
	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 1 de 21

## INFORME FINAL BANCOS DE ENTRENAMIENTO ZONA NORTE


**“Fabricación e instalación de bancos de entrenamiento para montaje y desmontaje de los componentes de sistemas fotovoltaicos, a ser implementados en 6 liceos técnicos profesionales, zona norte”.**

	Elaboró	Revisó	Aprobó
Cargo	ARQUITECTO	JEFE DE PROYECTO	GERENTE TÉCNICO
Nombre	MARX CORREDOR	ROBERTO OSSES	CRISTIAN RUIZ
Fecha	02-11-2020	10-11-2020	12-11-2020

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 2 de 21

## ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
3.	OBJETIVOS.....	3
4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
5.	INGENIERÍA DE DETALLE.....	5
6.	RESPALDO DE TRANSPORTE BANCOS FOTOVOLTAICOS.....	20
7.	SEÑALÉTICA PROTOCOLO DE CONTACTO.....	21
8.	VER ANEXO N°1, PLANIMETRÍA BANCO FOTOVOLTAICO Y RACK DE PANELES MÓVILES	
9.	VER ANEXO N°2, MANUAL DE OPERACIONES, MANTENIMIENTO Y PROTOCOLO DE EMERGENCIAS	
10.	VER ANEXO N°3, REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FABRICACIÓN	
11.	VER ANEXO N°4, HOJA DE DATOS, MANUALES DE INSTALACIÓN, CERTIFICADOS DE GARANTÍA	
12.	VER ANEXO N°5, RESPALDO CAPACITACIONES	

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 3 de 21

## 2 INTRODUCCIÓN

En el marco del Eje N°7 de la Ruta Energética para el periodo 2018 - 2022, “Educación y Capacitación: Por una Mayor Cultura Energética”, se destaca la línea de acción “Implementación de un programa de capacitación en energía solar fotovoltaica” focalizado en Liceos de Enseñanza Media Técnico Profesional con especialidad de electricidad, con el apoyo técnico del Ministerio de Educación, a fin de fortalecer las competencias de los estudiantes y de los docentes en materias de instalación y diseño de sistemas fotovoltaicos y sus aspectos regulatorios.

En este contexto, la Subsecretaría de Energía ha impulsado en 20 liceos del país el programa denominado “Capacitación en energía solar fotovoltaica para Liceos de Educación Media Técnico Profesional con especialidad de electricidad”, con el objeto de fortalecer el curriculum, incorporando la temática fotovoltaica en el programa de estudio de la especialidad de electricidad, en materias relativas a la instalación y mantención de sistemas fotovoltaicos y sus aspectos regulatorios, así como la implementación de un laboratorio fotovoltaico, y material docente y didáctico para el trabajo teórico-práctico en aula.

En relación con lo anterior, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, es la entidad responsable de licitar la fabricación en instalación de 12 bancos de entrenamiento fotovoltaicos, Zona Norte.

## 3 OBJETIVO

Fabricar e instalar 12 bancos de entrenamiento para montaje y desmontaje de los componentes de sistemas fotovoltaicos, los que forman parte del equipamiento didáctico para habilitar los 6 laboratorios fotovoltaicos requeridos para la zona norte por el “Programa de capacitación en energía solar fotovoltaica para 20 Liceos de Educación Media Técnico Profesional con especialidad de electricidad”, de acuerdo a las especificaciones técnicas definidas.

**Los 6 liceos pertenecientes a la Zona Norte, de detallan en la siguiente tabla:**

Nombre Liceo	Comuna	Región
Liceo Politécnico Antonio Varas de la Barra, B4	Arica	Arica y Parinacota
Liceo Politécnico José Gutiérrez de la Fuente	Iquique	Tarapacá
Liceo Politécnico Diego Portales Palazuelos	Tocopilla	Antofagasta
Liceo José Santos Ossa	Vallenar	Atacama
Liceo José Tomás de Urmeneta	Coquimbo	Coquimbo
Liceo Polivalente Fernando Silva Castellón	Catemu	Valparaíso

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 4 de 21

Tabla n°1

## 4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Elaborar carta Gantt, considerando hitos principales, fabricación, armado, transporte e instalación de los bancos de entrenamiento.

Ingeniería de detalle, descripción y funcionalidades de componentes.

