



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZU FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Diseño de un Banco de Pruebas de Paneles Solares Fotovoltaica para el Laboratorio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA

Autores:

Milene Fiorella Duarte Ramírez & María Mercedes Paredes Rolón.

Tutora:

Ing. Nelly Soledad Moreno Sosa



Introducción

Demanda Creciente de Energía

El consumo eléctrico en Paraguay aumentó un 12,4 % en 2023, destacando la necesidad de energías renovables.

Ley 6977

Regula el fomento, generación, producción, desarrollo y utilización de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables no convencionales no hidráulicas.

Misión FCYT

Fomentar el conocimiento y las habilidades en energías renovables mediante herramientas prácticas.



Objetivo General

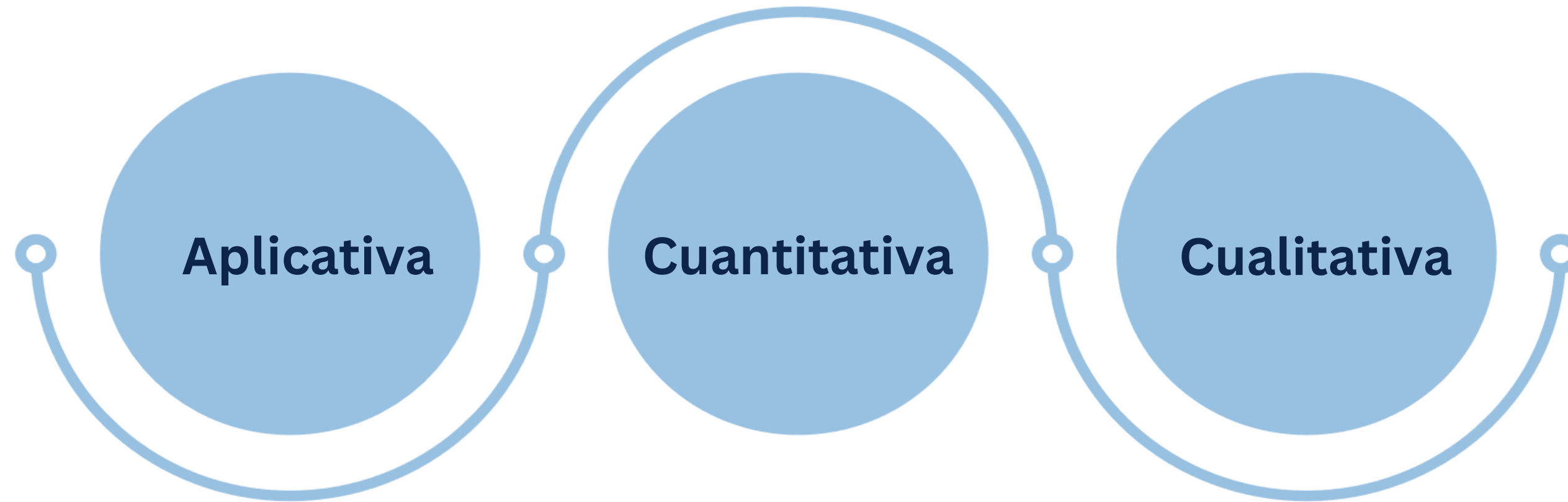
- Diseñar un Banco de Pruebas de Paneles Solares Fotovoltaicos para el Laboratorio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA.

Objetivos Específicos

- Identificar y analizar las variables que afectan al rendimiento de los sistemas solares fotovoltaicos.
- Dimensionar y seleccionar los equipos necesarios para la construcción de un banco de pruebas.
- Diseñar una guía de procedimientos técnicos que permita la realización de pruebas didácticas efectivas, tales como curvas I-V, análisis de temperatura, sombreado e inclinación, integrando herramientas practicas para el aprendizaje y la investigación.
- Elaborar un presupuesto detallado que contemple todos los componentes necesarios para la implementación de los bancos de pruebas proyectados.

