 $/kWh
Energía generada anualmente[3]	3.984 kWh
Ahorro anual (con IVA)	$342.820 - $520.377
Emisiones Evitadas	1,582 tonCO_2/año

[1] Para informarte más sobre la ley de Generación Distribuida visita `http://www.minenergia.cl/generaciondistribuida/`
[2] Valor Tarifa Suministro, en su cargo por energía inyectada y electricidad consumida, incluyendo cargos por compra de potencia y potencia base suministrada en su componente de distribución, para clientes regulados.
[3] Asume una mantención y limpieza periódica de los paneles fotovoltaicos y un 14% de pérdidas operacionales para el cálculo de energía generada anualmente.

Con una instalación de 3kW podría tener una generación eléctrica de:

- **3.984 kWh anual**
- **332 kWh mensual (promedio)**

*Asume una mantención y limpieza periódica de los paneles fotovoltaicos y un 14% de perdidas operacionales para el cálculo de energía generada anualmente.

Estimación de radiación y potencia para la instalación

CONCLUSIÓN

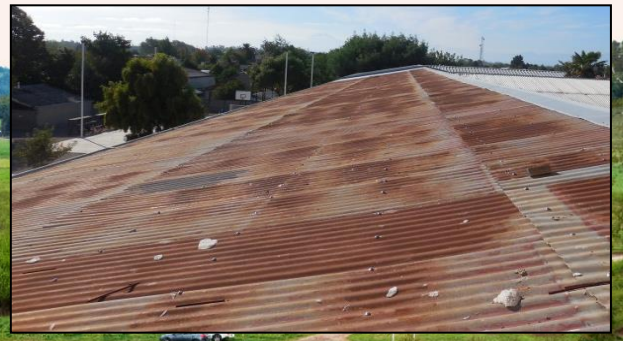
- Promedio consumo energético anual: 367,83 kWh – tarifa BT1
- El Transformador asociado a mi N° de cliente tiene 88% de disponibilidad (132 kW de disponibilidad y 17,6 kW de EG conectados).

Con una instalación de 3kW podría tener una generación eléctrica de:

- **3.984 kWh anual**
- **332 kWh mensual (promedio)**

Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

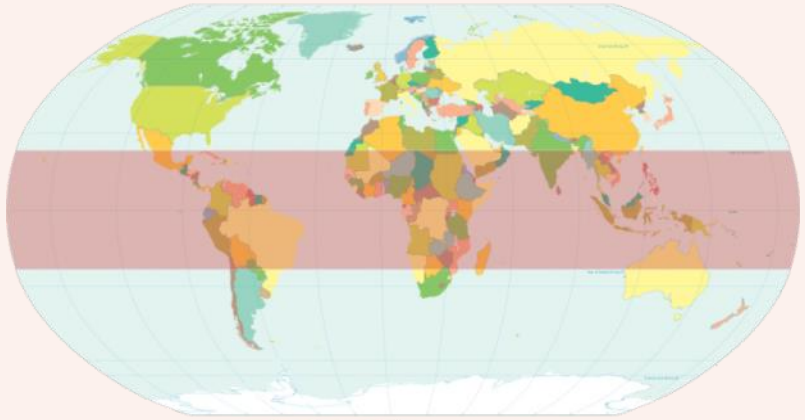
- ✓ Ubicación y espacio disponible del recinto donde se instalará el sistema fotovoltaico
- ✓ Tipo de techo
- ✓ Estado del techo
- ✓ Condiciones de salinidad del ambiente **(*Certificación IEC 61701 – resistencia del módulo FV al ambiente salino*)**

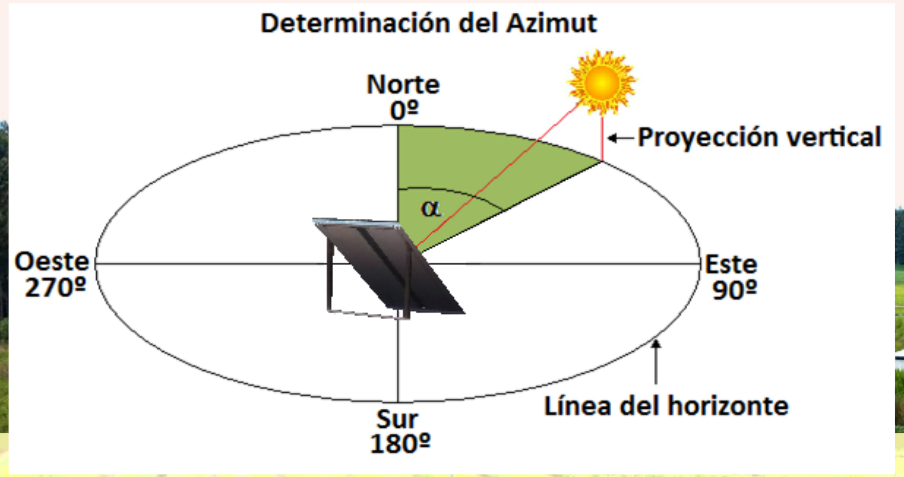


Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

Orientación e inclinación de paneles FV

- Orientación Norte Desviación recomendada Max. 45° Oeste y Este.
- Inclinación recomendadas 15° y 40°(Óptimo la latitud donde se ubica la Instalación)
- **Lo Mejor es respetar la pendiente del techo**





Ciudad	Latitud	Inclinación recomendada
Calama	22 S	20°
Santiago	33 S	30°
Parral	36 S	30°

Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

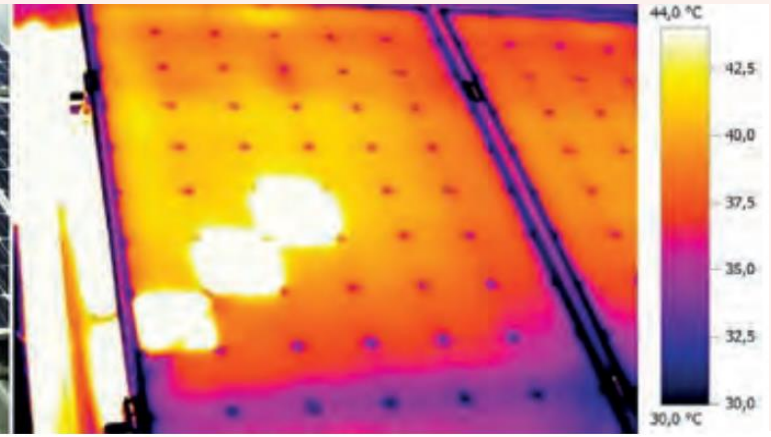
UBICACIÓN DONDE SE INSTALARÁ EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

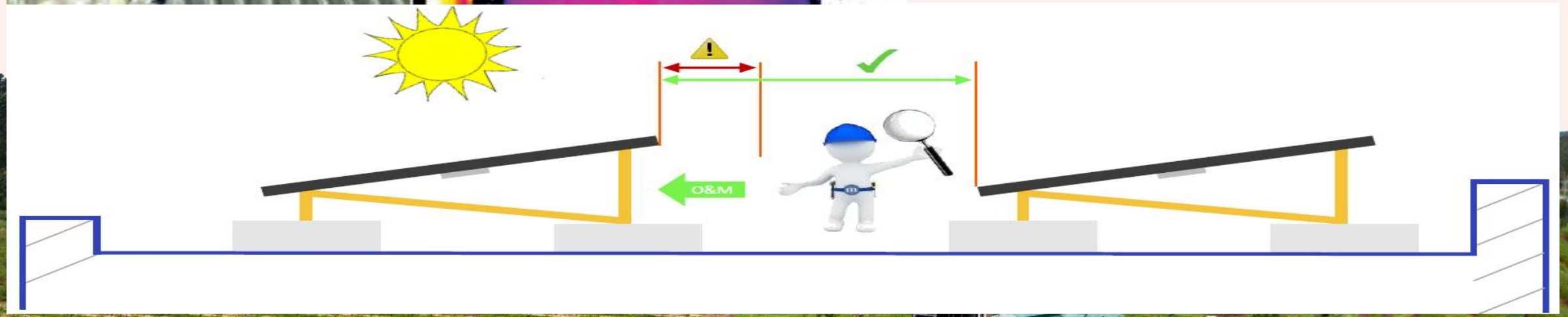
Identificación de Objetos sobre el tejado – Evaluación de posibles sombras

Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

Efecto sombra:

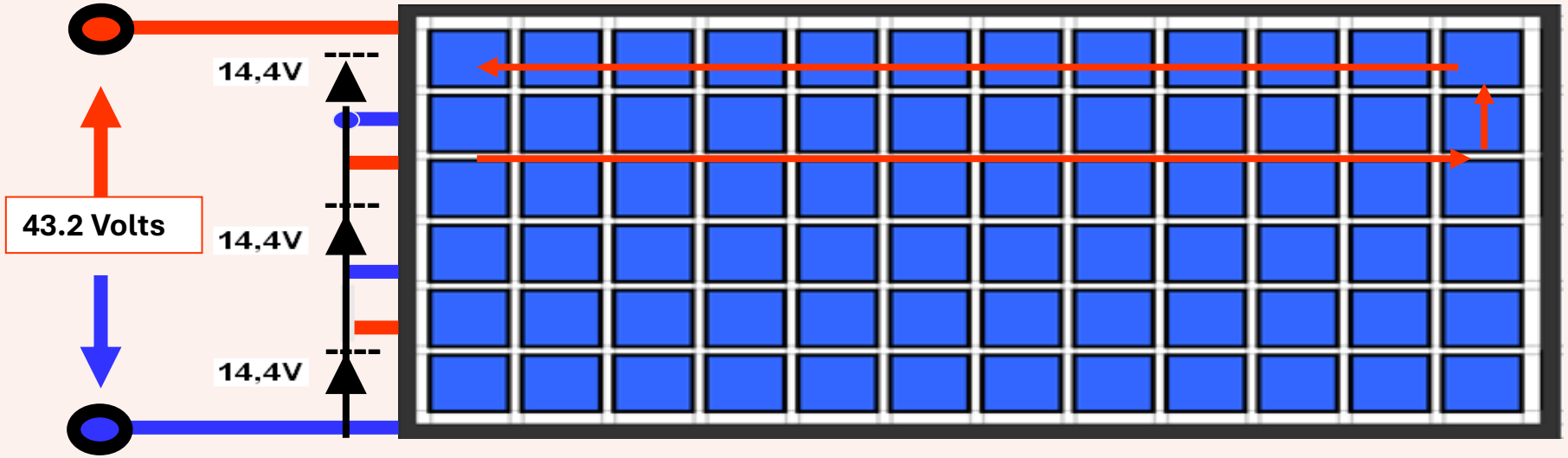
- Produce menos energía
- Aumenta la temperatura en el módulo afectado
- Reduce la vida útil y produce puntos calientes
- Disminución del rendimiento del sistema

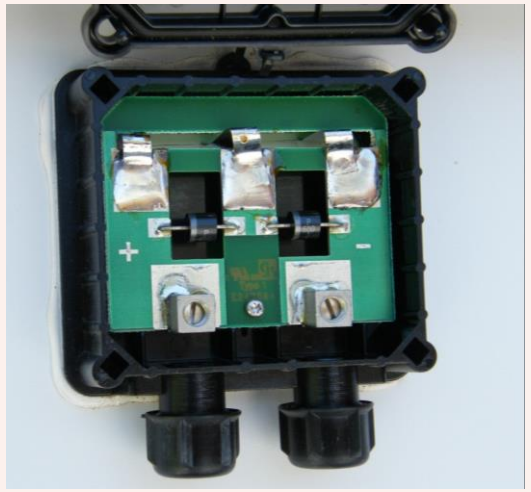




Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

Para evitar que las **células sombreadas** afecten a todo el string se incluyen **diodos de Bypass** en los paneles FV.





Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo

INSTRUCCIÓN TÉCNICA RGR N°02/2020: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A REDES DE DISTRIBUCIÓN

6.2 Para la instalación, limpieza y mantenimiento del sistema fotovoltaico en techumbres, se deberá contar con el espacio físico para poder colocar o apoyar una escalera que permita un acceso seguro. Se debe considerar que los paneles fotovoltaicos y su estructura en ningún caso deberán sobresalir del perímetro del techo, con el fin de evitar el efecto vela.

7.3 La estructura de soporte de la unidad de generación fotovoltaica debe ajustarse a la superficie de la instalación, ya sea horizontal o inclinada, y el método de anclaje deberá soportar las cargas de tracción y corte, mantener la estructura firme y evitar posibles volcamientos por la acción de sismo, viento o nieve.

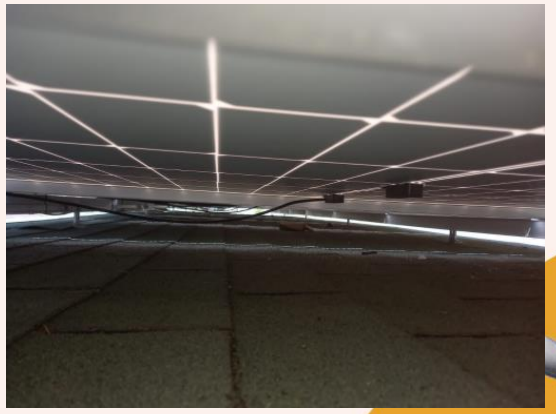
8.9 Se deberán minimizar las pérdidas de rendimiento del sistema fotovoltaico condicionadas por las sombras sobre los paneles fotovoltaicos.

