

# Clase Online 2

**CURSO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS  
CONECTADOS A LA RED CON  
RESPALDO DE ENERGÍA | HIBRIDO**

**Instructor:** Pablo Acuña  
**Email:** pablo@ilumin.cl

**Inicio:** 19:00 horas.  
**Termino:** 22:30 horas.

**ilumin**  
Capacita  
Organismo Técnico de Capacitación



# Contenido

## Objetivo:

Dimensionar, diseñar, instalar y realizar la mantención de sistemas fotovoltaicos conectados a la red con respaldo de energía, denominados sistemas híbridos.

- **DÍA 1:** CONCEPTOS GENERALES,  
ELECTRICIDAD APLICADA A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.
- **DÍA 2:** **COORDENADAS SOLARES,**  
**CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.**
- **DÍA 3:** BANCO DE BATERIAS, PROTECCIONES  
MONTAJE DEL SISTEMA ON GRID HIBRIDO DE ACUERDO CON LEY NET BILLING  
INSTRUCTIVOS TECNICOS.
- **DÍA 4:** BUENAS Y MALAS PRACTICAS,  
MANTENCIÓN DEL SISTEMA.
- **DÍA 5:** DISEÑO DEL SISTEMA FV ONGRID HIBRIDO

E

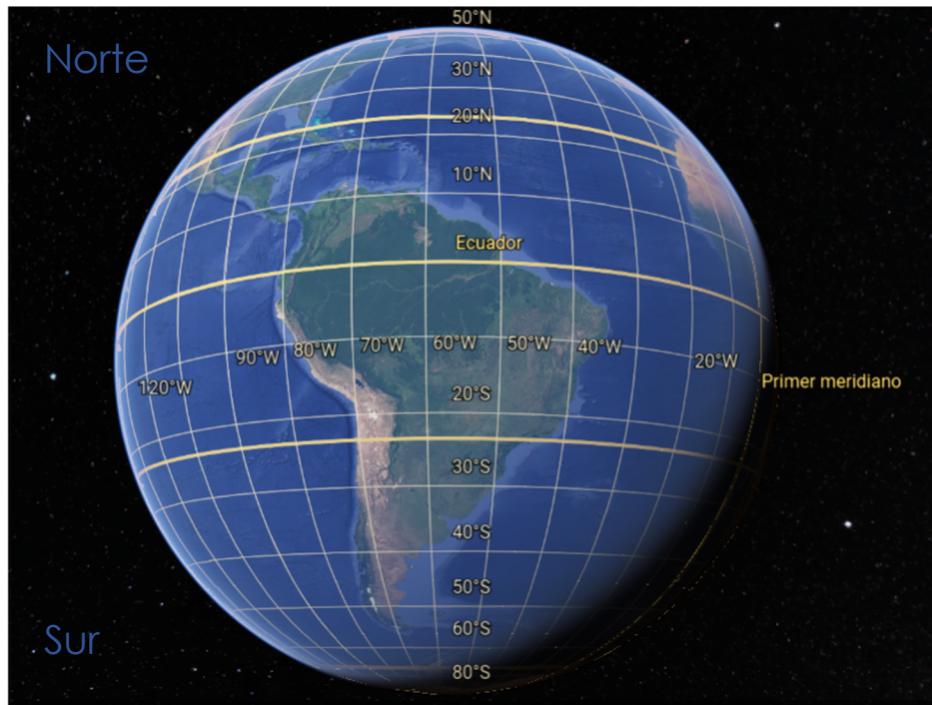
# COORDENADAS SOLARES Y RADIACIÓN. ilumin

- **Latitud y Longitud**
- **Declinación Solar**
- **Inclinación**
- **Orientación**