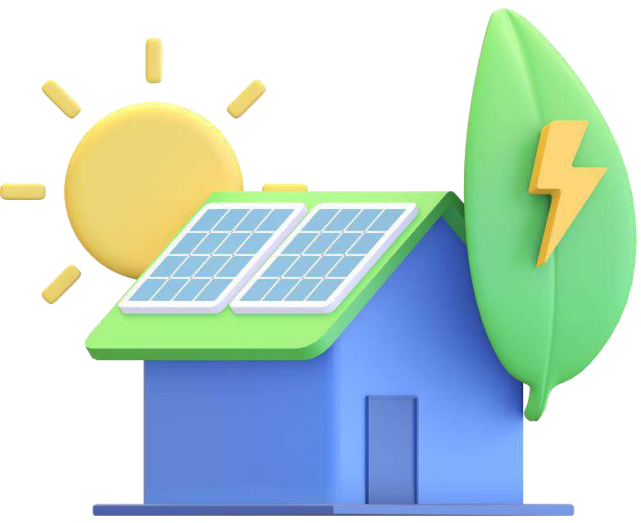




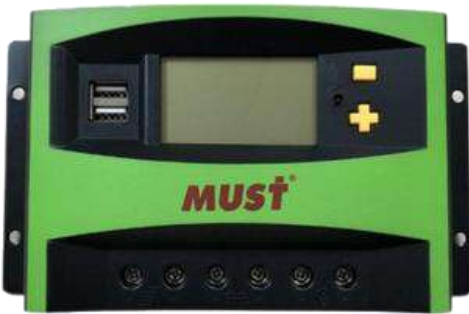

Metodologia



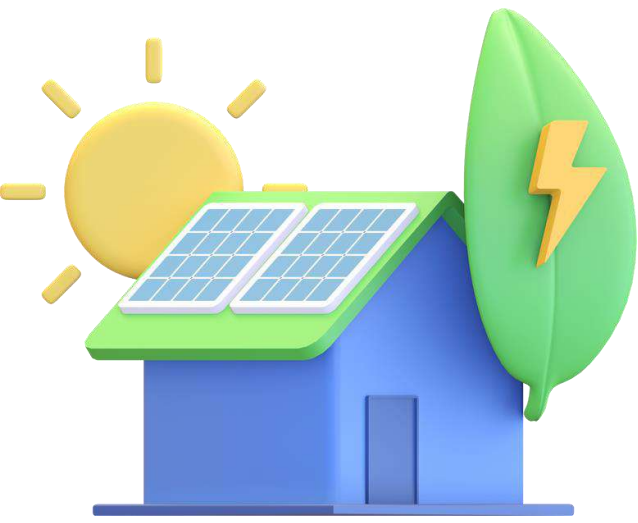
Ingeniería de Diseño





El banco fue diseñado como una herramienta técnica y educativa. Está compuesto por los elementos principales del sistema, componentes de protección tanto de corriente continua como de alterna y los elementos de medición.



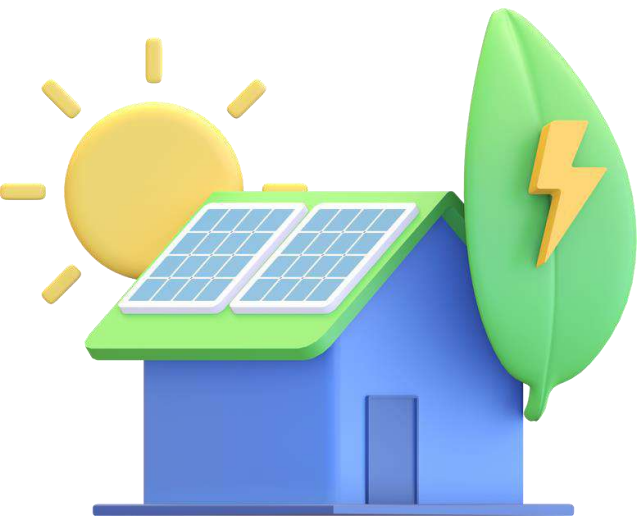
Componentes Principales			
N.º	Componetes	Caracteristicas	Imagen de Referencia
1	Panel Solar	Panel Solar Monocristalino PP: 160 WP Eficiencia: 21.40% VMPP: 19.25V IMPP: 8.31A	
2	Bateria	Bateria de Ciclo Profundo AGM Voltaje: 12V Corriente Nominal: 100Ah Celda por Bateria: 6	
3	Regulador de Carga	Regulador de Carga PWM Voltaje: 12V Corriente de Descarga: 50A	
4	Inversor	Inversor de Corriente Potencia Aparente: 1200VA Eficiencia:94%	





Ingeniería de Diseño



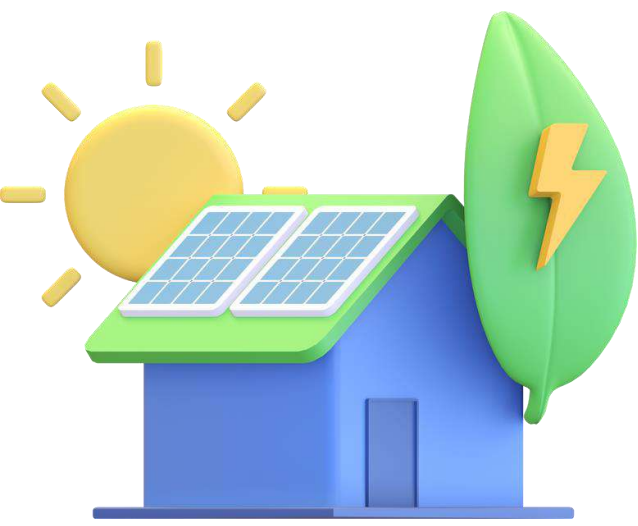
Componentes de Proteccion				
N.º	Componetes	Utilización	Caracteristicas	Imagen de Referencia
1	Fusibles	Proteccion del Panel Solar al Tablero de Pruebas	FUSIBLE CILINDRICO DE CORRIENTE DIRECTA TENSION NOMINAL: 1000 VCD CORRIENTE NOMINAL: 15 A CAPACIDAD DE RUPTURA: 33KA TAMAÑO: 10X38 MM	
2	Portafusible		PORTAFUSIBLE PARA FUSIBLE CILÍNDRICO MONTAJE EN RIEL DIN GRADO DE PROTECCIÓN: IP20 CONEXIONADO: HASTA 10 MM²	
3	Interruptor CD	Del Panel Solar al Regulador de Carga	INTERRUPTOR DE CORRIENTE DIRECTA INTENSIDAD NOMINAL: 80 A NÚMERO DE POLOS: 2 PODER DE CORTE: 6KA TENSION NOMINAL: 1000 VCD	
4	Interruptor CD	Del Regulador de Carga a la Bateria	INTERRUPTOR DE CORRIENTE DIRECTA INTENSIDAD NOMINAL: 63 A NÚMERO DE POLOS: 2 PODER DE CORTE: 6KA VOLTAJE NOMINAL: 1000 VCD	