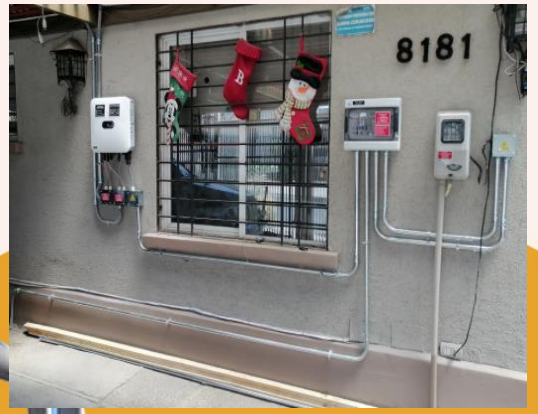
Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

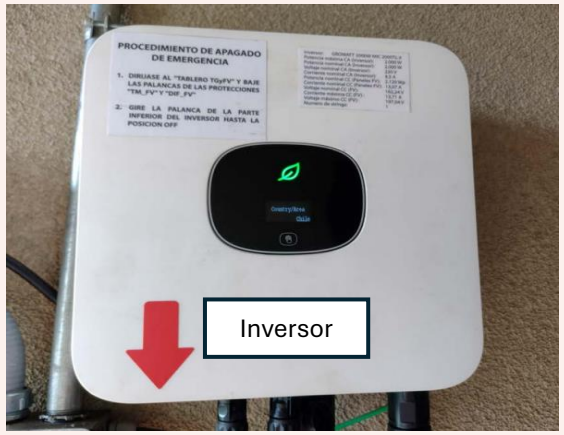
SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

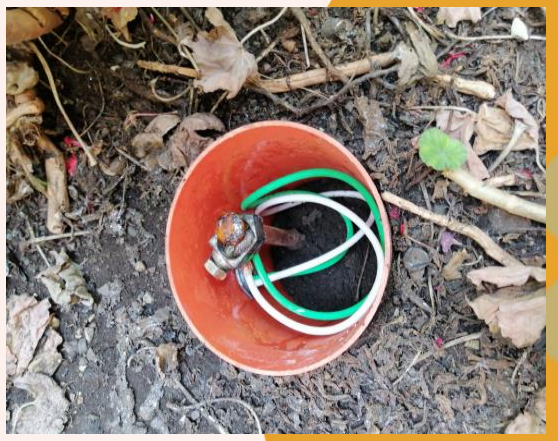
Diseño Eléctrico de un Sistema Fotovoltaico Residencial

Partes de una Instalación









Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

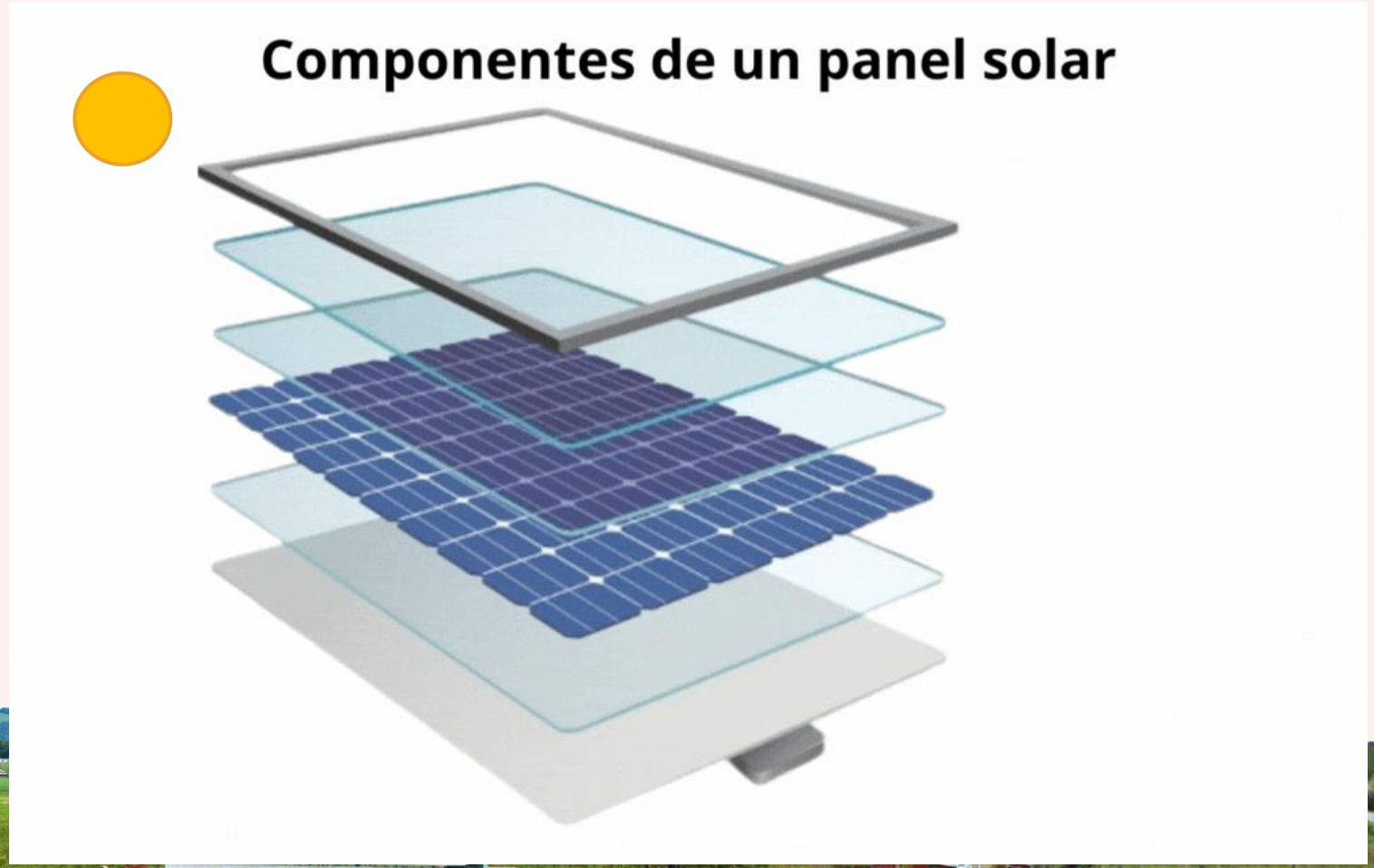
Condiciones Iniciales

- Instalación fotovoltaica de 3 kW
- Techo con inclinación
- Capacidad Empalme 40 A / 8,8 kW*

*Anexo 1.3 del RIC N°01

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

¿Qué panel debo seleccionar?



Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Monocristalino

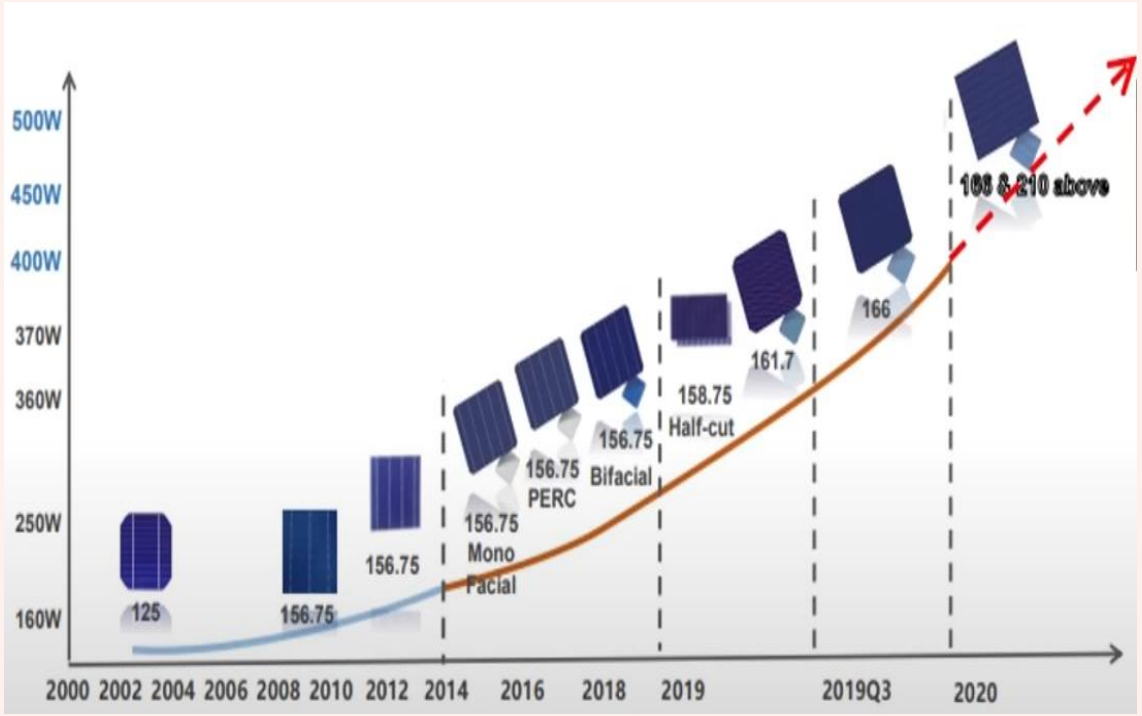
Están hechos de celdas solares de silicio monocristalino.
Esto significa que cada celda está cortada de un único cristal de silicio puro

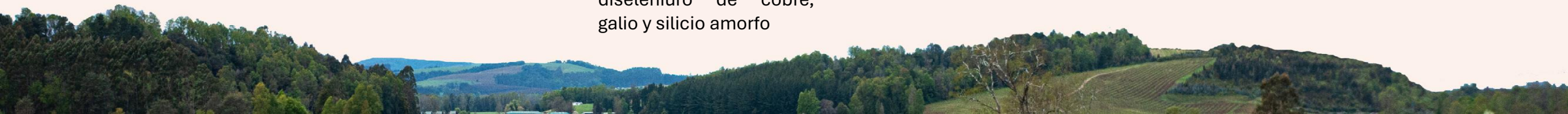
Policristalino

Están hechos de celdas solares de silicio policristalino. Estas celdas se fabrican a partir de fragmentos de silicio que se funden juntos para formar bloques

Capa Fina

Se fabrican depositando una o varias capas de material sobre una base de vidrio, plástico o metal. Los materiales más comunes utilizados son teluro de cadmio, diseleniuro de cobre, galio y silicio amorfo

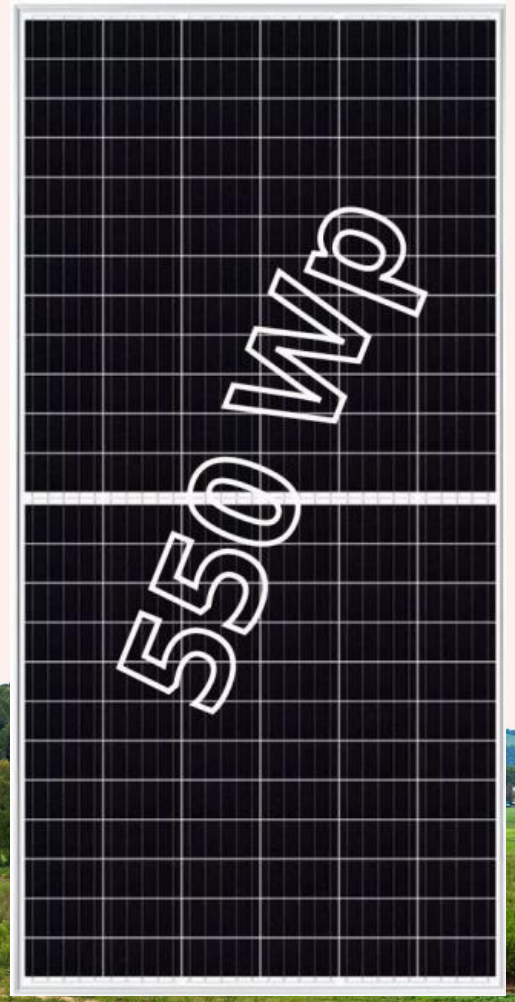




Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

- Rieles
- Bases tipo L
- Sujeciones finales
- Sujeciones intermedias

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial



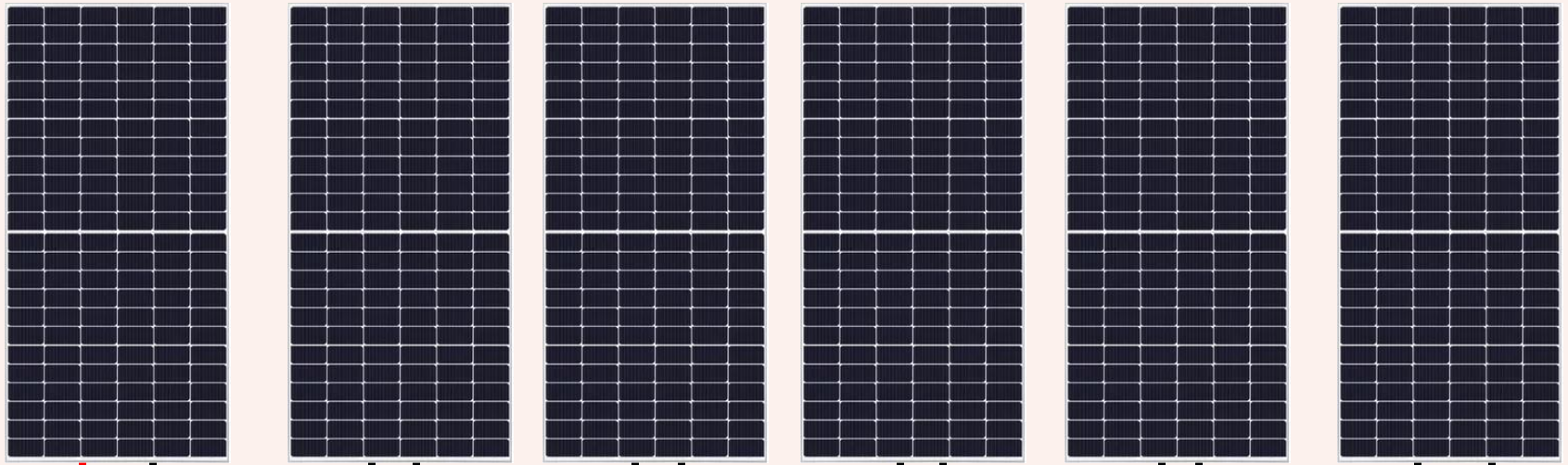
potencia_nominal	550 Wp
Voltaje de Circuito Abierto	49.8 VDC
Corriente de Cortocircuito	13.94 A
voltaje_de_potencia_max	42.2 VDC
corriente_de_potencia_max	13.04 A
eficiencia	21.3%
Tipo de Celda Solar	Monocristalino
Configuración de Celda	144 Celdas (6x12 + 6x12)
Peso	27.8 Kg
Marco Panel Solar	Aleación de aluminio anodizado, color plateado.
Temperatura de Operación	-40 a 85°C
Voltaje Máximo de Sistema	1500 VDC
Celdas de Certificación	IEC 61215: 2016
Dimensiones	2279x1134x35mm

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Especificaciones eléctricas	
Entrada desde paneles	
Potencia de entrada máxima	3900W
Tensión de entrada máxima	600VCC
Rango de funcionamiento MPPT	50~550VCC
Tensión de arranque	50VCC
Tensión de entrada nominal	360VCC
Corriente de entrada máxima por MPPT	15A
Corriente de entrada en cortocircuito máxima por MPPT	18.75A
Número de seguidores MPPT	1
Línea de paneles permitida por MPPT	1
Salida	
Potencia nominal de salida	3000W
Potencia aparente nominal de salida	3000VA
Potencia activa máxima de salida	3000W
Potencia aparente máxima de salida	3000VA
Tensión nominal de salida	230VCA
Rango de tensión de salida	154~288VCA
Frecuencia nominal de la red	50 / 60Hz
Rango de frecuencia de la red	45~55 Hz (para 50Hz) / 57~63 Hz (para 60Hz)
Máx. corriente de salida (A)	14.3

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

49,8 Voc 13,94 A	+	49,8 Voc 13,94 A	+	49,8 Voc 13,94 A	+	49,8 Voc 13,94 A	+	49,8 Voc 13,94 A	+	49,8 Voc 13,94 A	=	Total: 298,8 Voc Total: 13,94 A



Potencia de Paneles FV
550 W x 6 = 3300 W

Tensión de entrada máxima	600VCC
Rango de funcionamiento MPPT	50~550VCC
Tensión de arranque	50VCC
Tensión de entrada nominal	360VCC
Corriente de entrada máxima por MPPT	15A
Corriente de entrada en cortocircuito máxima por MPPT	18.75A

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Sección nominal	Corriente máxima admisible. Un único cable al aire libre. Tª amb.: 30°C (1) y (6)	Corriente máxima admisible. Un único cable en contacto con una superficie. Tª amb.: 30°C (1) y (6)	Corriente máxima admisible. Dos cables cargados en contacto con una superficie. Tª amb.: 30°C (1) y (6)
mm²	A	A	A
1 X 4	57	54	45
1 X 6	72	69	58
1 X 10	98	98	80
1 X 16	132	130	107
1 X 25	183	174	138
1 X 35	227	215	171

11.12 Los conductores a utilizar en la unidad de generación fotovoltaica deberán ser conductores tipo fotovoltaicos con la designación H1Z2Z2-K o equivalentes, que cumplan con los requisitos para su uso en sistemas fotovoltaicos en conformidad a la norma UNE-EN 50618.