# Latitud y Longitud

# Coordenadas Solares y Radiación

## Latitud y Longitud



Línea del Ecuador

Tránsito Solar

Hemisferios

Latitud

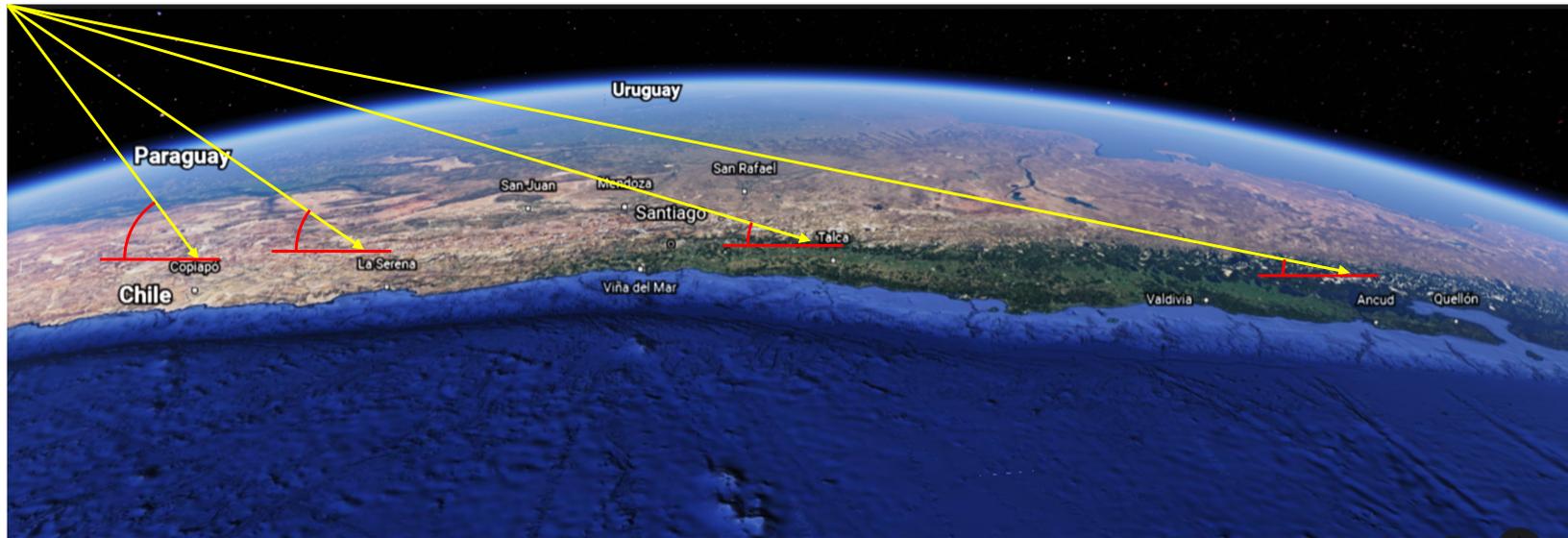
Longitud

Geo referencia

# Coordenadas Solares y Radiación

## Latitud y Longitud

Hemisferio Sur



# Coordenadas Solares y Radiación

## Latitud y Longitud



# Declinación Solar

# Coordenadas Solares y Radiación

## Declinación Solar



$$\delta = 23.45 \times \sin \left( \left( \frac{360}{365} \right) \times (284 + D) \right)$$

D = día Juliano

# Coordenadas Solares y Radiación

## Declinación Solar

### Ejemplo

¿Cuál es el ángulo de declinación solar para el 15 de Septiembre?

$$D = 31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 15$$

$$D = 258$$

$$\delta = 23.45 \times \text{sen} \left( \left( \frac{360}{365} \right) \times (284 + 258) \right)$$