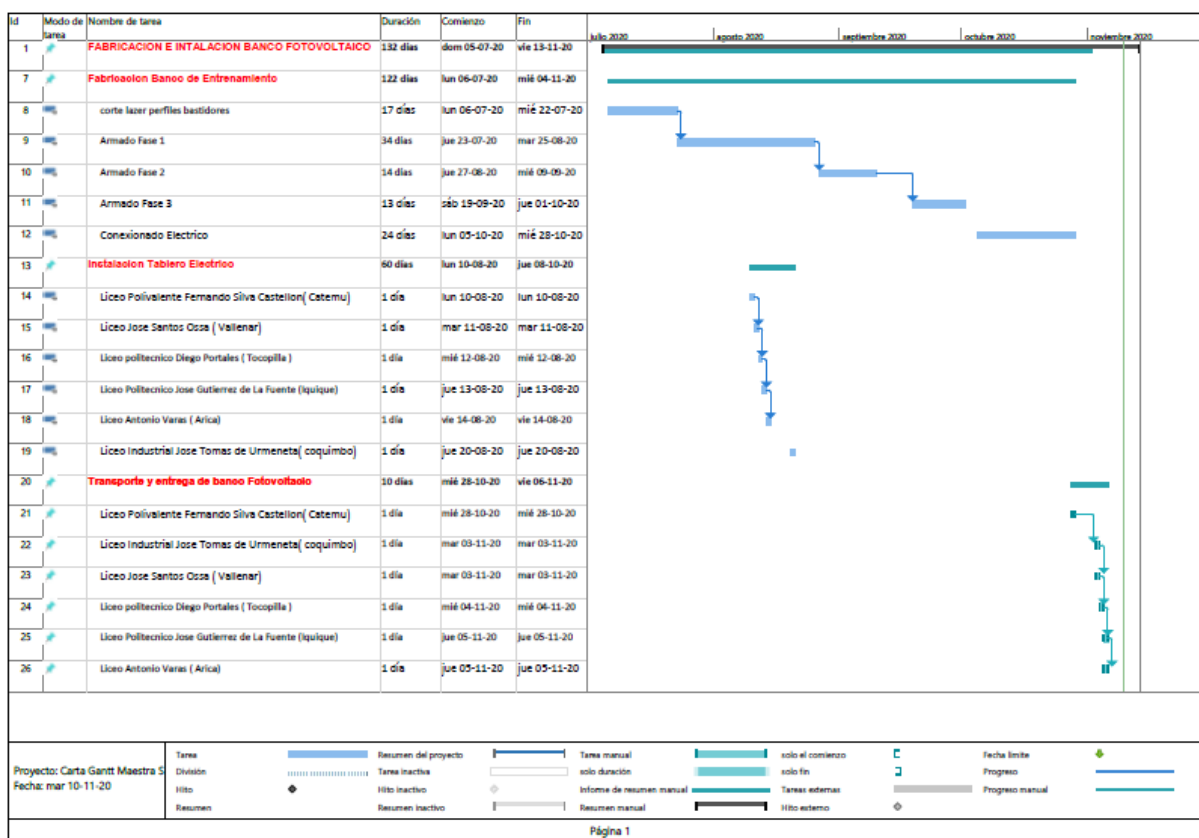
Planimetría modelo de los bancos de entrenamiento y rack de paneles móviles.

Puesta en marcha, operación, mantenimiento y protocolo de emergencia bancos de entrenamiento fotovoltaico.

Diagramas unilineales banco de entrenamiento, placas intercambiables on-grid y off.grid.  
Diagrama conexiones paneles fotovoltaicos rack de paneles móviles.

Hoja de datos y fichas técnicas, bancos de entrenamiento fotovoltaico.

## 5 CARTA GANTT



	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 5 de 21

## 6 INGENIERÍA DE DETALLE

Conforme a las especificaciones técnicas entregadas por la Agencia de Sostenibilidad Energética, que dice relación con la fabricación y construcción del banco piloto, instalado en el liceo Mariano Egaña, comuna de Peñalolén. Se procedió a la fabricación de 12 Bancos de entrenamiento a ser instalados en 6 liceos industriales de la **Zona Norte** descritos en la tabla 1.