Ingeniería de Diseño



Componentes de Protección				
N.º	Componetes	Utilización	Caracteristicas	Imagen de Referencia
1	Interruptor CD	Del Regulador de Carga al Inversor	INTERRUPTOR DE CORRIENTE DIRECTA INTENSIDAD NOMINAL: 63 A NÚMERO DE POLOS: 2 PODER DE CORTE: 6KA TENSIÓN NOMINAL: 1000 VCD	
2	Interruptor Termomagnético de CA	Del Inversor a la Carga	INTERRUPTOR DE CORRIENTE ALTERNA INTENSIDAD NOMINAL: 10 A NÚMERO DE POLOS: 1 PODER DE CORTE: 6KA TENSIÓN NOMINAL: 220 VCA	
3	DPS	Protecciones Adicionales	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN TENSIÓN NOMINAL: 1000 V CORRIENTE DE DESCARGA NOMINAL: 20 KA CORRIENTE DE DESCARGA MÁXIMA: 40 KA	
4	Disyuntor Diferencial		DISYUNTOR DIFERENCIAL SENSIBILIDAD: TIPO A CORRIENTE NOMINAL: 16 A POLOS: 2 TENSIÓN NOMINAL: 230 V SENSIBILIDAD DE CORRIENTE DE FUGA: 30 mA	

Ingeniería de Diseño

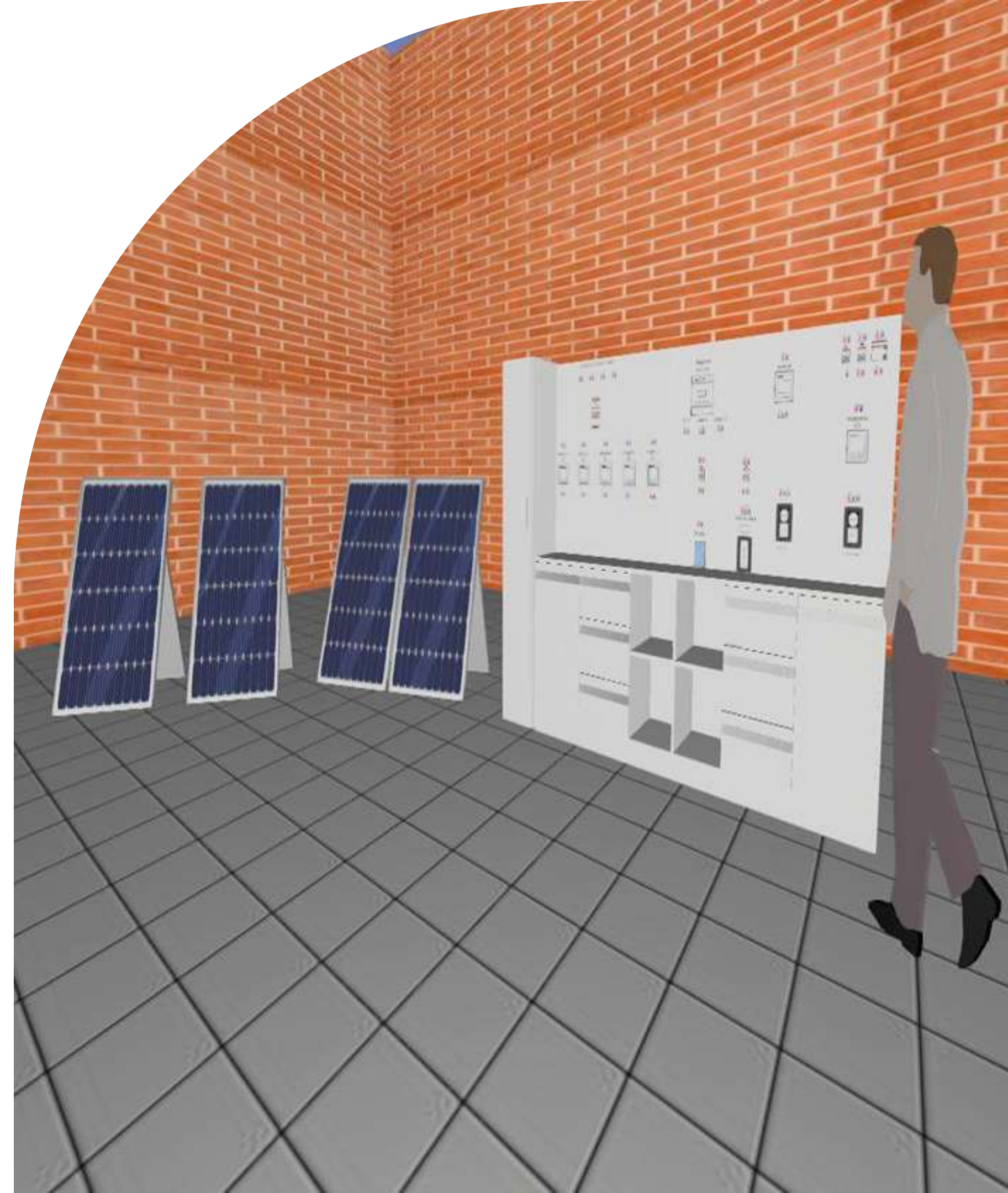
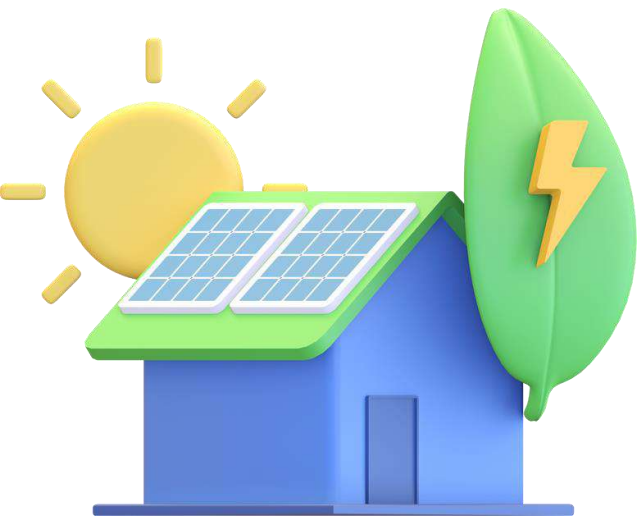