$$D = 2.2168^\circ$$

# Inclinación

# Coordenadas Solares y Radiación

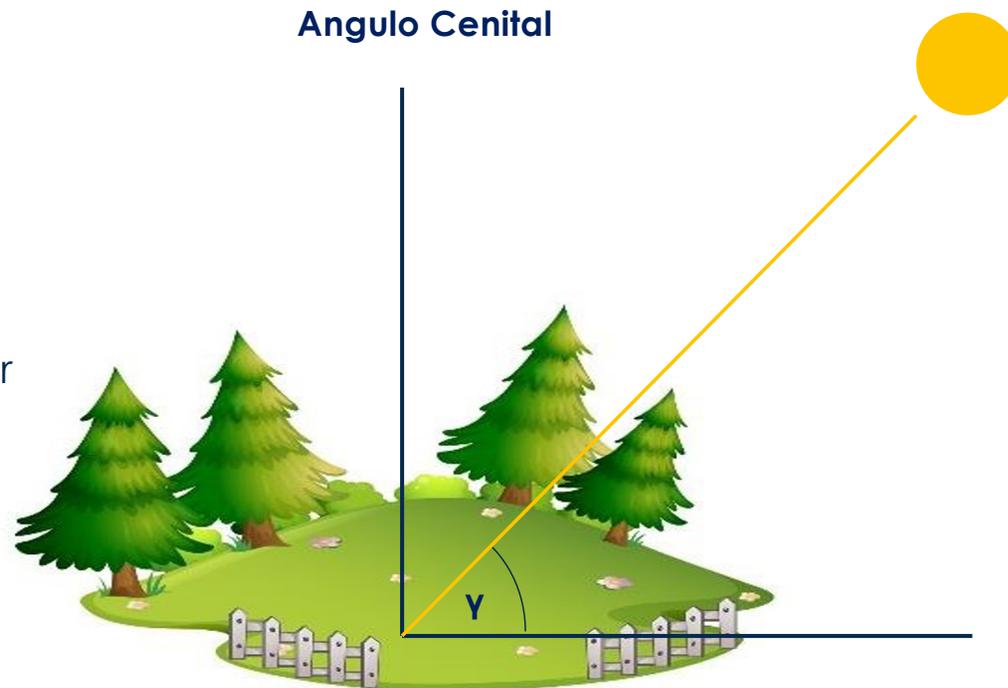
## Elevación Solar

Elevación Solar

$$\gamma = 90^\circ - |\Phi| - \delta$$

$\Phi$  = Latitud

$\delta$  = Declinación Solar



# Coordenadas Solares y Radiación

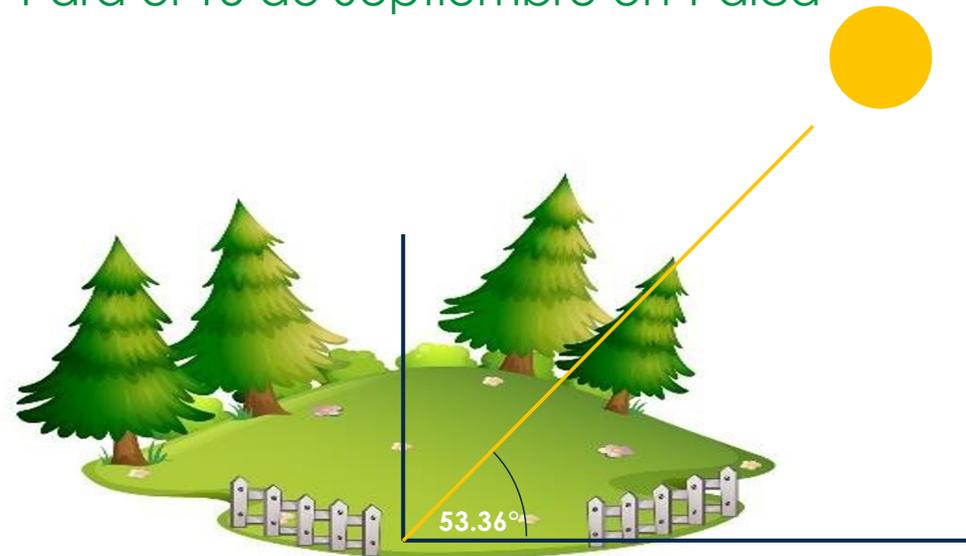
## Ejemplo de Elevación Solar

• Calcule la elevación Solar Para el 15 de Septiembre en Talca

$$\bullet \gamma = 90^\circ - |\Phi| - \delta$$

$$\bullet \gamma = 90^\circ - 35.42^\circ - 2.2168^\circ$$

$$\bullet \gamma = 52.36^\circ$$



# Coordenadas Solares y Radiación

## Inclinación del Módulo Fotovoltaico

Inclinación Óptima para un día cualquiera

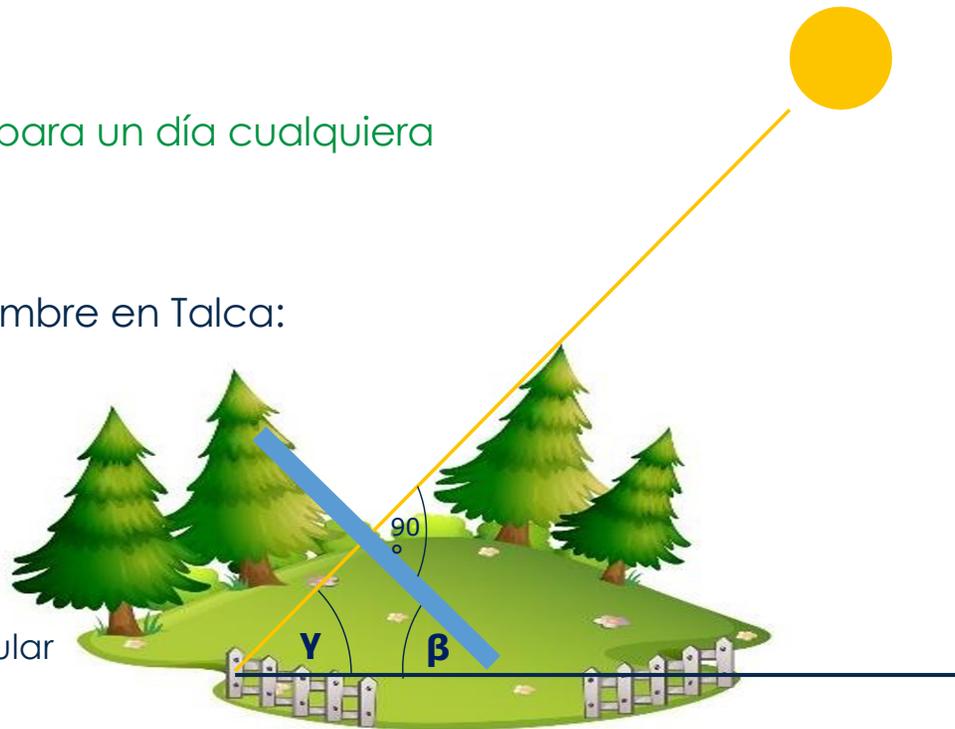
$$\beta = 90^\circ - \gamma$$

Para el 15 de Septiembre en Talca:

$$\beta = 90^\circ - 52.36^\circ$$

$$\beta = 37.64^\circ$$

Incidencia perpendicular  
del Sol en Módulo  
Fotovoltaico

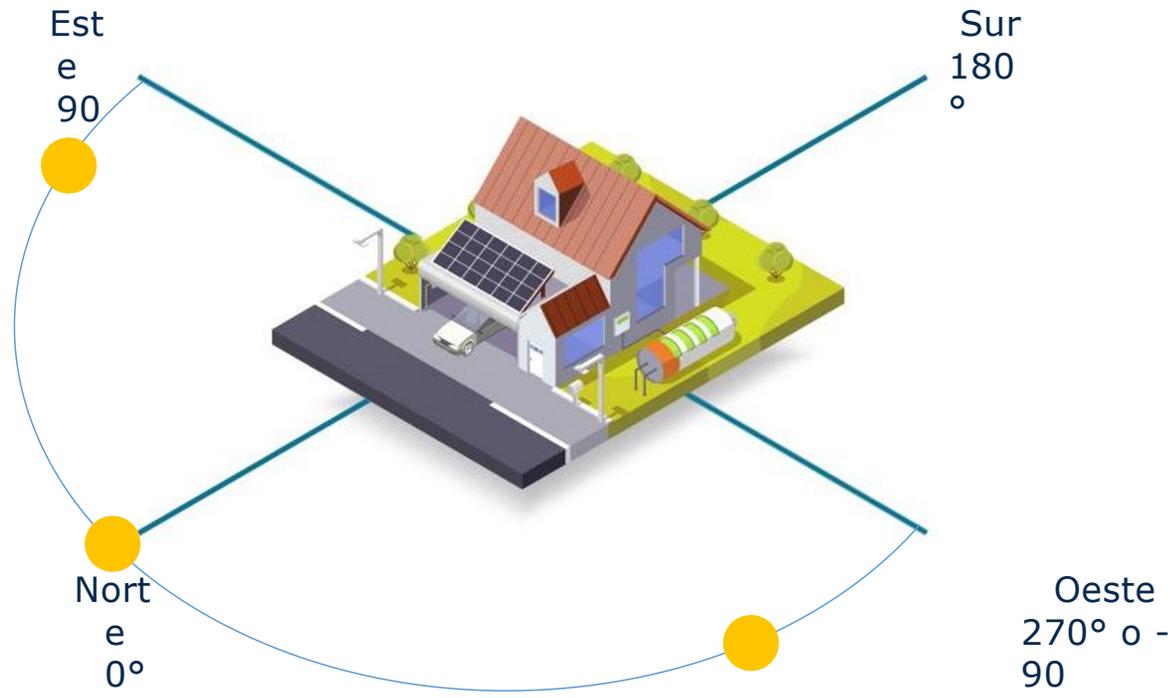


# Orientación

# Coordenadas Solares y Radiación

## Orientación

Azimut



# Coordenadas Solares y Radiación

## Inclinación y Orientación

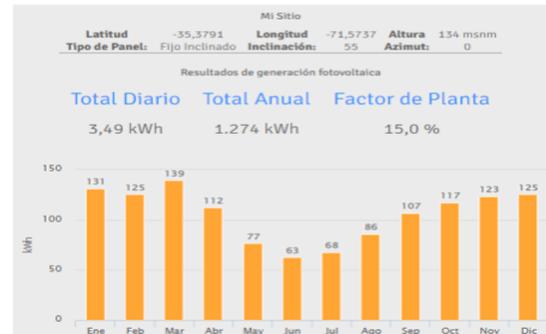
Inclinación  
28°



Azmut  
90°



Inclinación  
55°



Azmut  
-90°



# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

- Módulos Fotovoltaicos
- Inversor Híbrido
- Protecciones DC y AC
- Puesta a Tierra
- Conductores y Canalización
- Protecciones RI Centralizada
- Relé de Potencia Inversa