*Tabla N° 1*

N°	Identificación Institución	Comuna	Región
1	Liceo Polivalente Fernando Silva Castellón	Catemu	Valparaíso
2	Liceo Industrial José Tomás de Urmeneta	Coquimbo	Coquimbo
3	Liceo Industrial José Santos Ossa	Vallenar	Atacama
4	Liceo Politécnico Diego Portales Palazuelos	Tocopilla	Antofagasta
5	Liceo Politécnico José Gutiérrez de la Fuente	Iquique	Tarapacá
6	Liceo Antonio Varas de la Barra	Arica	Arica y Parinacota

### 6.2 Descripción y funcionalidades Banco de Entrenamiento Fotovoltaico


Cada banco de entrenamiento fotovoltaico se divide en tres módulos:

- Banco de entrenamiento con placas intercambiables.
- Rack de Paneles móviles.
- Fuente de poder de corriente continua.

#### 6.2.1 Banco de entrenamiento con placas intercambiables

El banco de entrenamiento con placas intercambiables se subdivide en las siguientes secciones:

- Panel de corriente alterna.
- Panel de corriente continua.
- Panel desmontable Off-grid.
- Panel desmontable On-grid.
- Banco de baterías.

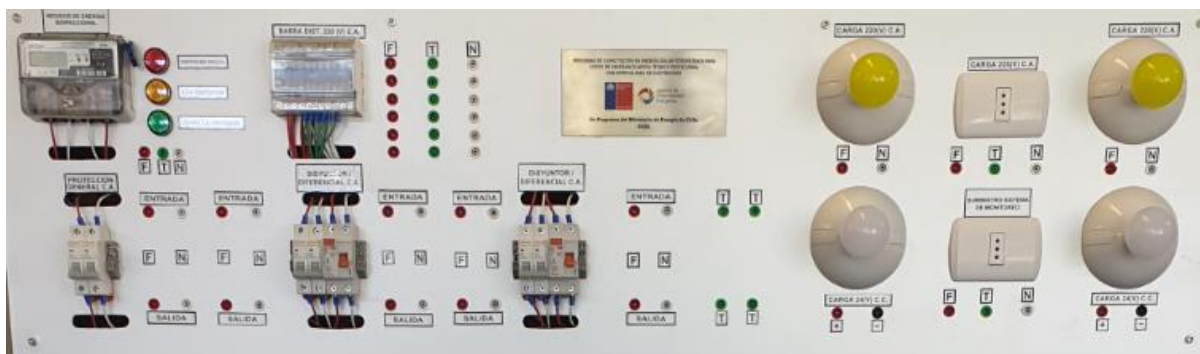
	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 6 de 21

### Panel de corriente alterna

El panel de corriente alterna, contiene una serie de protecciones y dispositivos, cuyas funcionalidades principales son conectarse a la red eléctrica de la sala de laboratorio, indicar mediante las luces pilotos el estado de conexión del banco, proteger la inyección de los micro-inversores hacia la red y conectar las diversas cargas en corriente alterna y continua. Este panel, en su parte posterior cuenta con un tablero eléctrico que permite energizar desde el banco

Además, posee una toma de corriente en 220(v) exclusivo para la conexión del sistema de monitoreo para los micro-inversores.

La siguiente ilustración muestra el panel frontal de corriente alterna




Los componentes del panel frontal de corriente alternan, se describen a continuación:

### Medidor Bidireccional

El medidor bidireccional electrónico monofásico marca Elster-A150, permite principalmente medir la energía consumida por el banco de entrenamiento y la energía inyectada por los micro-inversores hacia la red del establecimiento.

Sus características principales de operación son las siguientes:


- Medición de energía activa (kWh).
- Medición de energía reactiva, opcional (kvarh).
- Medición de demanda activa opcional (kW)

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 7 de 21

- Detección de corriente neutro en la variante A150-nd.
- Detección de energía aparente en la variante A150-ps.
- Clase 1 para medición de energía activa y clase 2 para medición de energía reactiva.
- Exactitud del 2% para medición de energía aparente.

**\*\* Mayor información en Anexo n°3 Fichas Técnicas.**

Para realizar la lectura adecuada del medidor se debe reconocer los parámetros de acuerdo con el siguiente cuadro, los cuales se muestran en pantalla secuencialmente:

Indicación en pantalla	Descripción
1	Energía activa consumida Kwh
2	Energía reactiva consumida kvarh
7	Energía activa inyectada kwh
3	Energía reactiva inyectada kvarh
U	Tensión volts
A	Corriente Amper
8	Prueba de testeo de estado en pantalla
	Símbolo de inyección a la red.