11.24 Los conductores para corriente continua se identificarán o marcarán de color rojo para el conductor positivo, negro para el conductor negativo y verde o verde/amarillo para el conductor de tierra de protección, para el cableado de corriente alterna deberá ajustarse a lo indicado en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía.

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Sección nominal	Corriente máxima admisible. Un único cable al aire libre. Tª amb.: 30°C (1) y (6)	Corriente máxima admisible. Un único cable en contacto con una superficie. Tª amb.: 30°C (1) y (6)	Corriente máxima admisible. Dos cables cargados en contacto con una superficie. Tª amb.: 30°C (1) y (6)
mm²	A	A	A
1 X 4	57	54	45
1 X 6	72	69	58
1 X 10	98	98	80
1 X 16	132	130	107
1 X 25	183	174	138
1 X 35	227	215	171

11.16 Los conductores de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

11.17 Los conductores del lado de CC, deberán ser dimensionados para transportar una corriente no inferior a 1,25 veces la corriente máxima del circuito fotovoltaico.

Cálculo Caída de Tensión CC

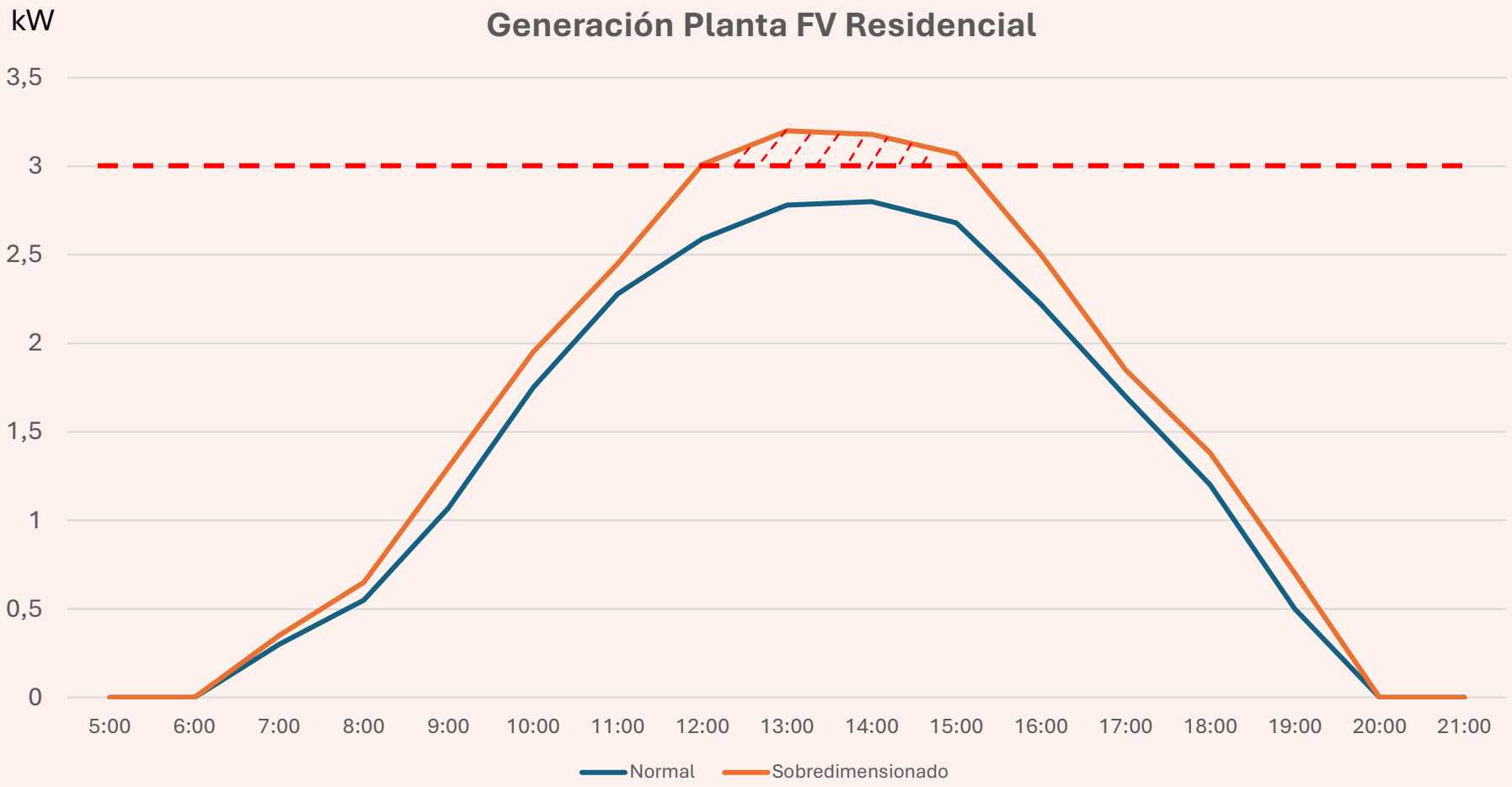
$$\Delta V = \frac{2 * L * \rho * I}{S}$$

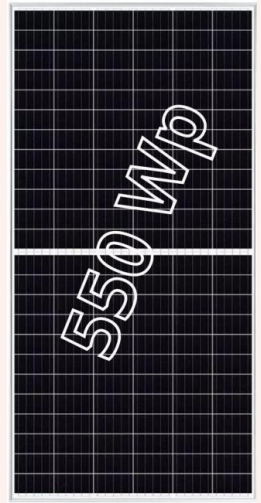
L: Largo conductor
ρ: Resistividad cobre
I: Corriente
S: Sección del cable

Cálculo de corriente máxima
Isc * 1,25 = Imax
13,94 * 1,25 = 17, 4 [A]

Tensión de entrada máxima	600VCC
Rango de funcionamiento MPPT	50~550VCC
Tensión de arranque	50VCC
Tensión de entrada nominal	360VCC
Corriente de entrada máxima por MPPT	15A
Corriente de entrada en cortocircuito máxima por MPP	18.75A

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial





Podemos generar más energía al sobredimensionar la planta. Considerando costos y ganancias extra, en general es conveniente una sobredimensión leve.

Potencia de Paneles FV
550 W x 6 = 3300 W

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

9.1 Todas las conexiones en CC deberán ser mediante conectores tipo MC4 u equivalente y deberán permitir un montaje rápido, manteniendo la seguridad, el nivel de aislamiento y la impermeabilidad del sistema. Estará prohibida la utilización de uniones por enroscamiento de conductores o uniones a través de regletas de conexión en el lado de CC.

9.2 Los conductores de CC empleados para las conexiones entre el inversor y los paneles deberán protegerse mecánicamente y llegarán siempre a una caja de derivación con el grado de protección correspondiente, la cual se ubicará debajo de los paneles y a través de la cual saldrán los conductores positivo y negativo del string mediante prensaestopas o dispositivos similares. La instalación se deberá realizar contemplando que los conductores queden protegidos mecánicamente en su máxima extensión, procurando que el tramo sin protección sea el menor posible.

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

9.4 Los arreglos y conexiones de las unidades de generación fotovoltaicos deberán ser diseñados y ejecutados con el objetivo que no se generen corrientes inversas entre los distintos string. En los arreglos que producto de su configuración, pueden generarse corrientes inversas, estas no deberán ser mayores que las corrientes inversas máximas que soportan los módulos o paneles fotovoltaicos, de lo contrario deberán ser limitadas mediante la utilización de diodos de bloqueo y/o protecciones de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos)

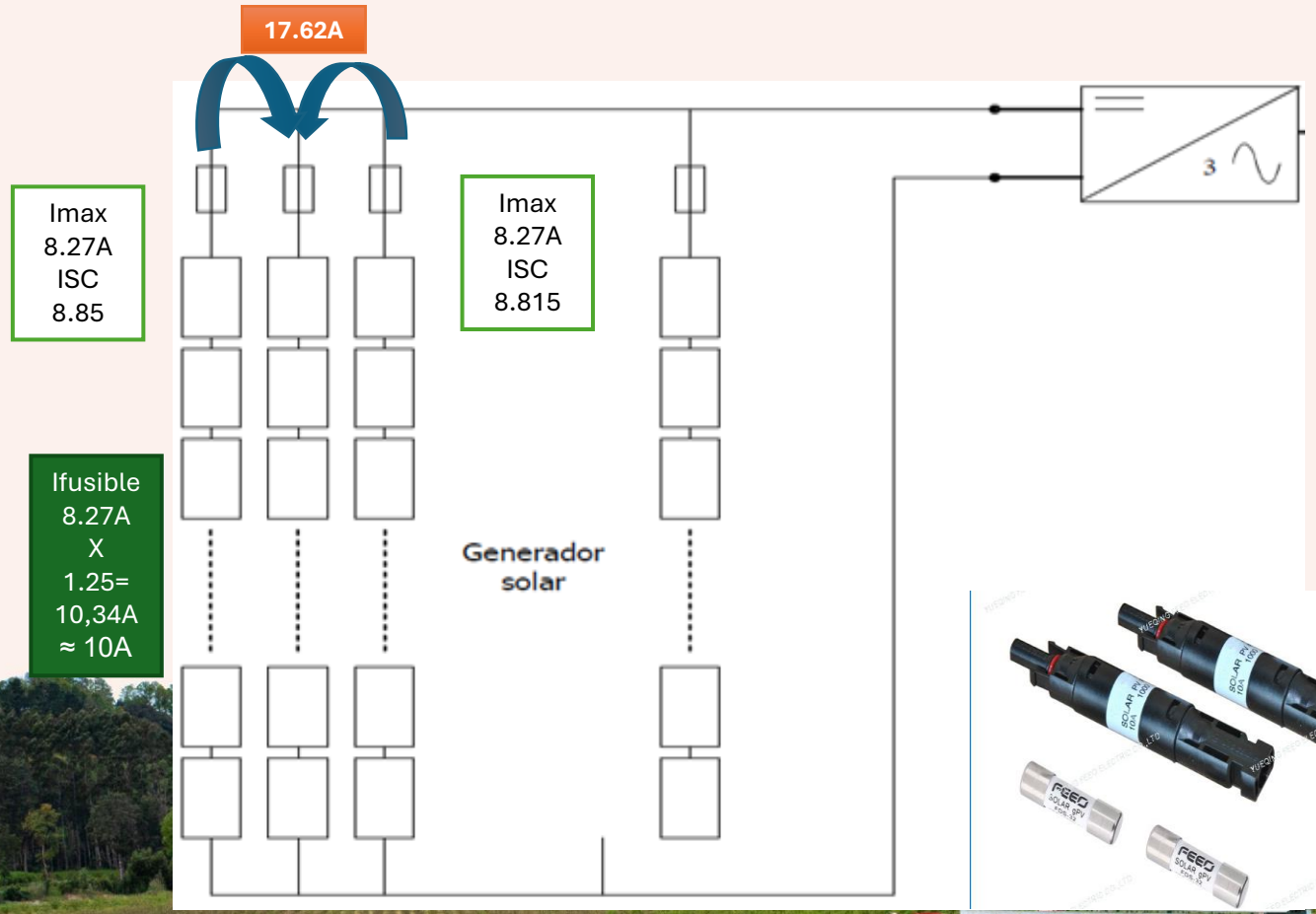
9.5 Cada arreglo o string de la unidad de generación fotovoltaico deberá conectarse al inversor fotovoltaico de la siguiente manera:

9.5.1 Directamente al inversor en forma independiente. Esta configuración será admitida en instalaciones que utilicen los inversores con configuración string, en que cada string se conecta directamente al inversor en positivo y negativo, sin ninguna conexión intermedia.

9.5.2 Mediante una caja de conexiones de string o junction box acorde a lo descrito en el punto 9.9. Se utilizará esta configuración para instalaciones que utilicen los inversores con configuración central o para inversores con configuración string empleados en aquellas instalaciones en las que sea necesario agrupar en paralelo dos o más strings.