# Módulos Fotovoltaicos

# CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HÍBRIDO.

## Módulos Fotovoltaicos



# CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HÍBRIDO.

## Módulos Fotovoltaicos



Data Sheet  
 Esta información es fundamental para el Diseño de la etapa de generación del Sistema FV

### TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	45°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.055%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.39%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

### ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM72-6-325P	RSM72-6-330P	RSM72-6-335P	RSM72-6-340P	RSM72-6-345P
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	325	330	335	340	345
Open Circuit Voltage-Voc(V)	45.50	45.70	45.90	46.10	46.30
Short Circuit Current-Isc(A)	9.20	9.30	9.40	9.50	9.60
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.40	37.55	37.65	37.80	37.95
Maximum Power Current-Impp(A)	8.70	8.80	8.90	9.00	9.10
Module Efficiency (%)	16.7	17.0	17.3	17.5	17.8

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

### MECHANICAL DATA

Solar cells	Polycrystalline 156.75×156.75 mm, 5BB
Cell configuration	72 cells (6×12)
Module dimensions	1956×992×40mm
Weight	22kg
Superstrate	3.2 mm, High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP67, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), 1200mm length
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP67

# CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HÍBRIDO.

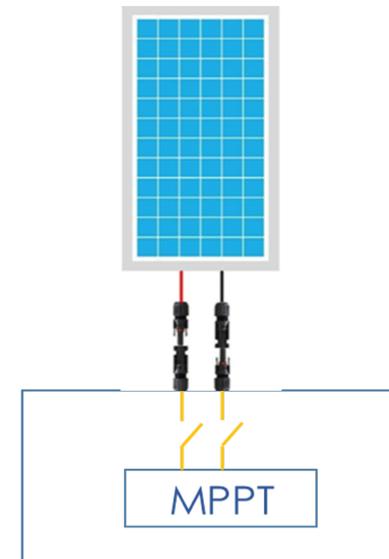
## Módulos Fotovoltaicos



Circuito Abierto  
Sin Carga  
 $V_{oc}$   
 $I_{sc}$



Circuito Cerrado  
Con Carga  
 $V_{mp}$   
 $I_{mp}$



# Inversor Híbrido

# CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HÍBRIDO.

## Inversor Híbrido



# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido

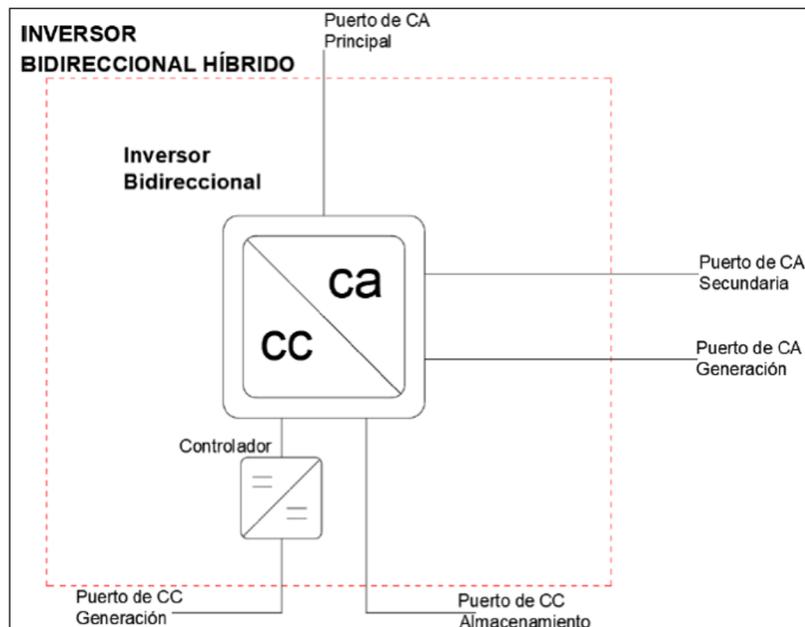


Figura 1.1: diagrama tipo de inversor bidireccional híbrido.