### Luces Piloto

El panel contiene tres luces indicadoras piloto, cuya funcionalidad es la siguiente:

**Encendido luz piloto roja:** Indica que el banco se encuentra energizado desde el tablero del laboratorio hasta el tablero eléctrico panel trasero del banco de entrenamiento.

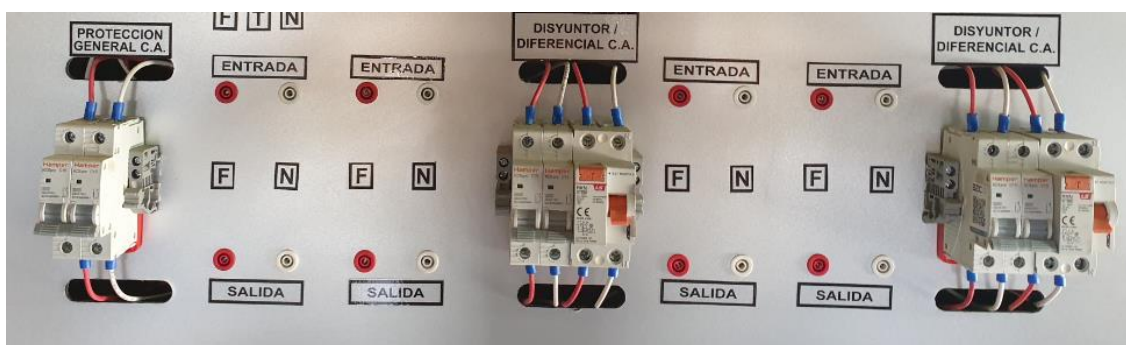
**Encendido luz piloto amarilla:** Indica que el banco se encuentra energizado hasta los terminales de entrada de la protección termomagnética general del panel frontal.

**Encendido luz piloto verde:** Indica que se encuentra energizada la barra principal de corriente alterna.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 8 de 21

### **Protecciones termomagnéticas y diferenciales**

El panel frontal de corriente alterna, cuenta con una protección termomagnética general de 2x10 amperes y cuatro protecciones independientes compuestas dos termomagnéticos de 2x10 amperes y dos diferenciales de 25 amperes. Estas protecciones deben ser utilizadas para resguardar todo consumo en corriente alterna como también proteger la inyección desde los micro-inversores.




### **Cargas en corriente alterna y continua.**

En el extremo superior derecho, se compone de dos portalámparas con sus respectivas ampollitas en corriente alterna, y dos portalámparas con sus ampollitas para carga en 24v, continuo. Es importante destacar que las ampollitas son de colores diferentes a fin de evitar confusión en el nivel de voltaje.

**Ampolletas Amarillas:** ampollitas led 220 volts C.A.

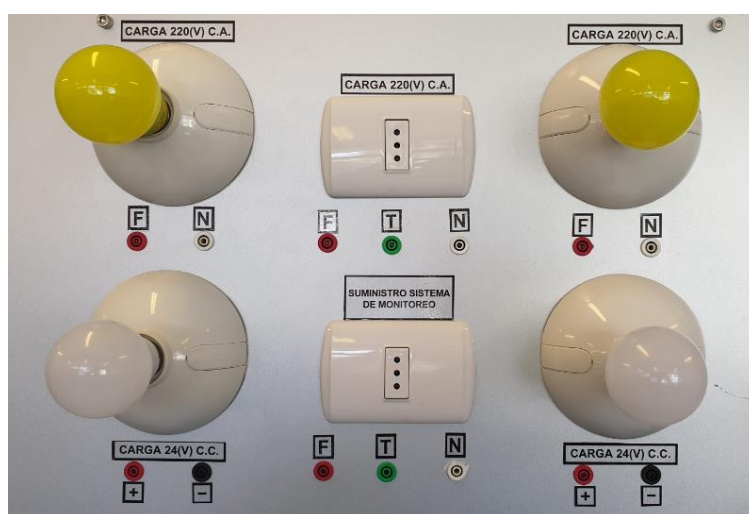
**Ampolletas Blancas:** ampollita led 24 volts C.C.