RGR 02/2020

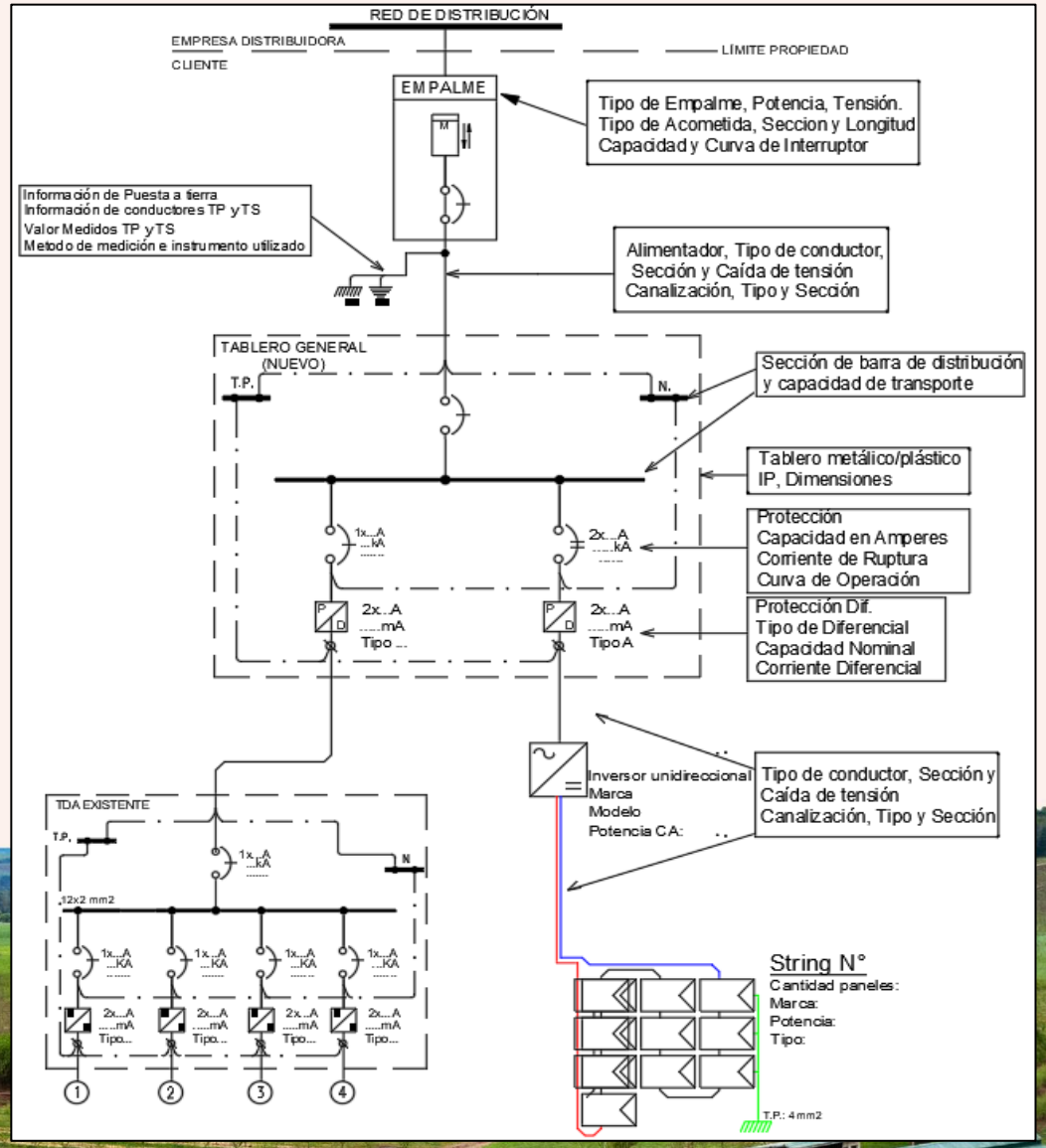
Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial



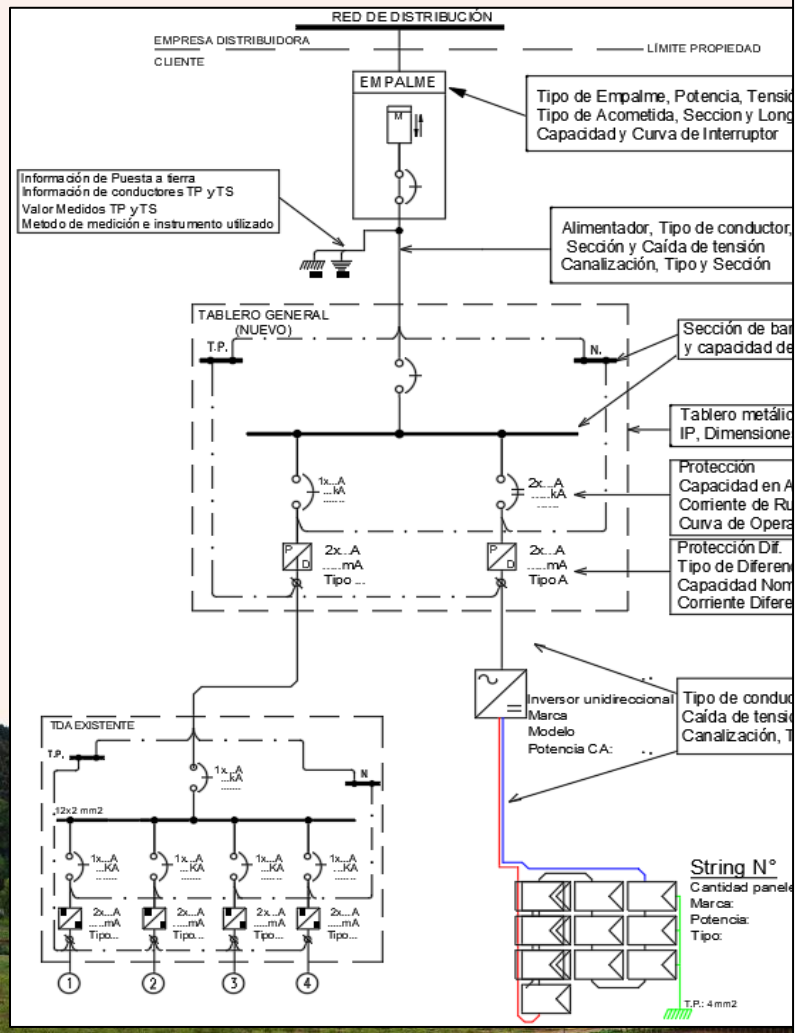
ESPECIFICACIONES

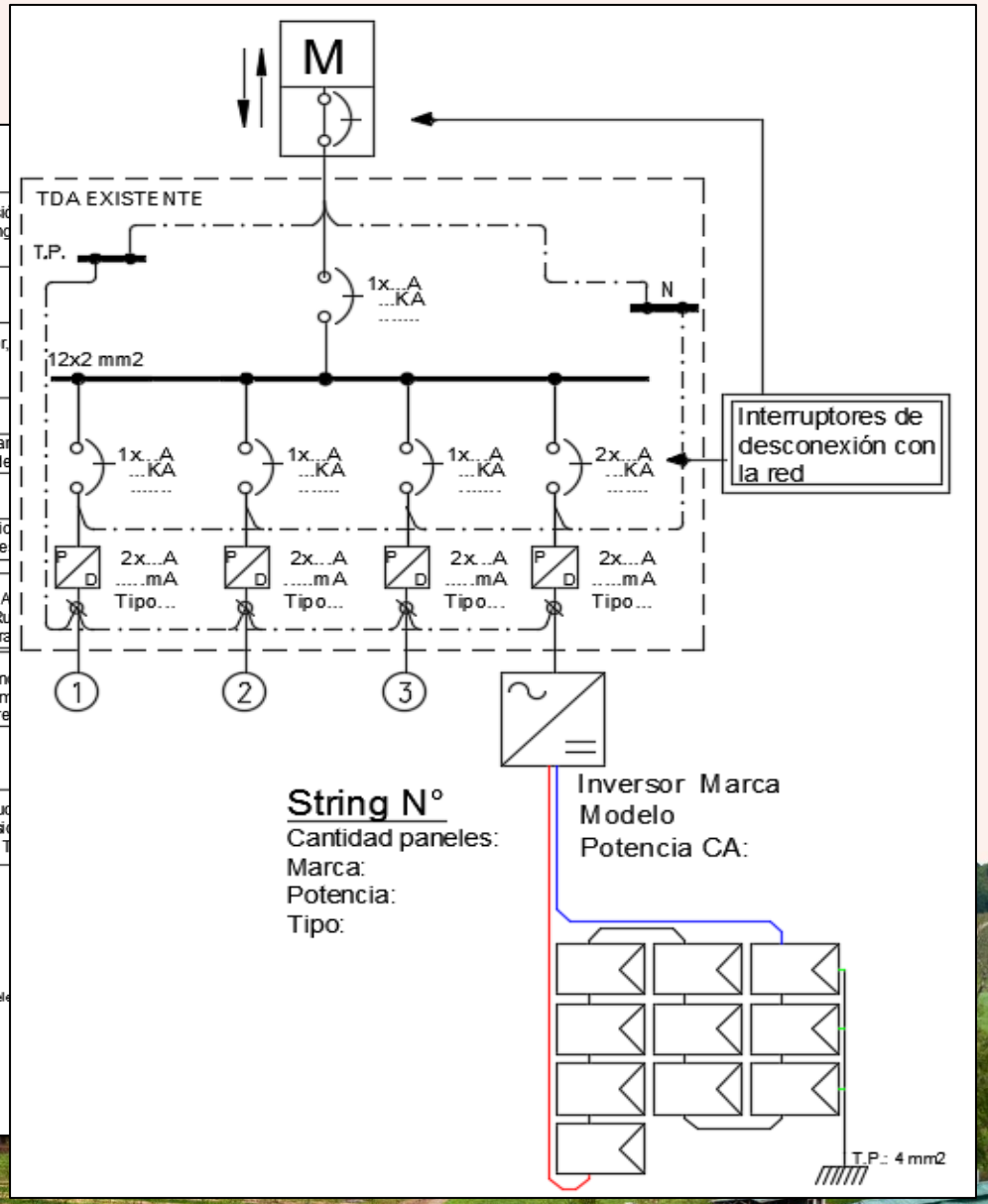
Tipo de módulo	JKM250P	
Potencia nominal (Pmáx)	250Wp	184Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	30.5V	28.0V
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	8.20A	6.56A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	37.7V	34.9V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.85A	7.21A
Eficiencia del módulo (%)	15.27%	
Temperatura de funcionamiento (℃)	-40℃~+85℃	
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)	
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A	
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%	
Coeficiente de temperatura de PMAX	-0.41%/℃	
Coeficiente de temperatura de VOC	-0.31%/℃	
Coeficiente de temperatura de ISC	0.06%/℃	
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2℃	