## RGR N°06

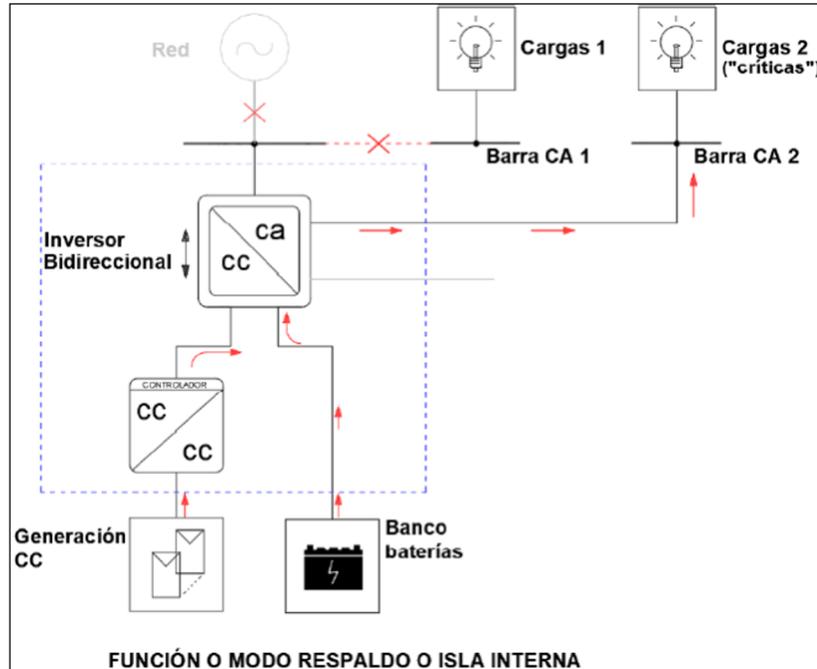
### ANEXO N° 1 ESQUEMAS Y MODOS DE OPERACIÓN DE UN INVERSOR BIDIRECCIONAL

4.2.23 Equipo de conversión de energía (PCE): Dispositivo que es capaz de transformar la tensión, corriente y/o frecuencia de una fuente de energía eléctrica.

N.A.1: Son PCE, entre otros, inversores CC/CA, convertidores CC/CC y controladores de carga.

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido



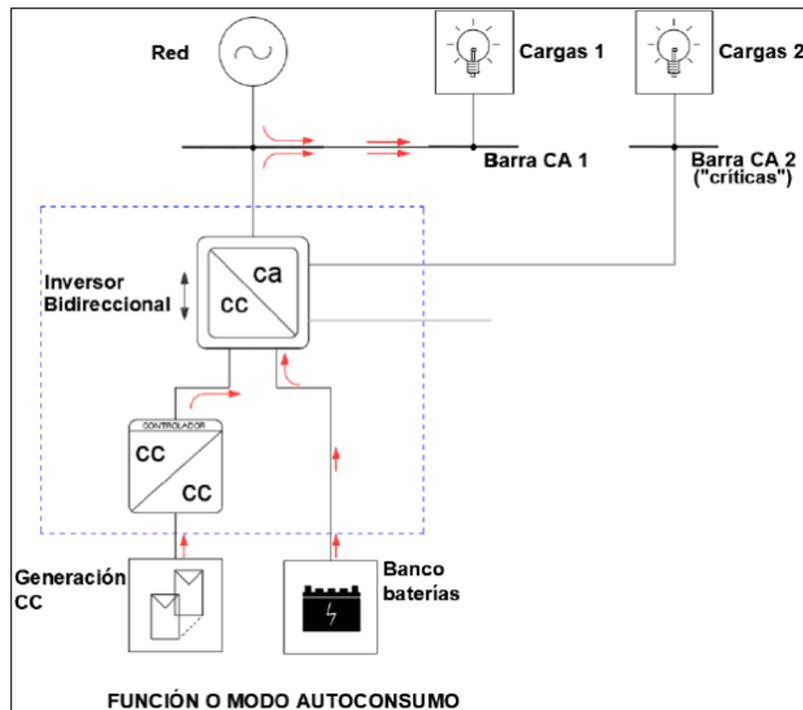
### RGR N°06

#### ANEXO N° 1 ESQUEMAS Y MODOS DE OPERACIÓN DE UN INVERSOR BIDIRECCIONAL

Función o modo respaldo o isla interna: El inversor conectado a una red, al detectar valores inadmisibles de tensión y frecuencia se desconecta de ella, generando su propia red para respaldar el consumo de la instalación con la energía almacenada en las baterías. En algunos inversores, la isla interna solo suministra energía a un puerto secundario denominado de cargas críticas, que puede tener una potencia limitada inferior a la potencia nominal del inversor.

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido



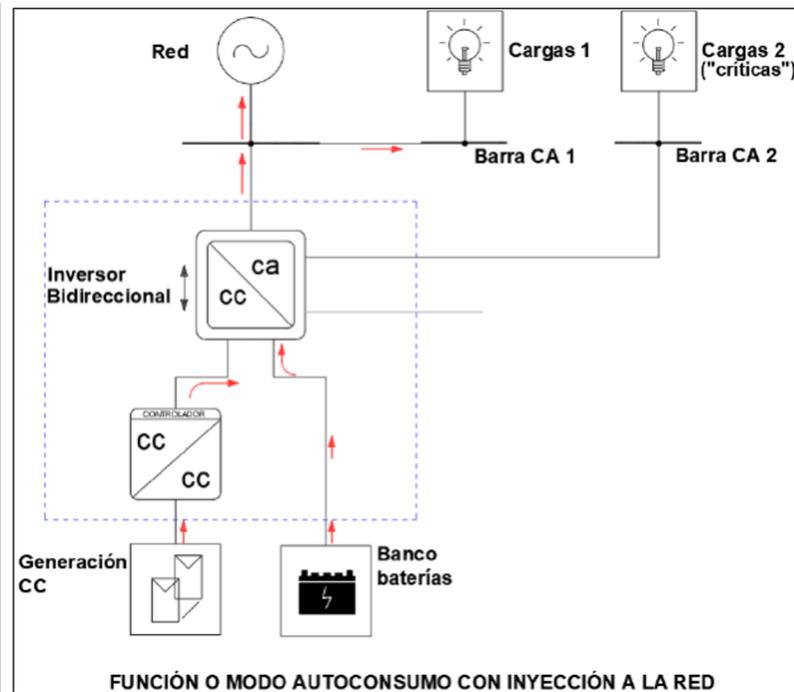
RGR N°06

### ANEXO N° 1 ESQUEMAS Y MODOS DE OPERACIÓN DE UN INVERSOR BIDIRECCIONAL

Función o modo autoconsumo del inversor: El inversor conectado a la red, busca minimizar el consumo energético desde ésta para aumentar el autoabastecimiento con la energía proveniente de los sistemas de generación (por ejemplo, de una instalación fotovoltaica), gestionando los flujos de energía dentro de la instalación.