	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 9 de 21

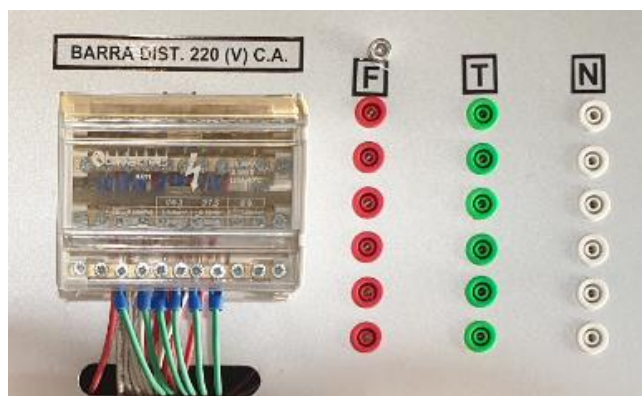
Adicionalmente, se dispone de un enchufe simple para conectar cargas en corriente alterna hasta 500 w.

Finalmente se dispone de un enchufe exclusivo para conectar el sistema de monitoreo para los micro-inversores.



### **Barra corriente Alterna.**

Se dispone en el panel frontal de corriente alterna, una barra repartidora, la cual debe alimentarse eléctricamente de la salida de la protección general del banco fotovoltaico. Esta barra, al estar energizada, se encenderá la luz piloto verde. Dicha barra, es el punto de inyección de la generación fotovoltaica hacia la red.



	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 10 de 21

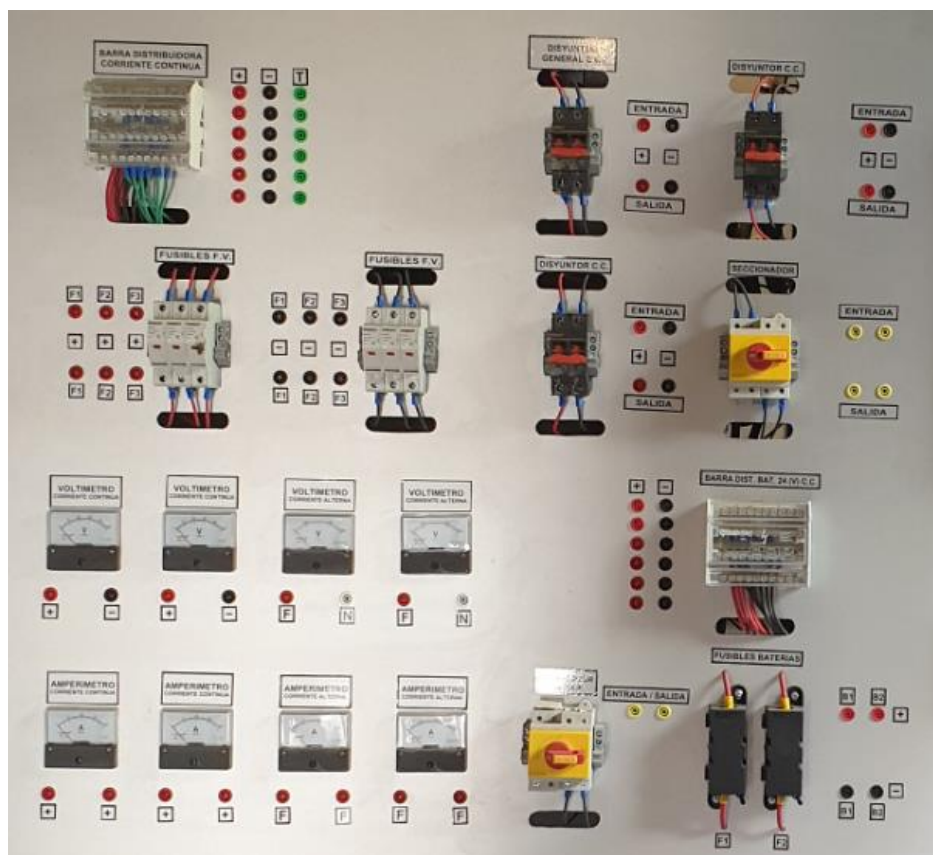
### Panel de corriente continua


El panel de corriente continua, tiene por objetivo realizar la interconexión desde el rack de paneles móviles a las placas intercambiables on-grid y off-grid, pasando por los fusibles fotovoltaicos, protecciones en corriente continua y seccionadores o interruptores en C.C.

Adicionalmente, contiene la entrada del banco de baterías lo cual permite realizar la conexión en serie para disponer del banco en 24 volts.