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

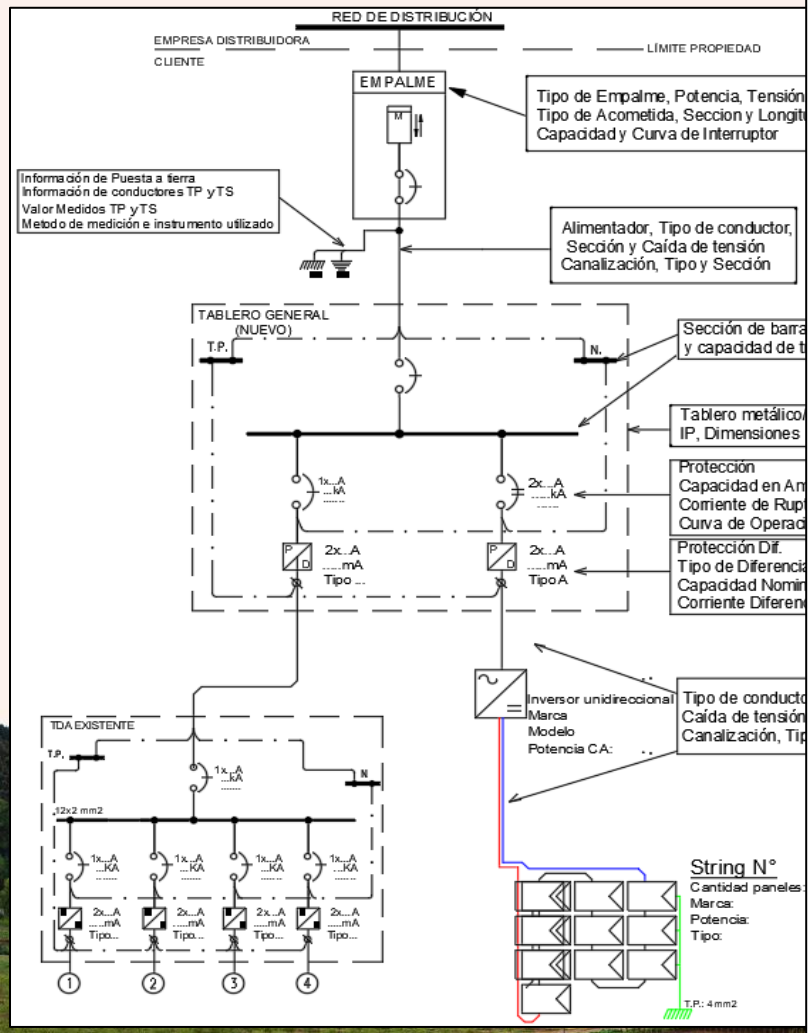


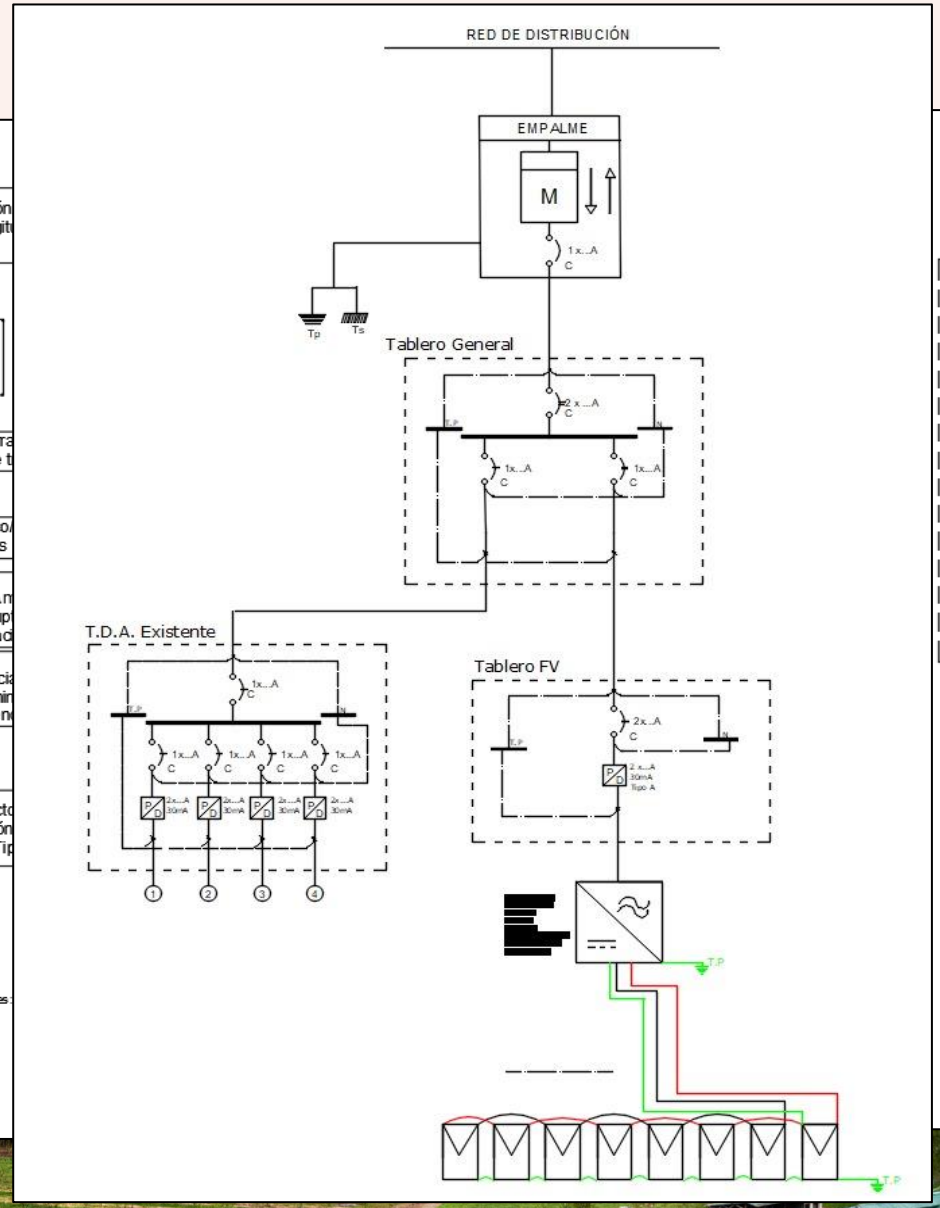
Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

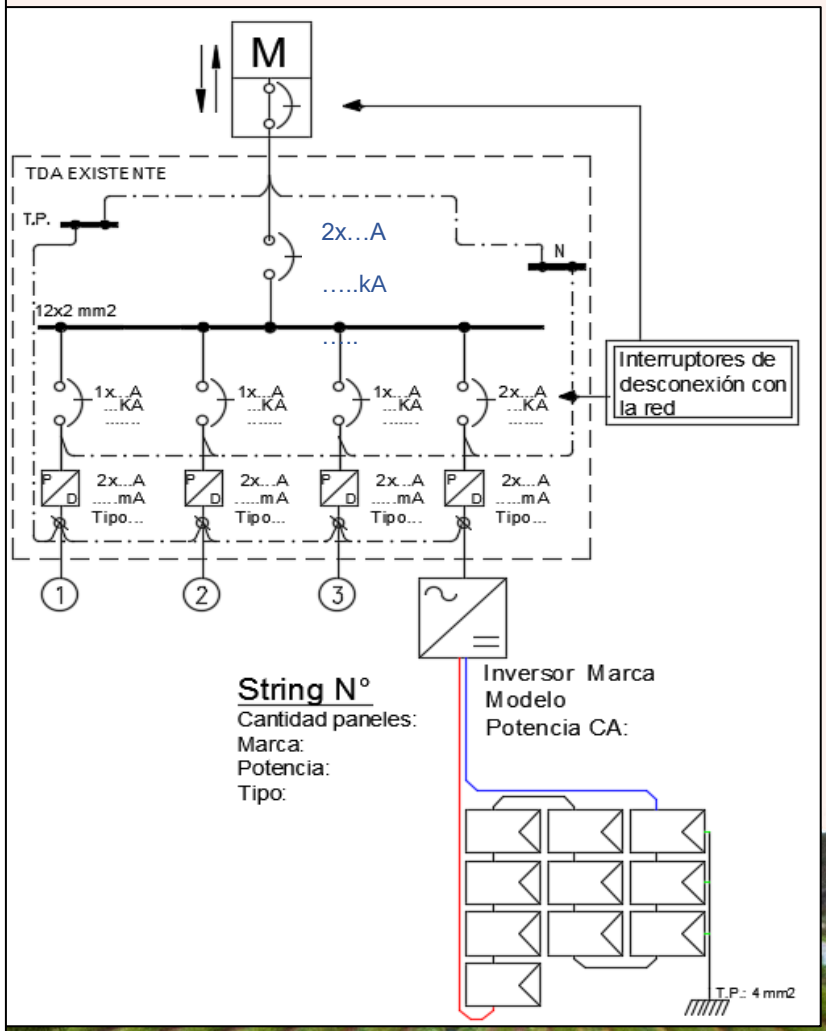




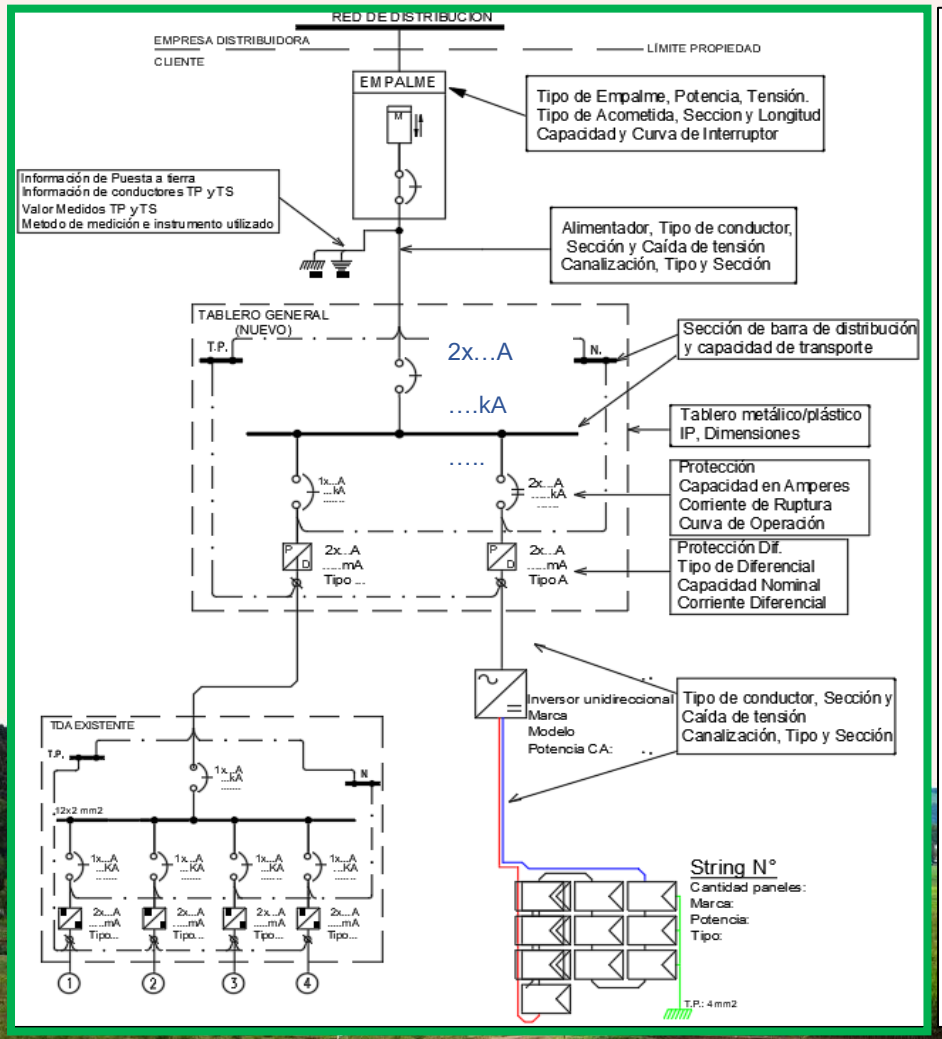
Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