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido



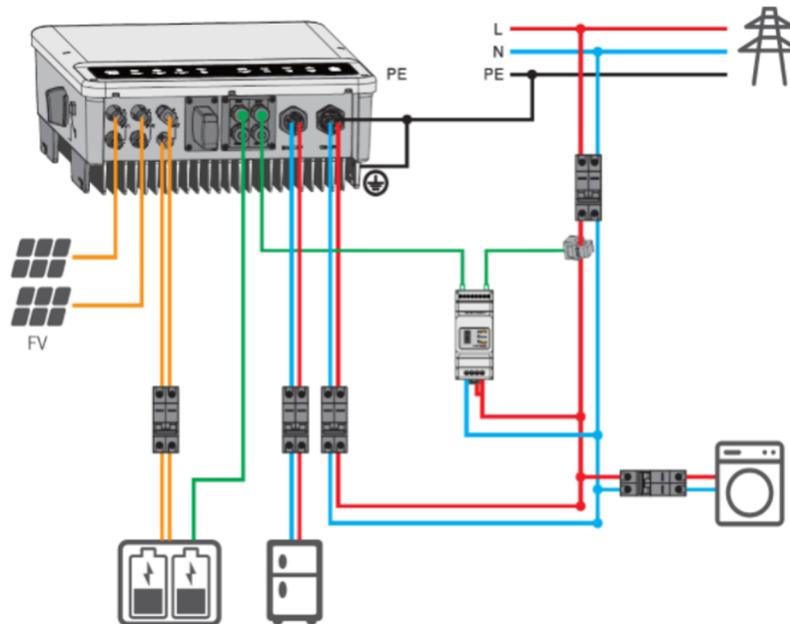
RGR N°06

ANEXO N° 1  
ESQUEMAS Y MODOS DE OPERACIÓN DE UN  
INVERSOR BIDIRECCIONAL

También es necesario destacar que hay algunos inversores que mantienen desactivada (sin energía) su puerto de CA secundaria cuando hay energía de la red eléctrica de distribución, dejándola energizada solo en la operación en modo isla interna (conectado a la red).

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido



- Algunos pueden tolerar mas de un string
- Algunos pueden tener mas de un MPPT
- Terminales para BS
- Puerto de comunicación para BMS
- Salida AC para carga critica
- Salida AC para cargas no criticas
- Puerto de comunicación con Smart meter

Un sensor que generalmente suele ser un toroide debe conectarse aguas abajo del empalme, este componente entregara información de la cantidad y la dirección del flujo de corriente entre la red y el SFV.

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Inversor Híbrido

### Ficha técnica de inductor

Technical Data	GW3648D-ES	GW5048D-ES
<b>Battery Input Data</b>		Li-Ion or Lead-acid
Battery Type		
Nominal Battery Voltage (V)		48
Max. Charging Voltage (V)		≤60 (Configurable)
Max. Charging Current (A)	75	100
Max. Discharging Current (A)	75	100
Battery Capacity (Ah)		50-2000
Charging Strategy for Li-Ion Battery		Self-adaption to BMS
<b>PV String Input Data</b>		
Max. DC Input Power (W)	4600	6500
Max. DC Input Voltage (V)		580
MPPPT Range (V)		125-550
Start-up Voltage (V)		150
Nominal DC Input Voltage (V)		360
Max. Input Current (A)		11/11
Max. Short Current (A)		13.8/13.8
No. of MPP Trackers		2
No. of Strings per MPP Tracker		1
<b>AC Output Data (On-grid)</b>		
Nominal Apparent Power Output to Utility Grid (VA)	3680	4600
Max. Apparent Power Output to Utility Grid (VA)	3680	5100
Max. Apparent Power from Utility Grid (VA)	7360	9200
Nominal Output Voltage (V)		230
Nominal Output Frequency (Hz)		50/60
Max. AC Current Output to Utility Grid (A)	16	24.5
Max. AC Current from Utility Grid (A)	32	40
Output Power Factor		~1(Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)
Output THDi (@Nominal Output)		<3%
<b>AC Output Data (Back-up)</b>		
Max. Output Apparent Power (VA)	3680	4600
Peak Output Apparent Power (VA)	5520,10sec	6900,10sec
Max. Output Current (A)	16	20
Nominal Output Voltage (V)		230 (±2%)
Nominal Output Frequency (Hz)		50/60 (±0.2%)
Output THDv (@Linear Load)		<3%

<b>Protection</b>	Anti-Islanding Protection	Integrated
	PV String Input Reverse Polarity Protection	Integrated
	Insulation Resistor Detection	Integrated
	Residual Current Monitoring Unit	Integrated
	Output Over Current Protection	Integrated
	Output Short Protection	Integrated
	Output Over Voltage Protection	Integrated
<b>General Data</b>	Operating Temperature Range (°C)	-25-60
	Relative Humidity	0-95%
	Operating Altitude (m)	≤4000
	Cooling	Natural Convection
	Noise (dB)	<25
	User Interface	LED & APP
	Communication with BMS	RS485; CAN
	Communication with Meter	RS485
	Communication with Portal	Wi-Fi
	Weight (kg)	28   30
	Size (Width*Height*Depth mm)	516*440*184
	Mounting	Wall Bracket
	Protection Degree	IP65
	Standby Self-Consumption (W)	<13
	Topology	High Frequency Isolation
<b>Certifications &amp; Standards</b>	Grid Regulation	VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, AS4777.2, G83/2, CEI 0-21, NRS 097-2-1, EN50438   VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, AS4777.2, G59/3, CEI 0-21, NRS 097-2-1, EN50438
	Safety Regulation	IEC/EN62109-1&2, IEC62040-1
	EMC	EN61000-6-1, EN61000-6-2, EN61000-6-3, EN61000-6-4, EN 61000-4-16, EN 61000-4-18, EN 61000-4-29

# Protecciones DC y AC

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protecciones CC o DC

Fusible Cilíndrico Tipo C-gPV – 10x38mm



RGR N°02

14.5 Los dispositivos de sobre corriente en el lado CC, serán dimensionados para conducir una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima corriente del string y no deberá ser superior a la corriente inversa máxima que soportan los módulos que forman parte del string.

$$\text{Fusible} = I_{sc} \times 1,25$$

Max. Series Fuse Rating	15 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 5 W

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protecciones CC o DC

Automático Bipolar



RGR N°02

14.8 Los interruptores automáticos y seccionadores utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas, deberán cumplir los requerimientos establecidos en las normas IEC 60947-2 o IEC 60947-3, y ser adecuados para instalaciones fotovoltaicas, capaces de extinguir arcos eléctricos en CC.