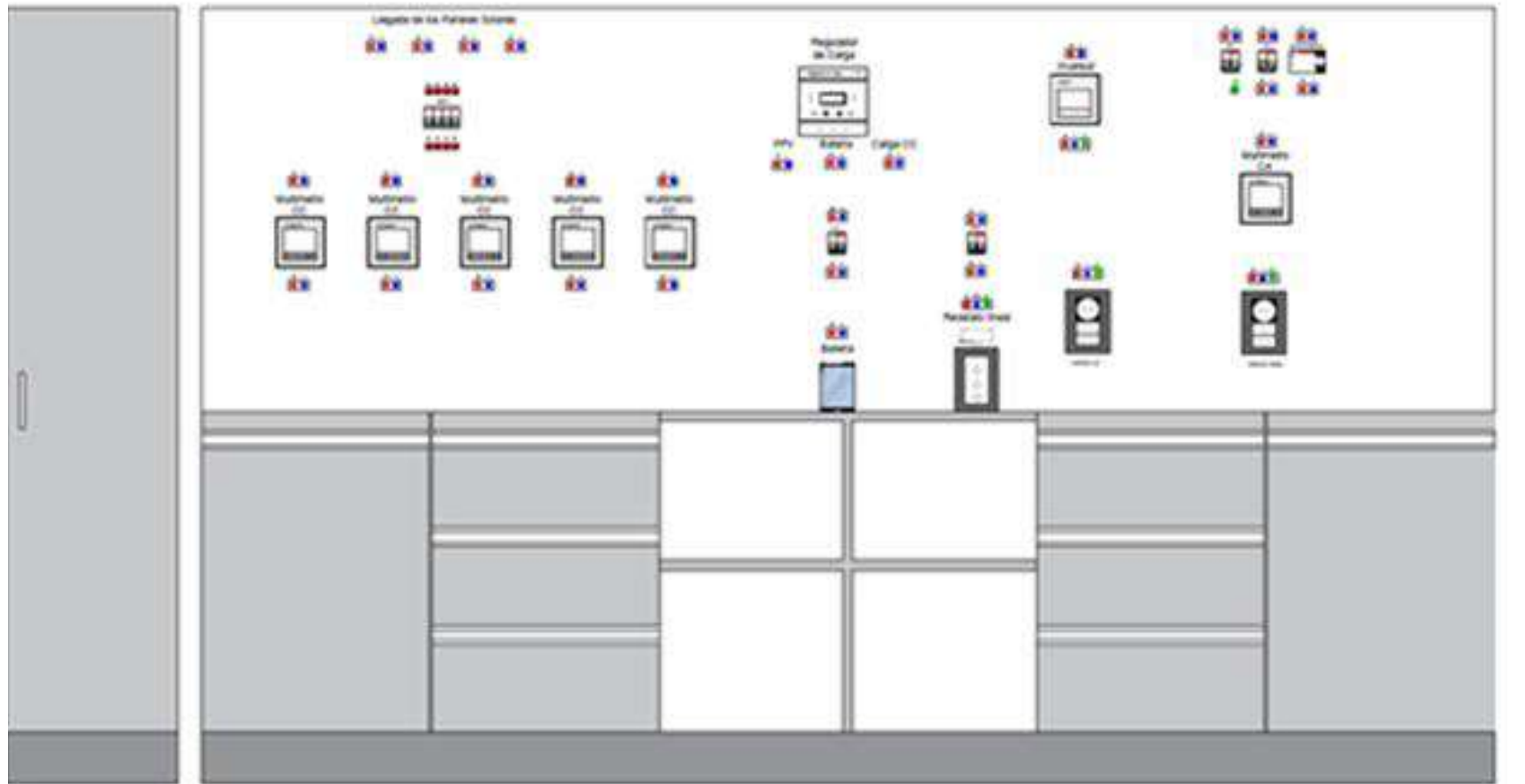
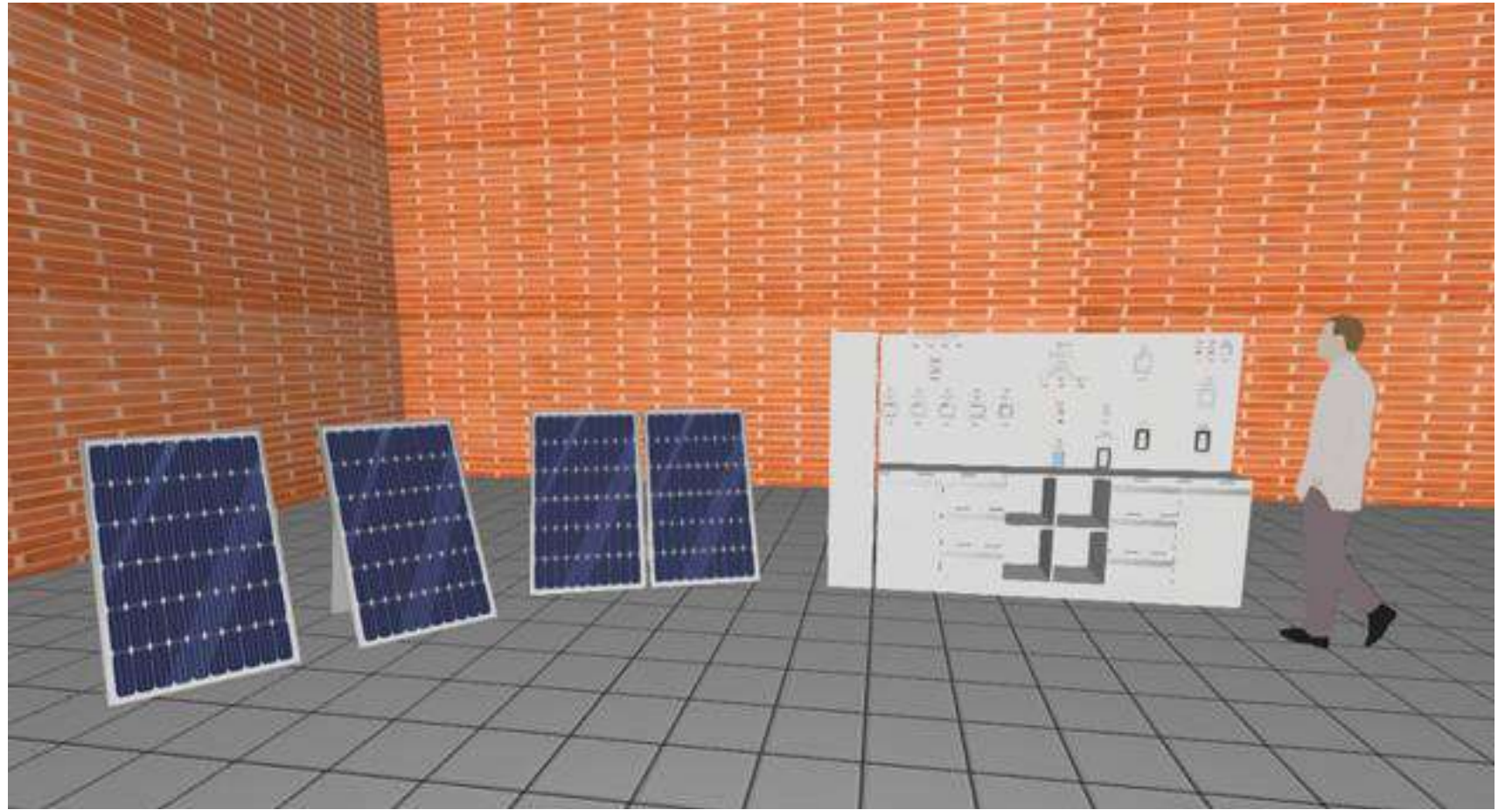
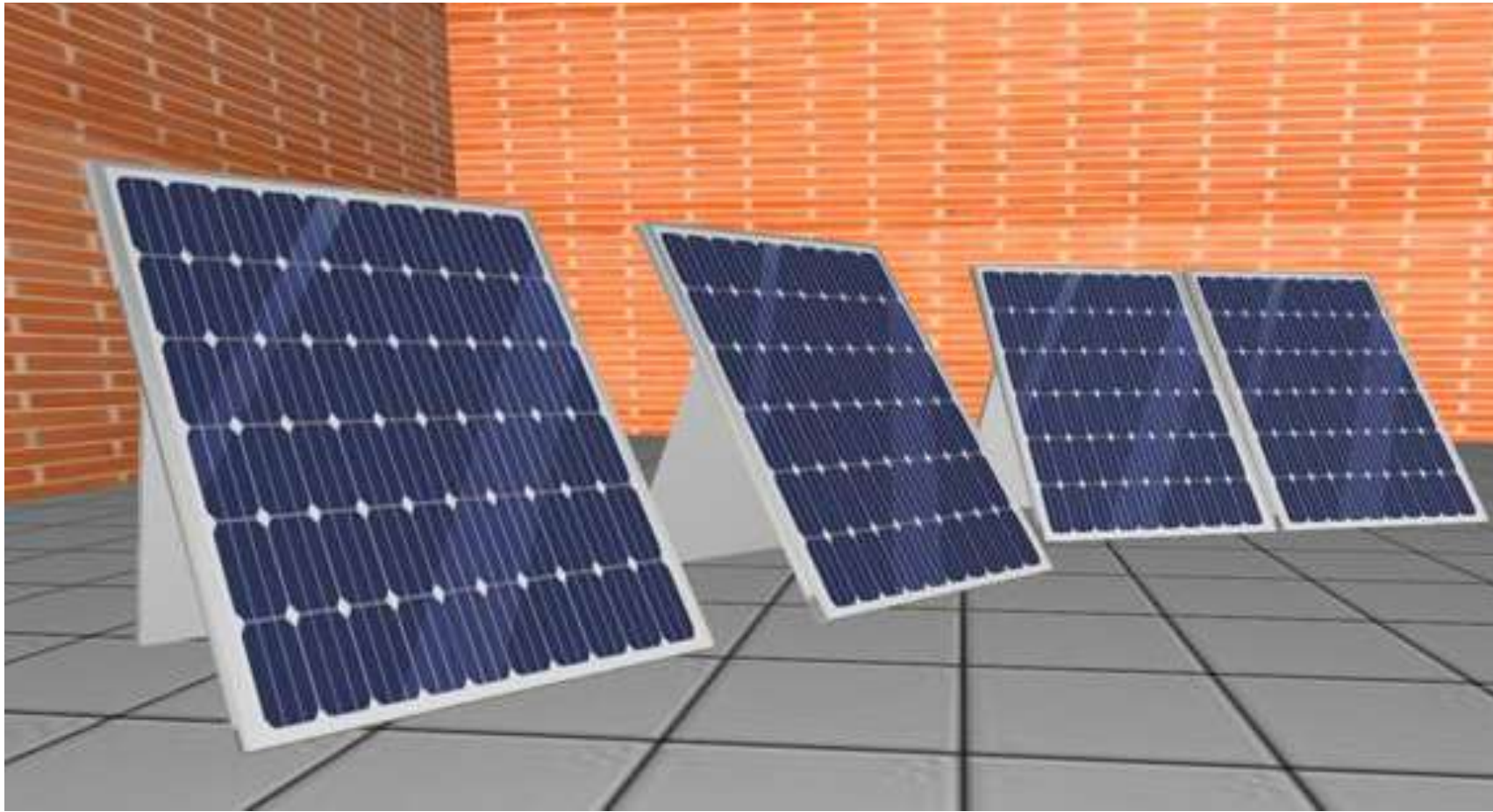
Componentes de Medición			
N.º	Componetes	Caracteristicas	Imagen de Referencia
1	Multimetro Digital CD	MULTIMETRO DIGITAL DE CD TENSIÓN DE OPERACIÓN: 4 A 38 V AMPERAJE NOMINAL: 300 A	
2	Multimetro Digital CA	MULTIMETRO DIGITAL DE CA TENSIÓN DE OPERACIÓN: 0 A 600 V AMPERAJE NOMINAL: 10 A FRECUENCIA: 45 a 65 Hz	
3	Medidor de Irradiación Solar	MEDIDOR DE IRRADIACIÓN SOLAR MEDICIÓN DE LA IRRADIACIÓN RANGO DE MEDICIÓN: 0 a 1400 W/m ² RESOLUCIÓN: 1 W/m ² MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA RANGO DE MEDICIÓN: -30 °C a 100 °C MEDICIÓN DE LA INCLINACIÓN RANGO DE MEDICIÓN: -90° a 90° MEDICIÓN DE LA BRÚJULA RANGO DE MEDICIÓN: 0° a 360°	
4	Resistatol Lineal	RESISTATOL LINEAL DE CARGA TENSIÓN NOMINAL: 600 V POTENCIA: 160 W RESISTENCIA: 10 A 100 OHM DIMENSIONES: 446×93×150 mm	