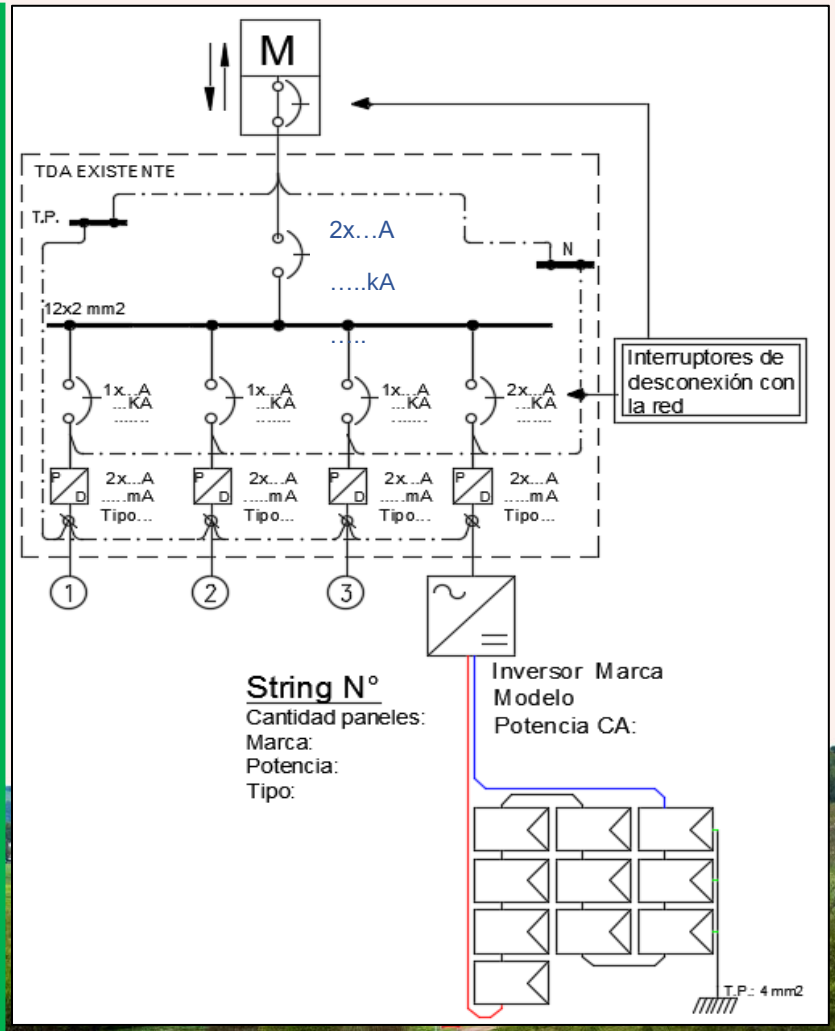


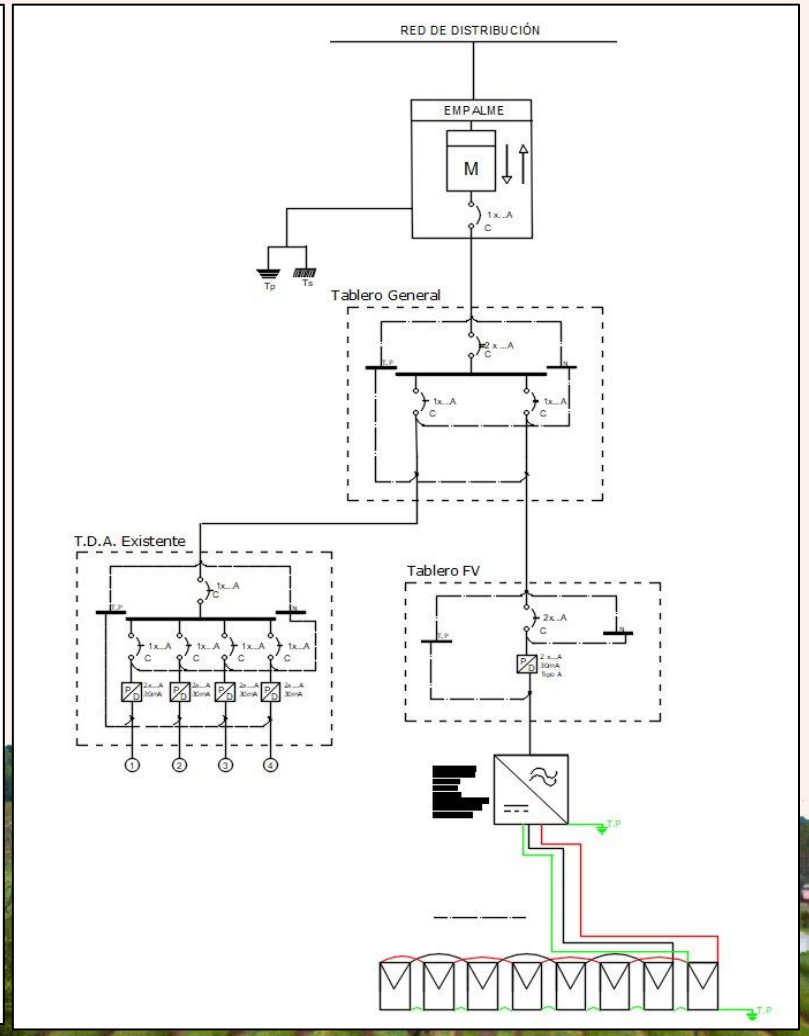




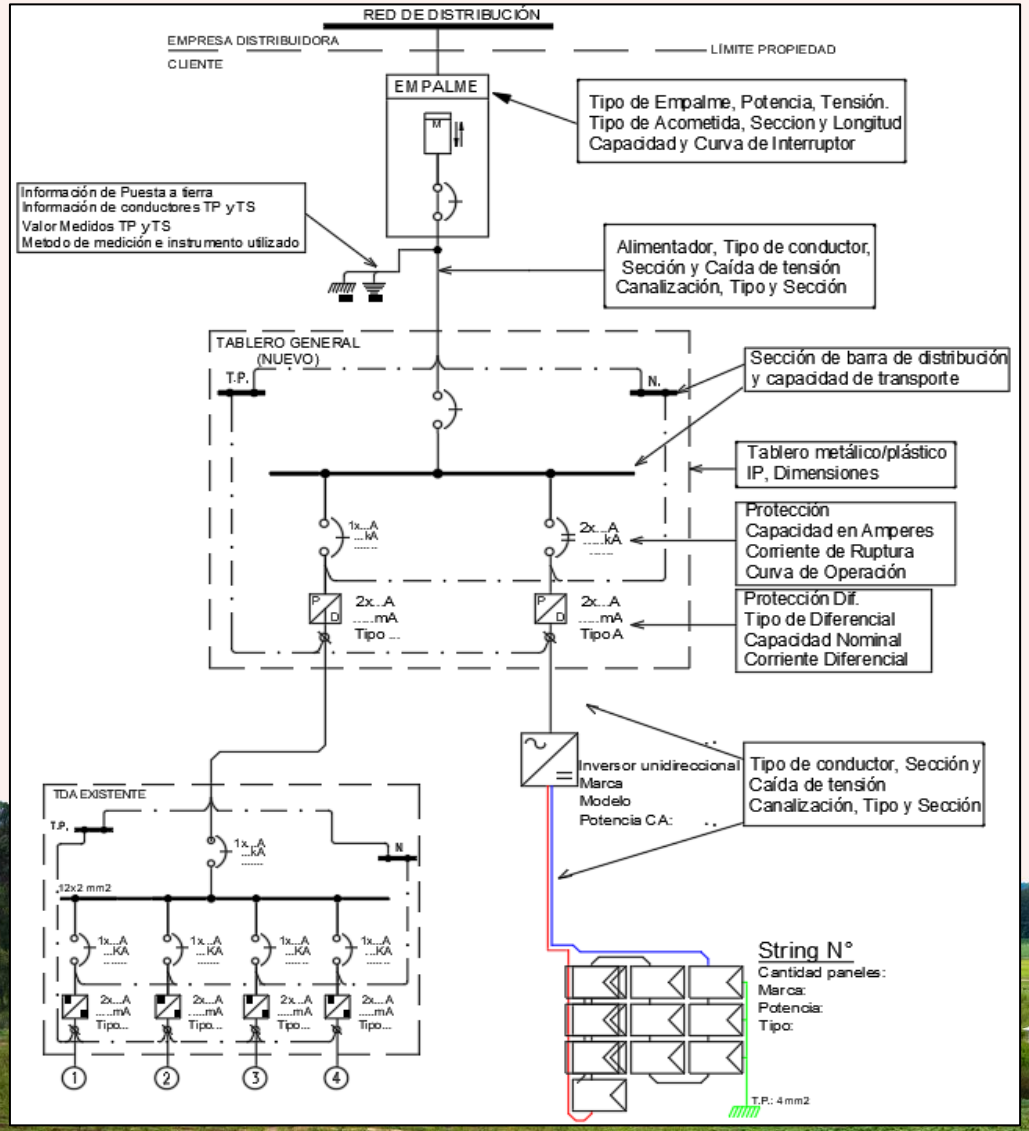
Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial







Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial



¿Qué debo considerar para mi tablero eléctrico?

- Protección actual del Empalme
  En este caso es de 40 [A]
- Sección del Alimentador
- Ubicación del Tablero General FV
- Capacidad de Protecciones Eléctricas
- Distancias entre tablero e Inversor.

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

RIC N°03

5.2.1 Los alimentadores y subalimentadores deberán quedar protegidos ante fallas, como cortocircuito o sobrecarga, a través de las protecciones adecuadas para cada situación.

5.2.2 Los alimentadores o subalimentadores se protegerán a la sobrecarga de acuerdo con la potencia utilizada, estando limitada la protección de la cual depende, a la máxima capacidad de transporte de corriente de los conductores, de acuerdo con el método de instalación utilizado en la tabla Nº4.4 del Pliego Técnico Normativo – RIC Nº04.

RGR 02/2020

11.18 Los conductores del lado de CA deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente del inversor y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente establecido en el punto 14.12

11.19 Los alimentadores o conductores del lado de CA de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar las caídas de tensión y calentamientos, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red y la protección RI de la unidad de generación sea inferior del 3%.

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Tabla Nº4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados

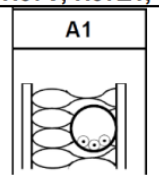
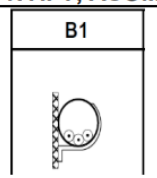
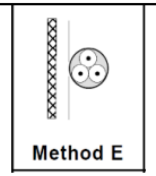
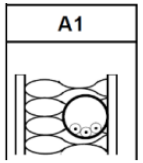
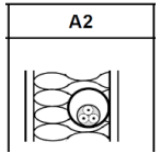
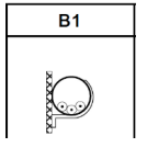
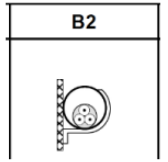
CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 70 °C. Aplica para los conductores H07V, H07Z1, THWN, NYIFY, ACOMETIDA.				
Sección nominal [mm²]	**Sección en sistema americano [AWG] o [kcmil]**	A1  Método de instalación A1. Temp. ambiente 30 °C	B1  Método de instalación B1. Temp. ambiente 30 °C	 Method E Método de instalación E. Temp. ambiente 30 °C
1,5	-	14	16	19
2,08	14	16	19	22
2,5	-	18	21	24
3,31	12	21	25	30
4	-	24	28	31
5,26	10	28	34	38
6	-	31	36	43
8,37	8	38	45	53
10	-	42	50	60
13,3	6	50	60	71
16	-	56	68	80
21,1	4	66	80	91
25	-	73	89	101

Tabla Nº4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados (continuación)

CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 90 °C. APLICA a THHN, RV, RV-K, RZ1, RZ1-K.					
Sección nominal [mm²]	**Sección en sistema americano [AWG] o [kcmil]**	A1  Método de instalación A1. Temp. ambiente 30 °C	A2  Método de instalación A2. Temp. ambiente 30 °C	B1  Método de instalación B1. Temp. ambiente 30 °C	B2  Método de instalación B2. Temp. ambiente 30 °C
1,5	-	17	17	18	19
2,08	14	21	20	24	24
2,5	-	23	22	24	24
3,31	12	28	26	31	31
4	-	31	30	37	35
5,26	10	37	35	39	38
6	-	40	38	48	44
8,37	8	49	46	59	54
10	-	54	51	66	60
13,3	6	65	61	79	72
16	-	73	68	88	80
21,1	4	86	80	105	95
25	-	95	89	117	105

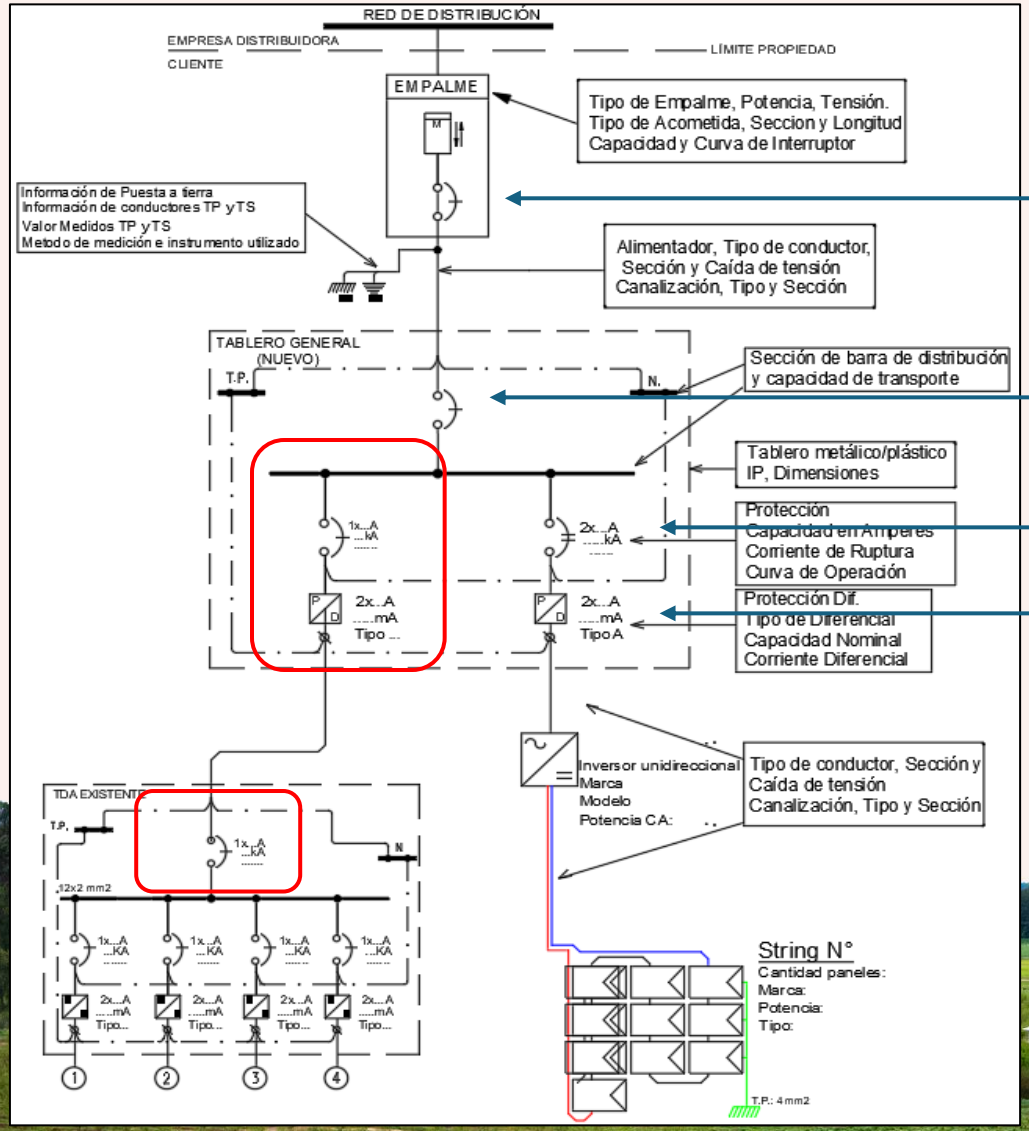
RIC N°04

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

Método de instalación A1:	Hasta tres conductores monopolares con carga, instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de instalación A2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de instalación B1:	Hasta tres conductores monopolares instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de instalación B2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de instalación D1:	Cables monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos enterrados.
Método de instalación D2:	Cables con cubierta, monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados directamente enterrados.
Método de instalación E:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas.
Método de instalación F:	Cables monoconductores (3 conductores con carga), en contacto y en disposición plana, instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas. Para instalaciones enterradas se considera una profundidad de 0,7 metros y una resistividad térmica del suelo de 1 K*m/W.

RIC N°04

Factibilidad Técnica: Evaluación del Techo



Empalme 40 [A]

Protección General 40 [A]

¿Qué protección termomagnética FV debo utilizar?

¿Qué protección diferencial FV debo utilizar?

11.18 Los conductores del lado de CA deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente del inversor y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente establecido en el punto 14.12

RGR 02/2020

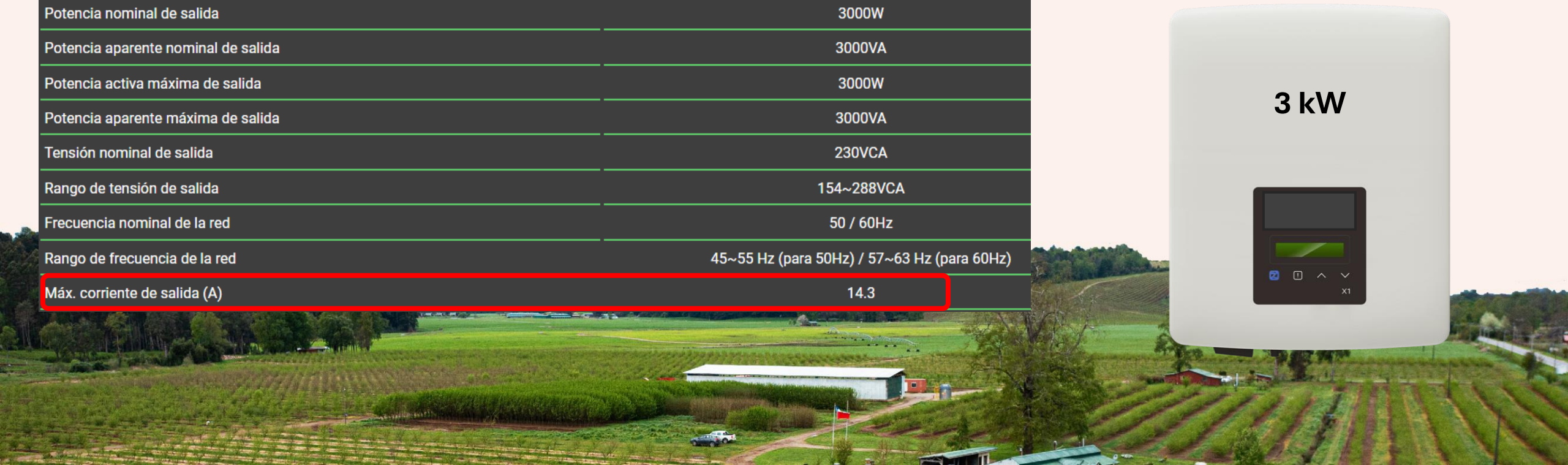
Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

11.18 Los conductores del lado de CA deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente del inversor y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente establecido en el punto 14.12