Automático Bipolar =  $I_{sc} \times 1,25$

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protecciones CC o DC

### Seccionador Bajo Carga



RGR N°02

9.10 La caja de conexión o tablero CC deberá permitir el accionamiento del seccionador bajo carga desde el exterior de la caja, o el tablero CC deberá contar con contra tapa, sin que exista exposición de personas al contacto con partes con tensión. El seccionador deberá tener claramente y de manera indeleble marcado la posición abierta o cerrada.

Seccionador =  $I_{sc} \times 1,25$

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protecciones CC o DC

Protección de Sobre Tensión SPD Tipo II

RGR N°02

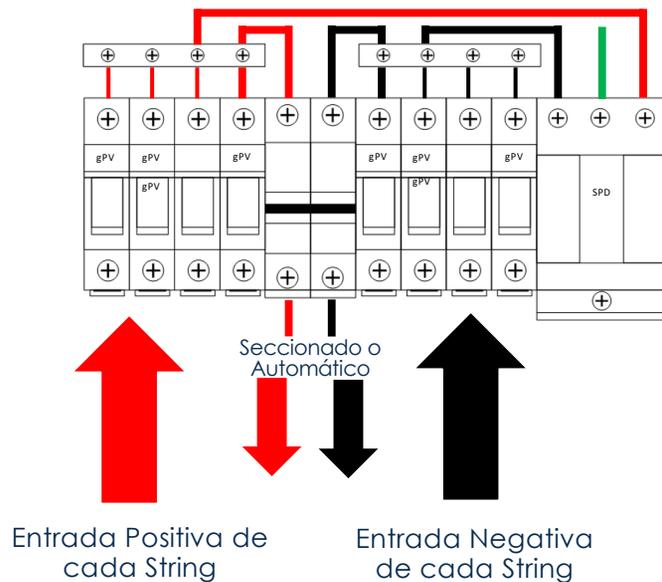


14.9 Los descargadores de sobretensión utilizados en instalaciones fotovoltaicas deberán ser del tipo 2, en conformidad a la IEC 61643-11

Esta protección se dimensionara de acuerdo al Voc del arreglo fotovoltaico

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## String Box

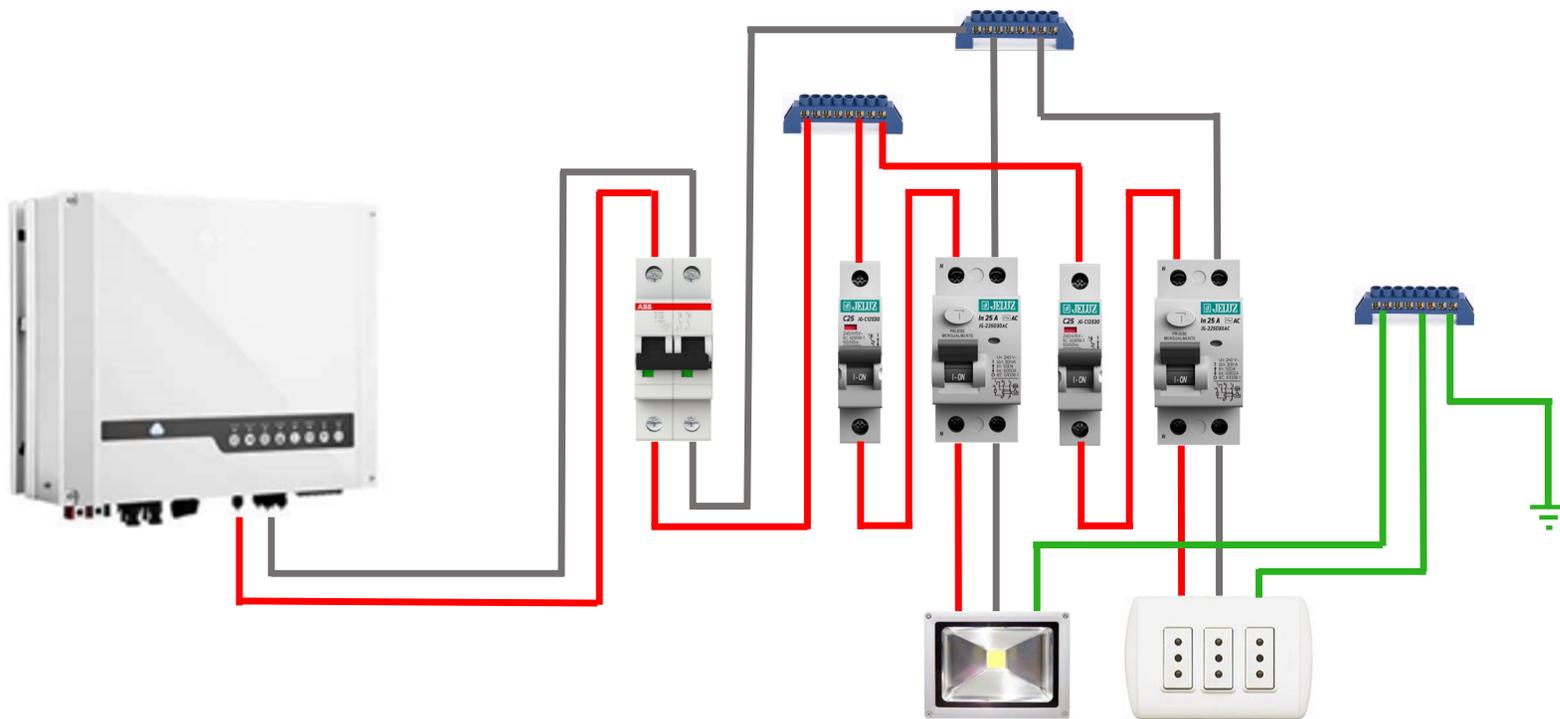


RGR N°02

9.13 Todos los tableros, cajas de conexión y junction box ubicados a la intemperie, deberán ser instalados de forma que todas sus canalizaciones y conductores ingresen por la parte inferior, conservando su índice de protección IP.