Diseño de un Banco de Pruebas

Innovación para la Educación Práctica

- Configuración Versátil: Soporta orientaciones e inclinaciones variables para los paneles solares.
- Instrumentación Avanzada: Equipado con multímetros digitales, reóstatos y sensores de temperatura.
- Características de Seguridad: Incluye protecciones eléctricas y conexiones organizadas.





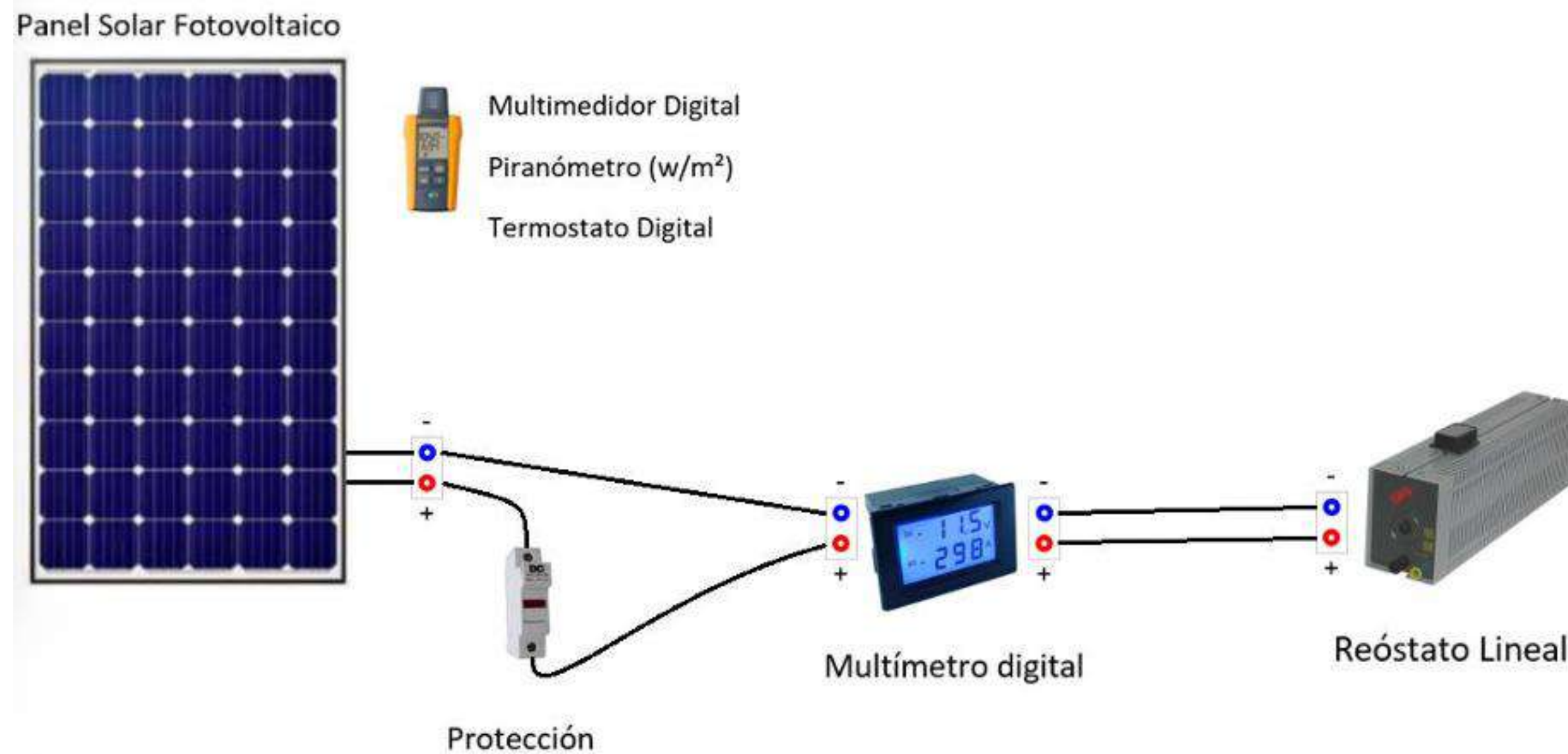
Ensayos Técnicos Posibles

Obtención de la Curva Característica I-V



Ensayos Técnicos Posibles

Impacto de la Temperatura sobre el Rendimiento



Ensayos Técnicos Posibles

Efecto del Sombreado en la Eficiencia



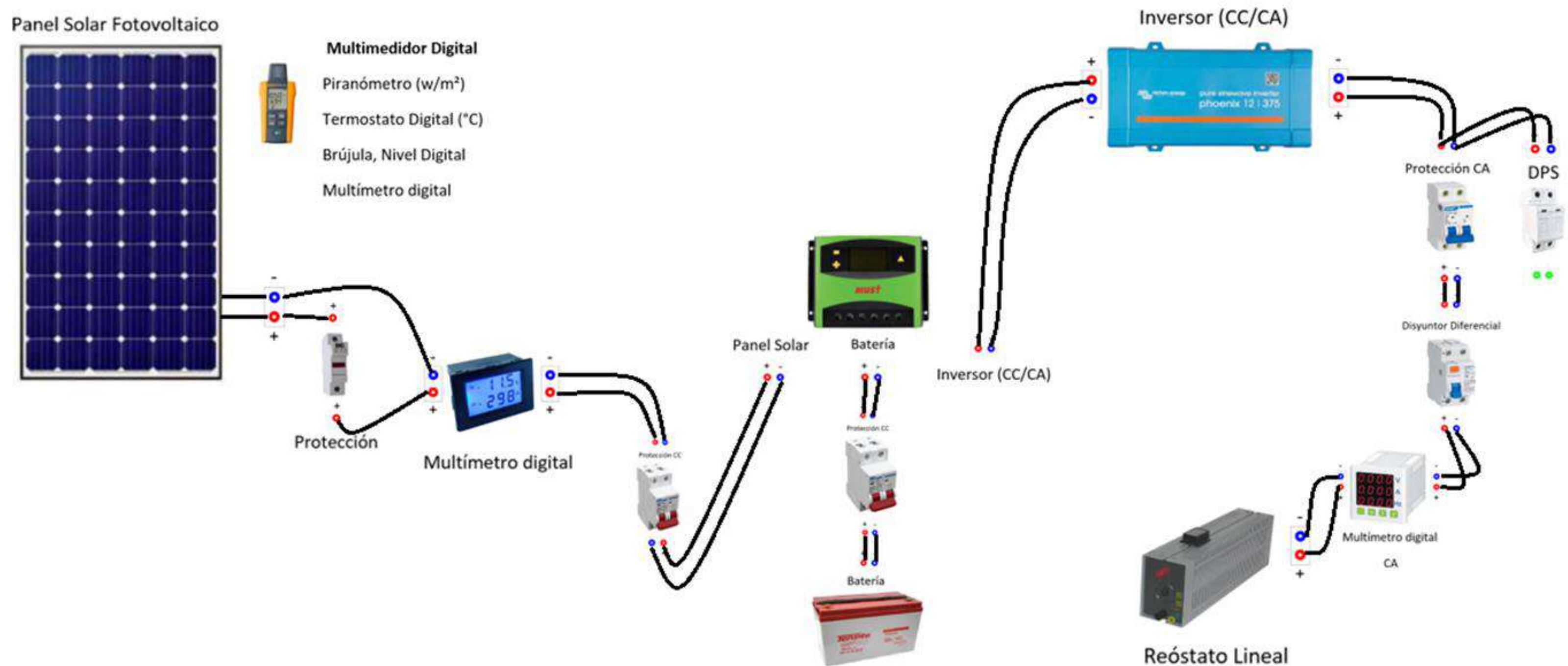
Ensayos Técnicos Posibles

Influencia de la Inclinação y Orientación



Ensayos Técnicos Posibles

Evaluación de un Sistema Fotovoltaico Autónomo con Almacenamiento



Analisis Económico

1 Presupuesto de los Componentes para el Banco Solar fotovoltaico.					
Item	Nombre del Componente	Precio	Cantidad	Subtotal	Proveedor
1	Panel Solar Monocristalino 160 wp	960.500	4	3.842.000	Electropar
2	Batería de Ciclo Profundo AGM 12V 100 Ah	1.240.000	1	1.240.000	Electropar
3	Controlador de Carga MPPT 12V 60A	1.400.000	1	1.400.000	Electropar
4	Inversor de Corriente 12V 1000VA	1.195.000	1	1.195.000	Electropar
5	Fusible Cilíndrico de Corriente Directa 1x15A 10X38 1000VDC con portafusible	104.000	4	416.000	USA
6	Interruptor CD 2X45A 2P 6KA 1000 VDC	344.000	1	344.000	USA
7	Interruptor CD 2X63A 2P 6KA 1000 VDC	400.000	2	800.000	USA
8	Interruptor Termomagnético 1X10A 220VAC 6KA	12.850	1	12.850	Todo luz
9	Descargador de sobre tension 40kA 385V 2P	360.000	2	720.000	Todo luz
10	Disyuntor Diferencial 1x25A 230V 300mA	434.500	1	434.500	Todo luz