Por otra parte, este panel permite realizar diversas mediciones mediante amperímetros y voltímetros tanto en corriente alterna y corriente continua.

La siguiente ilustración muestra el panel frontal de corriente continua.



	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 11 de 21

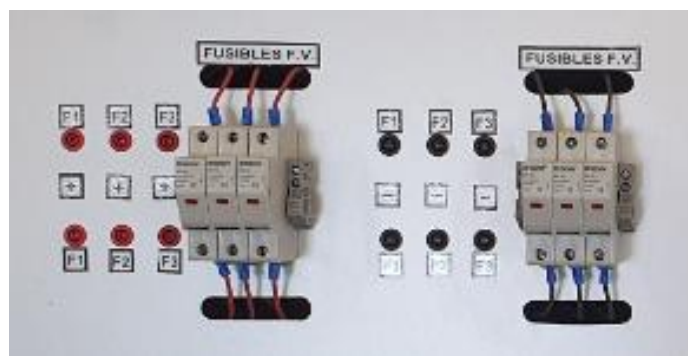
Los componentes del panel frontal de corriente continua se describen a continuación:

Entrada generación fotovoltaica.

Esta sección permite ingresar los diversos arreglos de los paneles fotovoltaicos, desde el rack de paneles móviles a utilizando sus respectivos fusibles.

En esta entrada, se pueden ingresar desde un string, para el caso del panel FV de 280Wp, hasta tres string considerando la experiencia con el conjunto de paneles FV de 53Wp. Importante destacar, que se debe respetar las polaridades positivas y negativas en el momento de la conexión, las cuales están debidamente señalizadas.


Cada portafusible, contiene fusibles del tipo cilíndrico con una capacidad de 15 amperes.



Barras repartidoras en corriente continua

La barra de corriente continua agrupar las distintas configuraciones de los paneles fotovoltaicos, para posteriormente conectarse a las entradas tanto de los micro-inversores, como del inversor off-grid. Por otra parte, la barra de distribución del banco de baterías, permite la interconexión y derivación de las diversas entradas para la experiencia off-grid y las cargas en 24 volts.

La barras repartidoras se encuentran debidamente identificada con sus polaridades.


	<b>INFORME FINAL ZONA NORTE</b>	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 12 de 21

***Barra distribuidora corriente continua***



***Barra distribuidora banco de baterías***

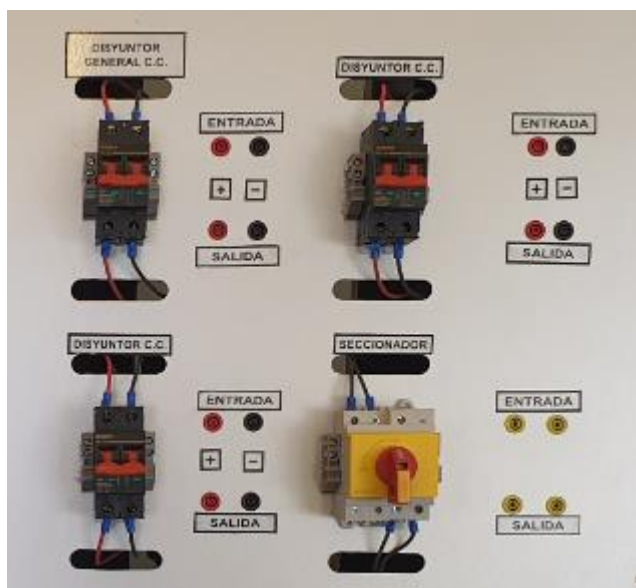


	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 13 de 21

### Protecciones y seccionadores

El panel contiene una protección general termomagnética bipolar en corriente continua, con una capacidad de 40 amperes, y dos protecciones independientes bipolares de 25 amperes.

Los seccionadores tienen por finalidad conectar la generación fotovoltaica a los paneles intercambiables para las experiencias on-grid y off-grid, conectar el banco de baterías, como también pueden ser utilizados para conectar las cargas eléctricas.