# Protecciones del Sistema Fotovoltaico Off Grid

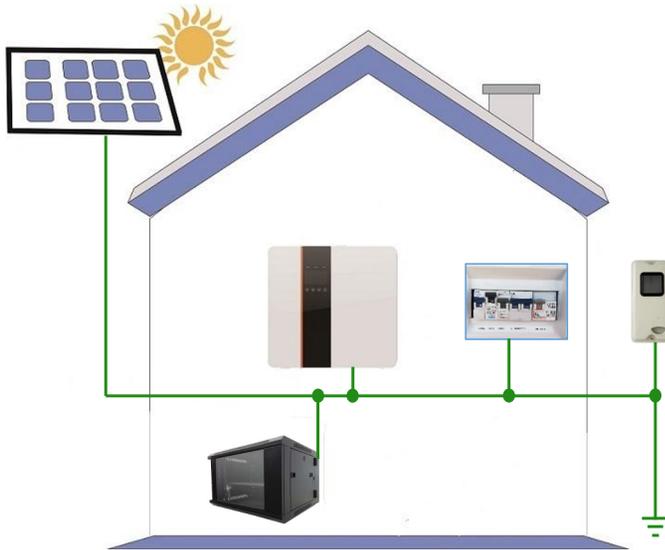
## Protecciones AC



# Puesta a Tierra

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Puesta a Tierra



RGR N°02

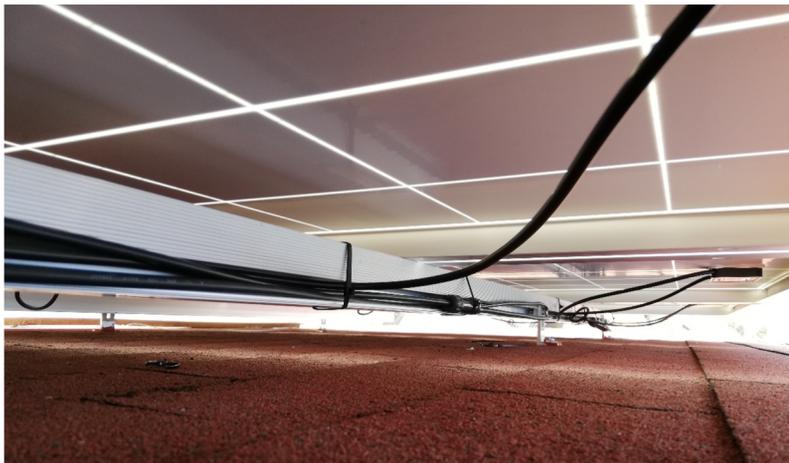
17.1 Deberán conectarse todas las partes metálicas de la instalación a la tierra de protección. Esto incluye las estructuras de soporte, pasillos técnicos y las carcasas de los equipos.

# Conductores y Canalización

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Conductores

### RGR N°02



11.11 Los conductores utilizados en el lado de CC de la unidad de generación fotovoltaica serán de cobre estañado para 1kV en CA y de 1,8kV en CC, y deberán resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

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.

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Canalización



RGR N°02

11.1 Todos los conductores deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como viento, formación de hielo, temperaturas y radiación solar. También deberán estar protegidos de bordes filosos.

# Protecciones RI Externa

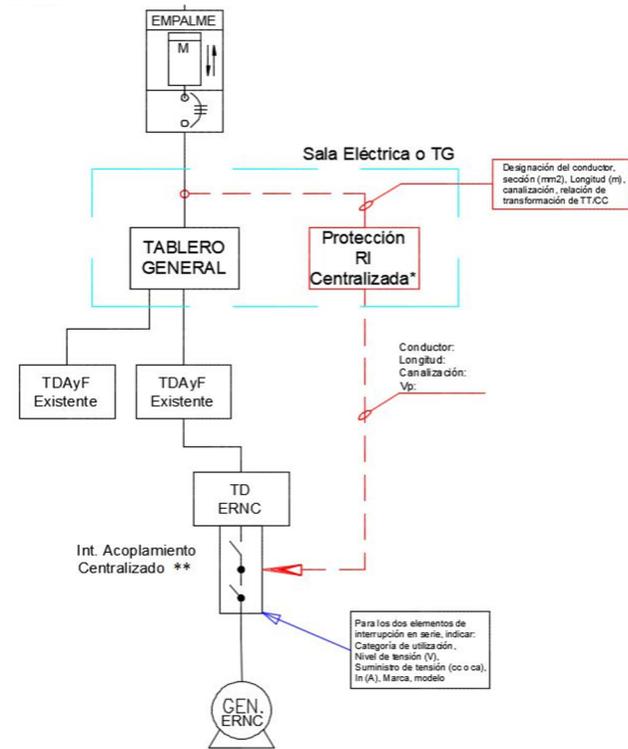
# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protección RI Centralizada



RGR N°02

15.2 Los ajustes de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia de la protección RI para conexiones en BT o MT según corresponda, serán los establecidos en la NT Netbilling.



# Relé de Potencia Inversa

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.

## Protección de Potencia Inversa



### RGR N°02

16.4.1 La protección de potencia inversa deberá actuar sobre un contactor de poder o sobre el interruptor de acoplamiento, o sobre el reconectador, el cual será el encargado de interrumpir la inyección de energía hacia la red en caso de que el nivel de generación sea superior al IEP