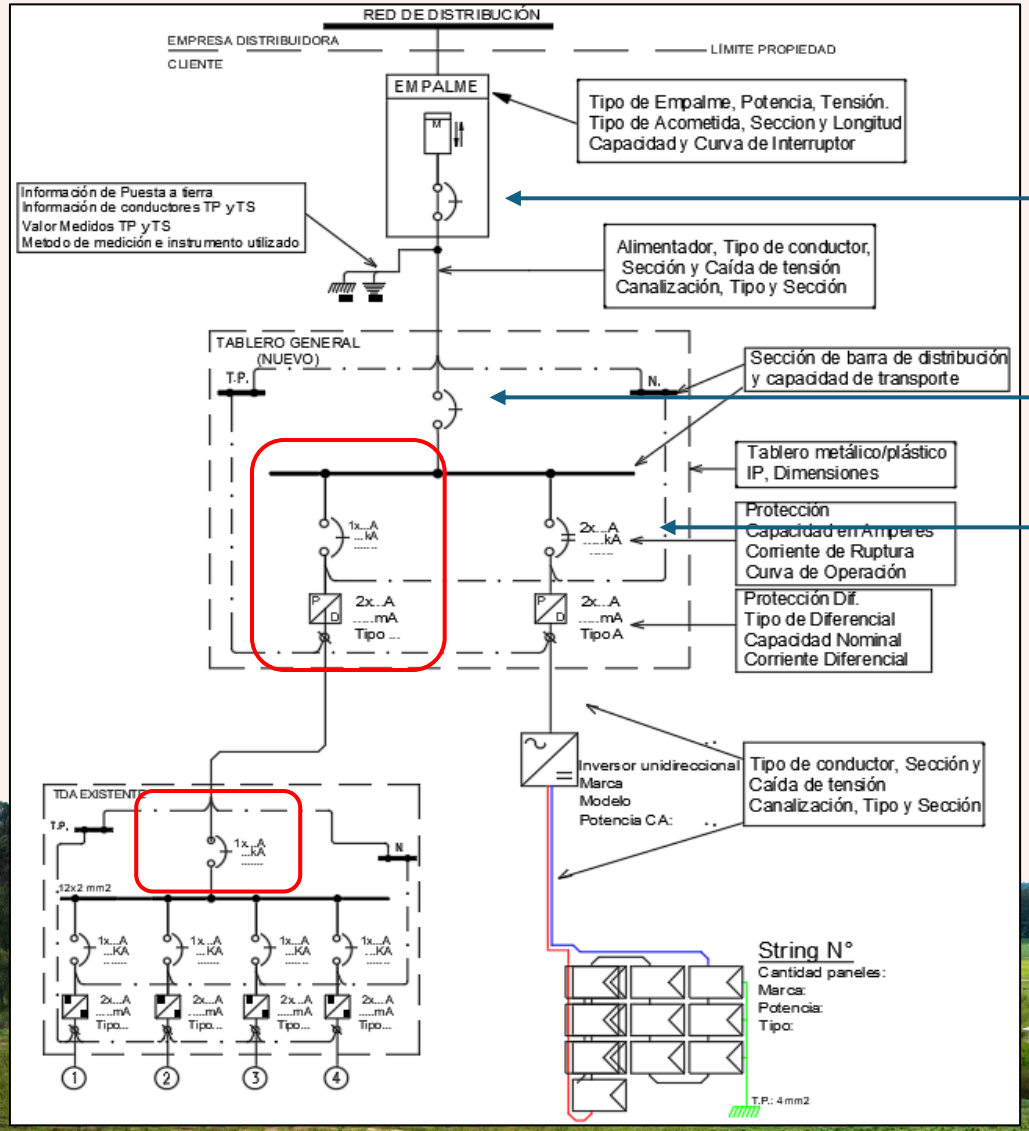
Salida	
Potencia nominal de salida	3000W
Potencia aparente nominal de salida	3000VA
Potencia activa máxima de salida	3000W
Potencia aparente máxima de salida	3000VA
Tensión nominal de salida	230VCA
Rango de tensión de salida	154~288VCA
Frecuencia nominal de la red	50 / 60Hz
Rango de frecuencia de la red	45~55 Hz (para 50Hz) / 57~63 Hz (para 60Hz)
Máx. corriente de salida (A)	14.3

14,3 * 1,25 = 17,8 [A]

Capacidad Comercial Protección 20 [A]



Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial



Empalme 40 [A]

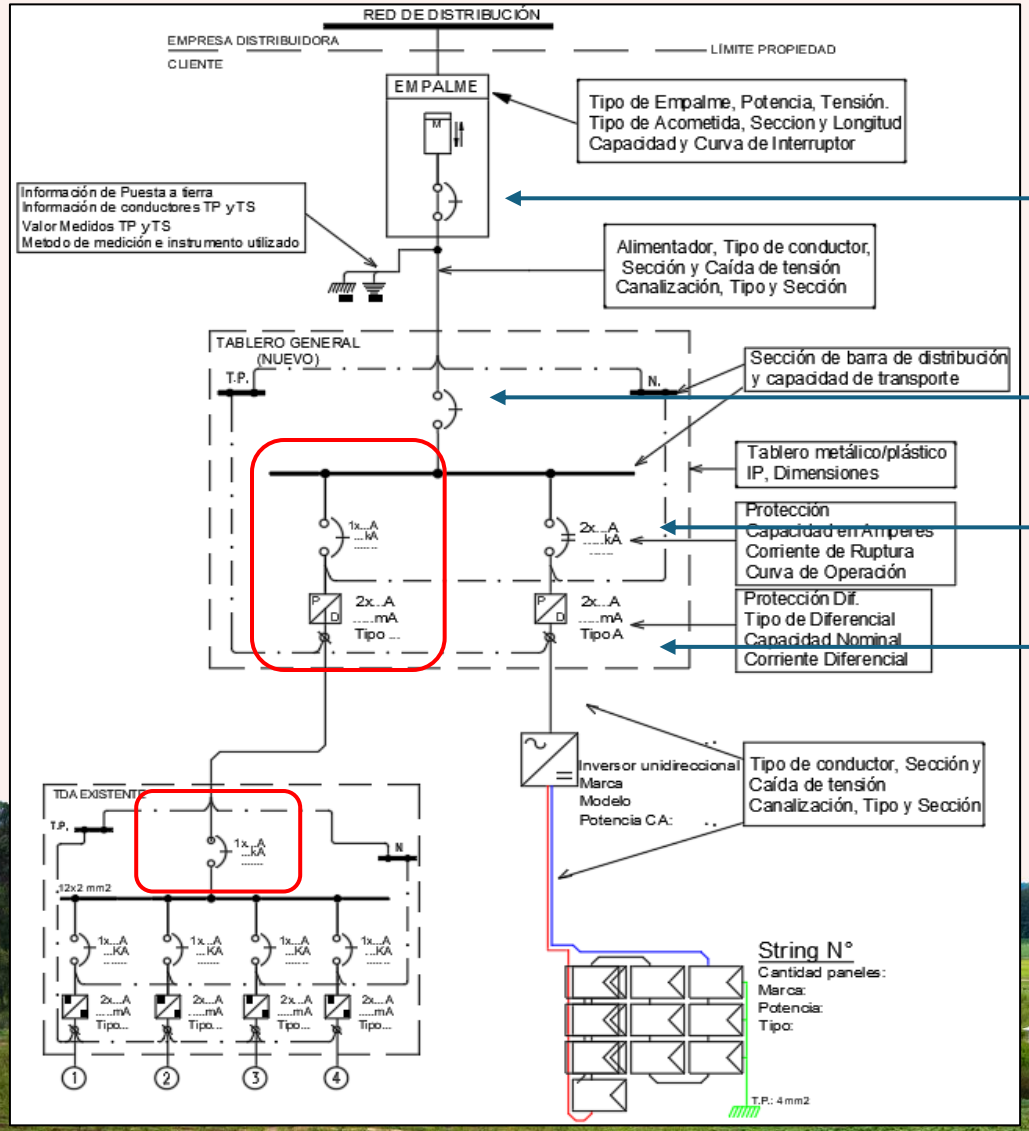
Protección General 40 [A]

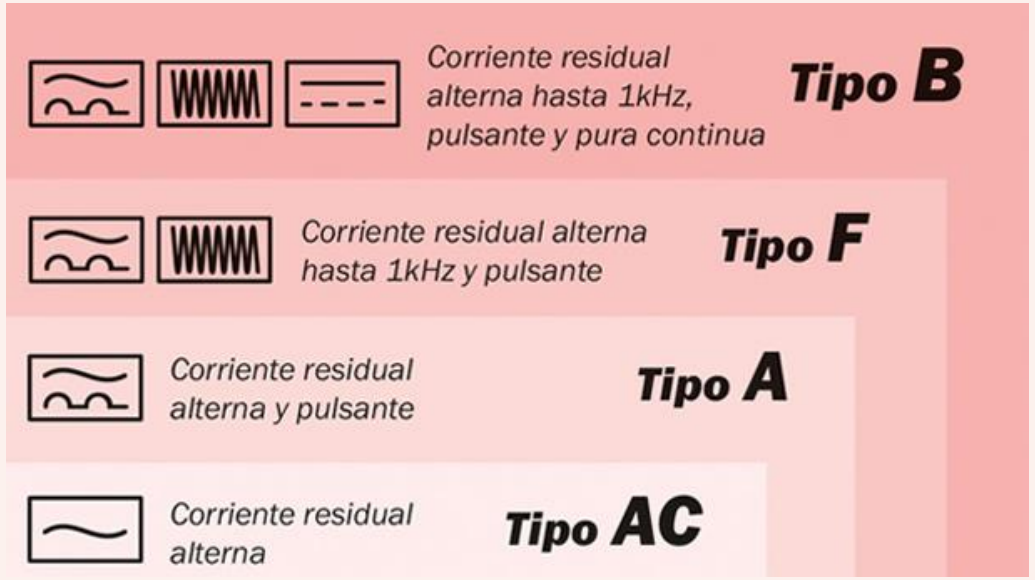
Protección termomagnética FV 20 [A]

14.12 Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial, e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con una corriente de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

RGR 02/2020

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial





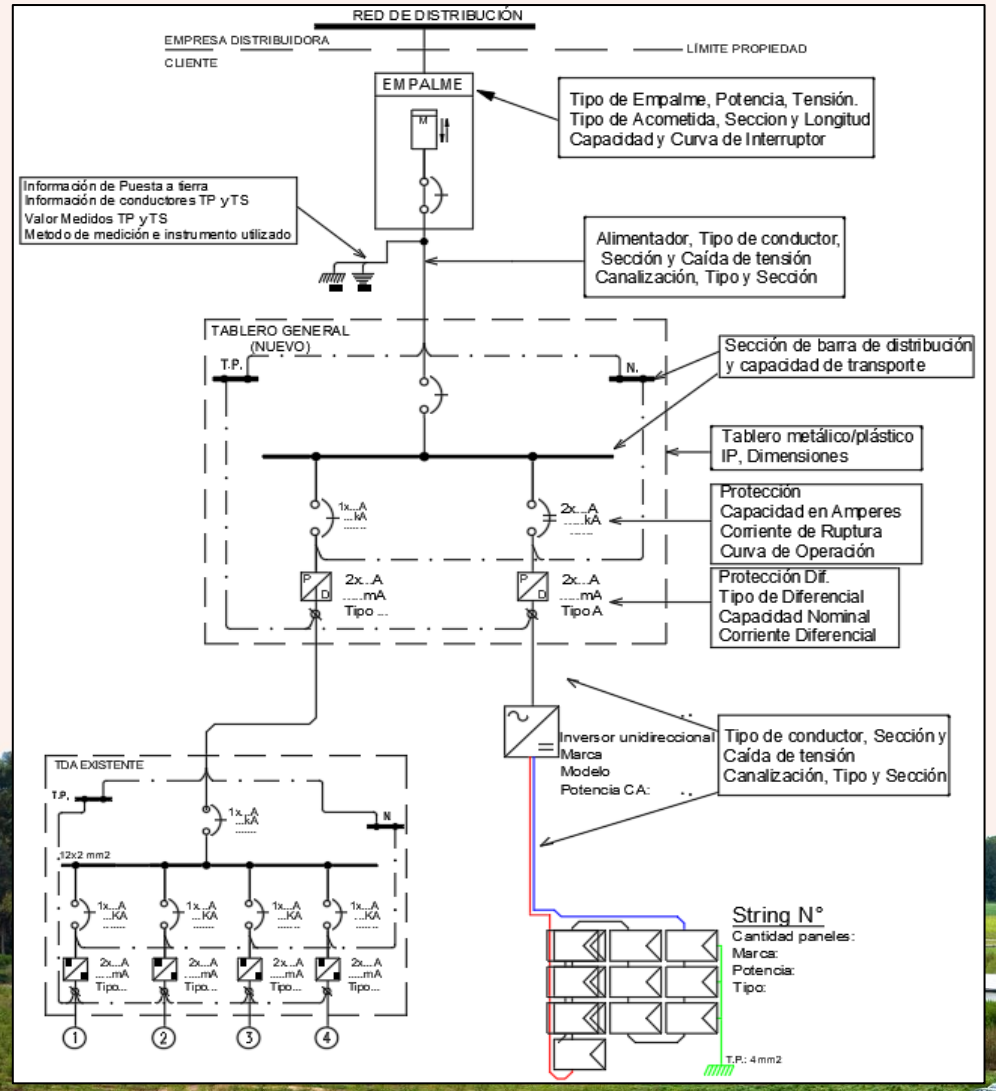
Protección diferencial FV 2 x 25 [A] y 30 [mA]

14.15 La protección diferencial del lado de corriente alterna, indicada en el punto 14.12, que se instale en una instalación fotovoltaica será determinada en función del inversor instalado, es decir, si el inversor inyecta una corriente continua de falla mayor al 1% en el lado de CA de la instalación eléctrica, se deberá instalar un dispositivo diferencial del tipo B conforme con lo especificado en la norma IEC 60755, en el caso que inyecta una corriente continua de falla igual o menor al 1% se podrá instalar un dispositivo diferencial tipo A.

14.16 La protección diferencial indicada en el punto 14.12, para unidades de generación de potencia instalada inferiores a 10kW, deberán ser de una corriente diferencial no superior a 30mA. En unidades de generación de potencia instalada igual o superior a 10kW deberá utilizar una protección diferencial con intensidad diferencial no superior a 300 mA.

RGR 02/2020

Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial



Diseño Eléctrico de un Sistema FV Residencial

17.7 El sistema de puesta a tierra utilizado deberá cumplir con los requerimientos de seguridad y valores establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°06 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía.

17.8 Se podrá superar el valor resultante de la puesta a tierra de 20 Ohm, solamente en las instalaciones de baja tensión que cumplan con los siguientes puntos:

a) En instalaciones de consumo cuyo empalme no supere los 10kW de potencia.
b) En instalaciones de consumo que cuenten con un esquema de conexión del sistema de puesta a tierra TN.
c) Cuando el sistema fotovoltaico utilice el sistema de puesta a tierra de la instalación de consumo.
d) Cuando el valor resultante de la puesta a tierra no supere los 80 Ohm.