### Instrumentación y medición.

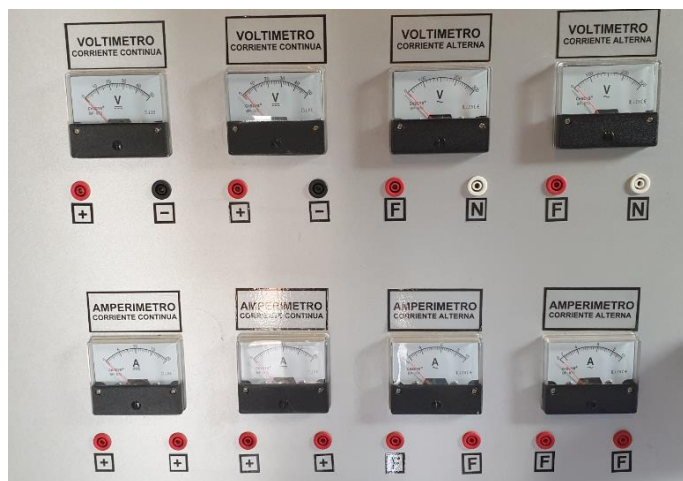
Se disponen de una serie de instrumentos de medición en corriente alterna y continua a cuya finalidad es medir en tiempo real los parámetros de voltaje y corriente durante las diversas experiencias on-grid y off-grid.

En esta sección se dispone:

- Dos voltímetros en corriente continua.
- Dos amperímetros en corriente continua.
- Dos Voltímetros en corriente alterna.
- Dos amperímetros en corriente alterna.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 14 de 21

### *Panel de Instrumentos*




### **Banco de baterías.**

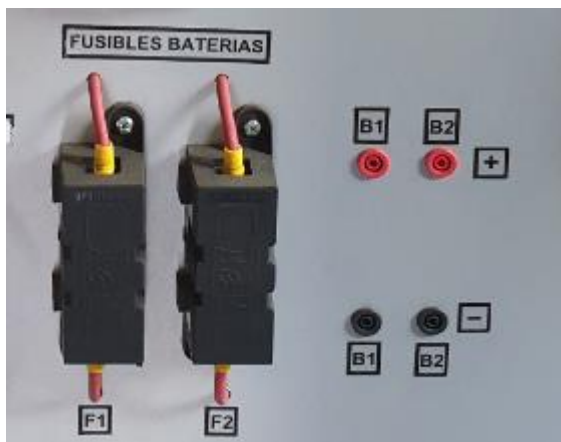
Al interior del banco de entrenamiento, situado en la parte inferior costado derecha se dispone de un banco de baterías compuesta por dos baterías de 60AH, 12 volts, del tipo AGM, marca Victron.

Es importante considerar, que según las características técnicas del Inversor Victron 800/24/16, debe conectarse el banco de baterías en 24 volts. El panel de corriente continua, posee cada salida de las baterías, las cuales están protegidas en forma independiente por su respectivo fusible.

Por lo tanto, debe realizarse la serie con los conectores apropiados, para obtener en bornes 24 volts continuos. De igual forma, la entrada al regulador de carga y las cargas asociadas están dispuestas en 24 volts.



	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 15 de 21



### **Panel Desmontable On-grid**

El panel desmontable On-grid, tiene por finalidad realizar las experiencias relacionadas con la generación fotovoltaica a través de los micro-inversores conectados o sincronizados a la red.

Este panel, contiene 2 micro-inversores marca Hoymiles, con una potencia de 300 Wp, cada uno.

Adicionalmente, los micro-inversores disponen de un sistema de monitoreo el cual ya está configurado con el número serial de cada micro-inversor. Dentro de las variables que se pueden monitorear se destacan:

- Generación diaria, mensual y anual.
- Voltaje en corriente alterna.
- Intensidad en corriente alterna
- Datos técnicos del campo fotovoltaico.
- Demanda máxima de consumos.

En esta experiencia, se puede simular la generación fotovoltaica con inyección al sistema ocupando un micro-inversor, como también realizar la experiencia con micro-inversores en cadena, detallado en los planos eléctricos.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 16 de 21



### **Panel Desmontable OFF-GRID.**

Este panel se compone de los siguientes elementos.

Inversor/cargador marca Victron, modelo 24/800/16, cuya potencia de salida es de 800 W, con un peak de 1200W. Este Inversor, contempla una entrada auxiliar desde la red (220 volts), que permite cargar el banco de baterías.

Regulador de carga marca Victron, modelo 100/20. Este equipo es el encargado, de regular la carga al banco de baterías mediante la inyección del campo fotovoltaico. Adicionalmente posee una salida para cargas en corriente continua.

Central de monitoreo marca Victron, modelo Venus GX. Este dispositivo permite visualizar a través de la plataforma Victron, la operación en tiempo real del sistema OFF-Grid.