11	Multímetro Digital CD	160.000	5	800.000	USA
12	Multímetro Digital CA	440.000	1	440.000	USA
13	Medidor de Irradiación Solar	3.000.000	1	3.000.000	USA
14	Reóstato Lineal	1.100.000	1	1.100.000	España
15	Cable para paneles solares	7.980	20	159.600	Electrosystem
				15.903.950	

Analisis Económico

2 Presupuesto de los Componentes para el Banco Solar fotovoltaico.					Proveedor
Item	Nombre del Componente	Precio	Cantidad	Subtotal	
1	Panel Solar Monocristalino 160 wp	764.720	4	3.058.880	Autosolar
2	Batería de Ciclo Profundo AGM 12V 100 Ah	1.224.000	1	1.224.000	Autosolar
3	Controlador de Carga MPPT 12V 60A	432.000	1	432.000	Autosolar
4	Inversor de Corriente 12V 1000VA	2.856.000	1	2.856.000	Autosolar
5	Fusible Cilíndrico de Corriente Directa 1x15A 10X38 1000VDC	88.000	4	352.000	Autosolar
6	Portafusible para Fusible Cilíndrico 10X38 1000VDC	121.040	4	484.160	Autosolar
7	Interruptor CD 2X45A 2P 6KA 1000 VDC	856.000	1	856.000	Autosolar
8	Interruptor CD 2X63A 2P 6KA 1000 VDC	592.000	2	1.184.000	Autosolar
9	Interruptor Termomagnético 1X10A 220VAC 6KA	96.000	1	96.000	Autosolar
10	Descargador de sobre tension 40kA 385V 2P	640.000	2	1.280.000	Autosolar
11	Disyuntor Diferencial 1x25A 230V 300mA	656.000	1	656.000	Autosolar
12	Multímetro Digital CD	160.000	5	800.000	USA
13	Multímetro Digital analizador de redes	5.600.000	1	5.600.000	USA
14	Medidor de Irradiación Solar	3.000.000	1	3.000.000	USA
15	Reóstato Lineal	1.100.000	1	1.100.000	ESPAÑA
Total				22.979.040	

Analisis Económico

3 Presupuesto de los Componentes para el Banco Solar fotovoltaico.				
Item	Nombre del Componente	Precio	Cantidad	Subtotal
1	Panel Solar Policristalino 160 wp	376.000	4	1.504.000
2	Batería de Ciclo Profundo AGM 12V 100 Ah	736.000	1	736.000