RGR 02/2020

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Componentes de la instalación fotovoltaica y Selección de Equipamiento de Generación

Componentes de la instalación fotovoltaica residencial

www.sec.cl/gda/

Superintendencia de Electricidad y Combustibles

Personas — Información Ciudadana | Instaladores — Servicios y Tramitaciones | Industria — Gestión del Mercado Energético | Atención Ciudadana — Reclamos, Consultas, Denuncias, Solicitudes | SEC — Información Institucional

Energías Renovables y Electromovilidad

- Generación Ciudadana
  - INFORMACION PARA PROPIETARIOS
    - Generación Distribuida para Autoconsumo
    - Proveedores e Instaladores
    - Sello Energías Renovables
  - INFORMACIÓN PARA INSTALADORES
    - Declaración TE4
    - Diagrama Procedimiento de Conexión
    - Documentación y Presentaciones
    - Equipamiento Autorizado
    - Formularios
    - Instructivos
    - Links de Interés y Noticias
    - Marco Regulatorio
    - Pronunciamientos
    - Plataforma Autorización de Productos
    - Reglamentos en Consulta Pública
    - Tramitación de Conexión en Línea
    - Verificador de Certificados TE4
- Seminarios Generación Distribuída
- Biogás
- Cogeneración Eficiente
- Colectores Solares
- Pequeños Medios de Generación
- Electro Movilidad (TE6)

Generación Distribuída para Autoconsumo

La **Ley de Generación Distribuída para Autoconsumo**, conocida también como Netbilling o Netmetering, entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado, el cual está publicado en el sitio web de cada empresa distribuidora.

Fue establecida mediante la **Ley 20.571** .

Consiste en la instalación de paneles fotovoltaicos que generan energía eléctrica y, al estar conectados a la red, permiten inyectar excedentes de la energía

Componentes de la instalación fotovoltaica residencial

Autorización de Productos **(Rex 32.427 / 22.04.2020)**

- Instalación de equipamiento **autorizado**.
- Solicitud de autorización.
- Cumplimiento de acreditación Internacional.
- Productos autorizados disponibles en web SEC.

Cantidad de Productos Autorizados

Módulos	**3308**	**Inversores**	**800**

Componentes de la instalación fotovoltaica residencial

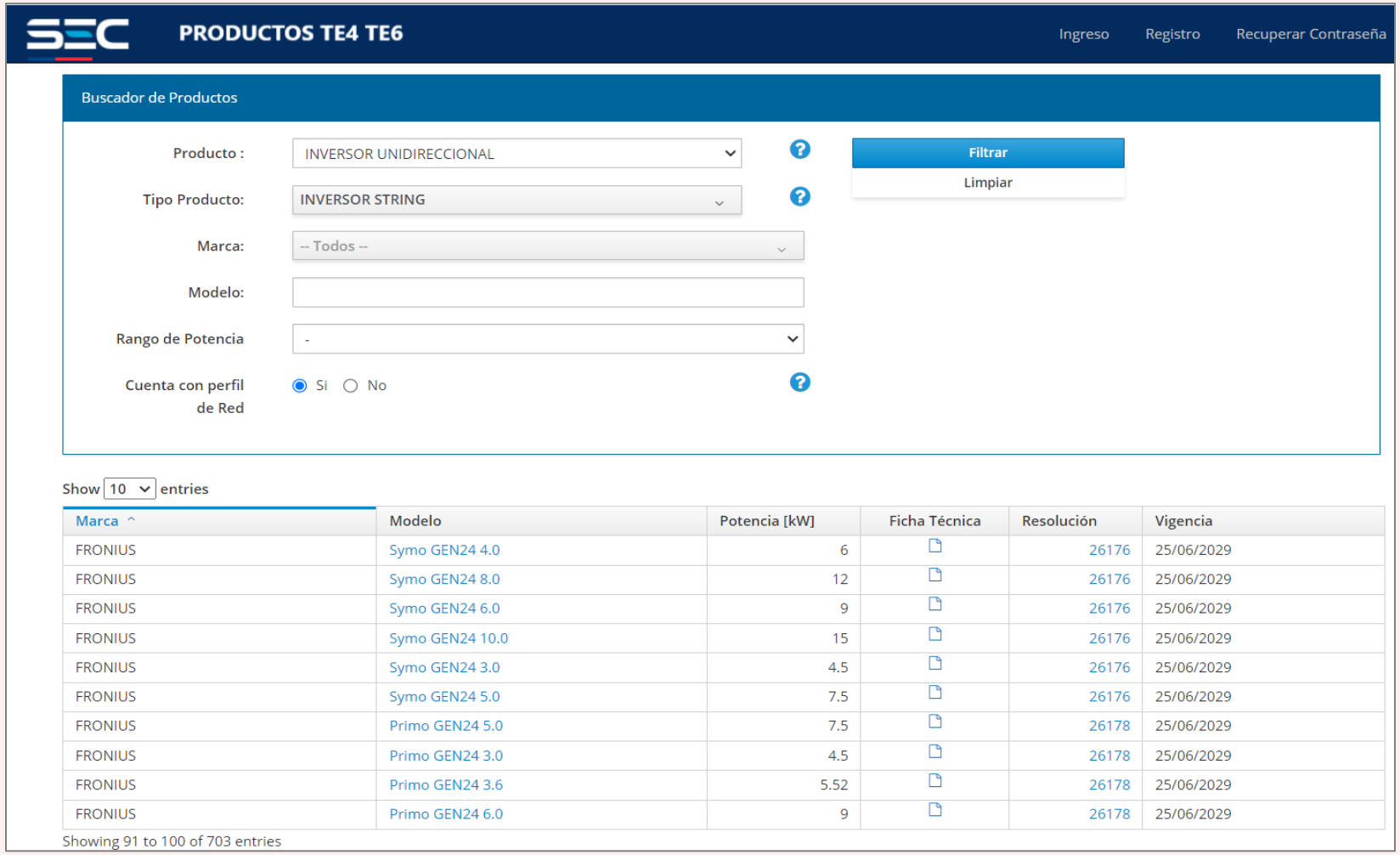
Instructivo de autorización de productos FV (Rex 32.427)

Hoja de datos técnicos
IEC 61730 Seguridad para módulos PV
IEC 61646 Calificación para módulos PV de capa fina
IEC 61215 Calificación para módulos PV de Silicio Cristalino
IEC 61701 Zonas Costeras

1. Hoja de datos técnicos
2. IEC 62109-1 Seguridad para el uso de sistemas PV (shock eléctrico, temperatura, riesgos mecánicos, químicos, etc.)
3. IEC 62109-2 Seguridad para el uso de sistemas PV (inversores conectados a la red y otros – aislación MCR)
4. IEC 62116 Procedimiento de ensayos para la prevención de operación en isla .
4. Acreditación
5. Anexo Perfil de Red

Componentes de la instalación fotovoltaica residencial

PERFIL DE RED



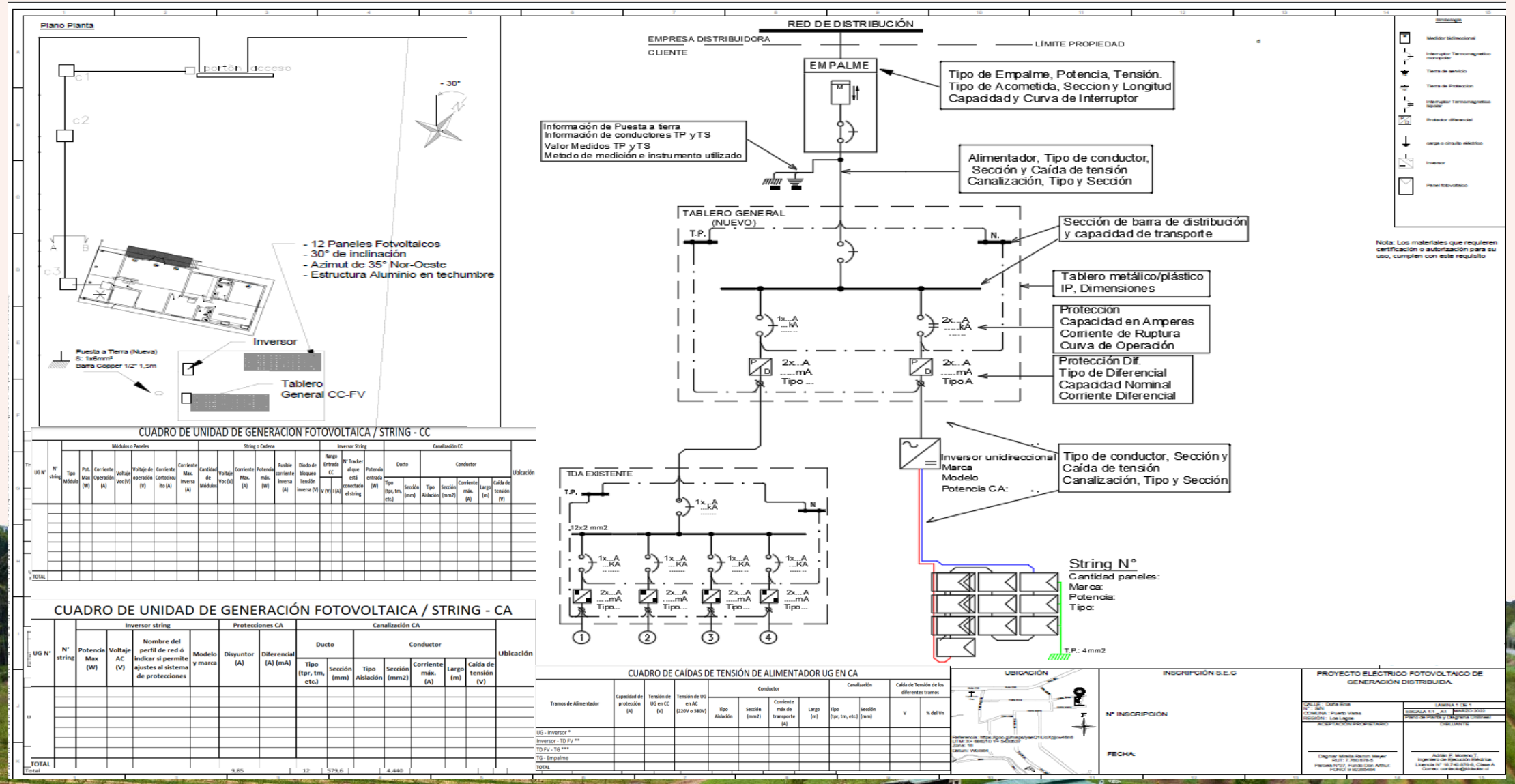
Para el ejemplo se está buscando un inversor string que sí cuente con Perfil de red

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Resumen de un Proyecto FV Residencial

Resumen de un Proyecto FV Residencial



Resumen de un Proyecto FV Residencial

- Capacidad

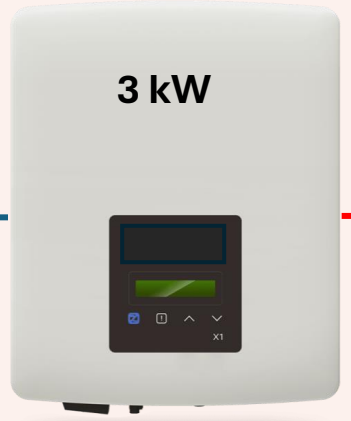
Alimentador

- Sección
- Distancia
- Aislación
- Canalización

- Tamaño Tablero
- Tipo de Esquema
- Protecciones
- Ubicación

Subalimentador FV

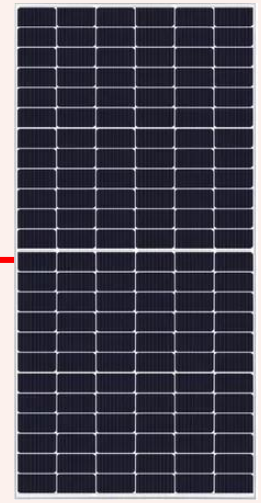
- Sección
- Distancia
- Aislación
- Canalización



- Autorización
- Ubicación
- Perfil de Red
- Valores CC y CA

Conductor CC

- Sección
- Distancia
- Aislación
- Canalización



- Autorización
- Ubicación
- Potencia
- Canalización

Resumen de un Proyecto FV Residencial

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico		
Administración del servicio	$	576
Electricidad Consumida (251kWh)	$	26.910
Descuento por generación distribuida	$	-17.622
Transporte de electricidad	$	2.832
Arriendo Medidor	$	472

Monto afecto a impuesto	$	12.979
IVA	$	2.466
Monto exento de impuesto	$	189
Total boleta	**$**	**15.634**
Otros cargos/abonos	$	0
Saldo anterior	**$**	**0**
Total a pagar		**$15.634**

Su resumen de Inyecciones y Remanentes este periodo es el siguiente: Remanente del mes anterior ajustado $0 Inyecciones del mes actual valorizadas $ -17.622 Descuentos del mes por generación distribuida $-17.622 Remanente acumulado para el mes siguiente $0

¿Qué significa lo que estoy pagando?

Mi consumo en el mes actual

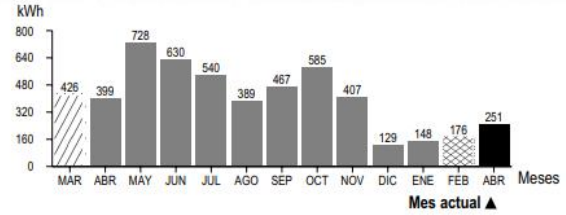
Para determinar cuánta electricidad consumiste en el mes, se considera lo que marca tu medidor en la "lectura actual" y se le resta lo que marcó en tu "lectura anterior".

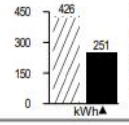
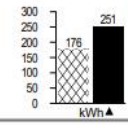
Período de lectura: 01/03/2024 - 12/04/2024 **Fecha estimada próxima lectura: 14/05/2024**

Medidor	Propiedad	Lecturas (kWh)		Constante	Consumo medidor
0200008429	Compañía	Actual	322,000	1,00	**251 kWh**
		Anterior	-71,000		
			251		
		Actual	232,000	1,00	**194 kWh** (Inyección)
		Anterior	-38,000		
			194		

Consumo total del mes= 251 kWh

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?



Mismo mes del año pasado	Mes pasado
 Este mes consumiste aproximadamente **41% menos energía** que el mismo mes del año pasado	 Este mes consumiste aproximadamente **43% más energía** que el mes pasado.

Diseño de un Proyecto Fotovoltaico Residencial bajo Normativa Chilena:

De la idea a la realidad

Franco Pavez Olave
Fiscalizador de Energías Renovables
Unidad de Energías Renovables

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

10 AÑOS Generación Distribuida