	<b>INFORME FINAL ZONA NORTE</b>	PE-OMS-001
	<b>FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO</b>	Página 17 de 21




### 6.2.2. Rack de paneles móviles.

El rack de paneles móviles tiene por finalidad configurar los diversos arreglos fotovoltaicos para inyectar su energía al banco de entrenamiento.

Este rack, se compone de dos grupos de paneles fotovoltaicos.

- a.- 6 de paneles de 53Wp.
- b.- 1 panel de 280Wp.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 18 de 21


### ***Rack de paneles móviles***



La estructura del rack, posee un marco giratorio ajustable a distintas inclinaciones dependiendo de la localización geográfica de cada establecimiento, a fin de optimizar la irradiación solar. Para el caso del conjunto de los 6 paneles de 53W, se recomienda realizar 3 string cada uno con dos paneles o 2 string cada uno con tres paneles, cuyos parámetros de voltaje y corriente están dentro de los rangos de entrada tanto para la experiencia on-grid, como para la off-grid.

Se incorpora dentro del kit de entregables, un conjunto de cables solares con conectores MC4 a un extremo para conectarse al conjunto de paneles, y al otro extremo terminales de punta para conectarse al banco fotovoltaico.

Como complemento del rack, este posee un gabinete metálico destinado a guardar todos los conectores, fichas técnicas y la fuente de poder al interior del laboratorio de clases.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 19 de 21

### **6.1.3. Fuente de poder en corriente continua.**


La fuente de poder tiene por finalidad reemplazar la generación fotovoltaica del rack de paneles móviles, ajustando sus parámetros de salida de corriente y voltaje según el string esperado.

Esta fuente de poder es de marca Hua Yi Electronics, y permite ajustar la salida en los siguientes rangos:


Voltaje C.C. = 0 a 50 volts.

Corriente C.C. = 0 a 10 amperes.

Cada fuente de poder se incorpora un par de cables con conectores especiales para la conexión al banco fotovoltaico.

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 20 de 21

## 7 RESPALDO DE TRANSPORTE BANCOS FOTOVOLTAICOS



**FABIOLA XIMENA BRAVO CRUZAT**  
**TRANSPORTES AGUAS CLARAS**  
**E.I.R.L.**

Giro: TRANSPORTE DE CARGA POR  
CARRETERA  
9 NORTE 2148 ... LOS CONQUISTADORES-  
TALCA  
eMail : XIMBRAC@HOTMAIL.COM Telefono : 9  
9999047  
TIPO DE VENTA: DEL GIRO

R.U.T.:76.047.488- 6

FACTURA ELECTRONICA

Nº2158

S.I.I. - TALCA

Fecha Emision: 05 de Noviembre del 2020

SEÑOR(ES): ENERGIAS RENOVABLES Y OBRAS CIVILES MENORES LIMITADA

R.U.T.: 76.360.038- 6

GIRO: GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN OTRAS

DIRECCION: RECTOR JORGE ROJAS DIAZ 843 V. MANUEL ROJAS

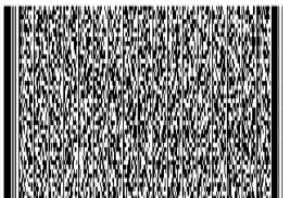
COMUNA MAIPU CIUDAD: STGO

CONTACTO: Andres Soto Guerra

TIPO DE COMPRA: DEL GIRO

Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio	%Impto Adic.*	%Desc.	Valor
-	Servicio de Transporte Santiago - Coquimbo/Vallenar/ Tocopilla/Iquique/Arica Realizado entre el 02 y 05 de Noviembre 2020	1	2.470.000			2.470.000


Forma de Pago:Crédito



Timbre Electrónico SII

Res.99 de 2014 Verifique documento: [www.sii.cl](http://www.sii.cl)

MONTO NETO	\$ 2.470.000
I.V.A. 19%	\$ 469.300
IMPUESTO ADICIONAL	\$ 0
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.939.300</b>

	INFORME FINAL ZONA NORTE	PE-OMS-001
	FABRICACION E INSTALACIÓN BANCOS DE ENTRENAMIENTOS FOTOVOLTAICO	Página 21 de 21

## 8 SEÑALÉTICA PROTOCOLO DE CONTACTO PARA ASISTENCIA TÉCNICA