3	Regulador de Carga PWM 12V 50A	280.000	1	280.000
4	Inversor de Corriente 12V 1200VA	576.000	1	576.000
5	Fusible Cilíndrico de Corriente Directa 1x15A 10X38 1000VDC	16.000	4	64.000
6	Portafusible para Fusible Cilíndrico 10X38 1000VDC	12.000	4	48.000
7	Interruptor CD 2X45A 2P 6KA 1000 VDC	80.000	1	80.000
8	Interruptor CD 2X63A 2P 6KA 1000 VDC	61.200	2	122.400
9	Interruptor Termomagnético 1X10A 220VAC 6KA	16.000	1	16.000
10	Descargador de sobre tension 40kA 385V 2P	20.000	1	20.000
11	Disyuntor Diferencial 1x25A 230V 300mA	17.440	1	17.440
12	Multímetro Digital CD	84.000	5	420.000
13	Multímetro Digital CA	76.000	1	76.000
14	Medidor de Irradiación Solar	880.000	1	880.000
15	Reóstato Lineal	1.850.000	1	1.850.000
16	Cable para paneles solares	8.000	20	160.000
Total				6.849.840

Analisis Económico

Presupuesto total para el Banco de Solar fotovoltaico.				
Item	Nombre del Componente	Precio	Cantidad	Subtotal
1	Estructura para el banco de pruebas	5.650.000	1	5.650.000
2	Estructura metalica para paneles solares	250.000	4	1.000.000
3	Conectores, terminales y accesorios tipo banana	4.350.000	1	4.350.000
4	Instalación y montaje de componentes	2.500.000	1	2.500.000
Total				13.500.000

Conclusiones y Recomendaciones

Hacia una Educación Sostenible

- Logros: El diseño del banco de pruebas cumple con metas técnicas y educativas.
- Mejoras Futuras: Automatización de adquisición de datos y pruebas de diversos paneles.
- Enfoque de Sostenibilidad: Mayor alineación con iniciativas globales de transición energética.



Agradecimientos

- Agradecimiento a los mentores, colegas y colaboradores.
- Agradecimiento Especial a los ingenieros Juan Carlos Fariña y Clara Fernández por su apoyo técnico, y a la Facultad por la oportunidad

