

Inversores Híbridos: El camino para mitigar las necesidades del auto consumo de energía solar, como beneficio social, ambiental y económico.

Ponente Temático: Ing. Hugo Ordoñez
Líder Comercial Energía Solar y Fibra
Óptica - Zona Norte
Fibra Andina SAS



Ponente Técnico: Ing. Cristian Ramos
Líder Comercial Energía Solar - Zona
Sur, Centro Oriente
Fibra Andina SAS



TEMARIOS

Información y Contexto



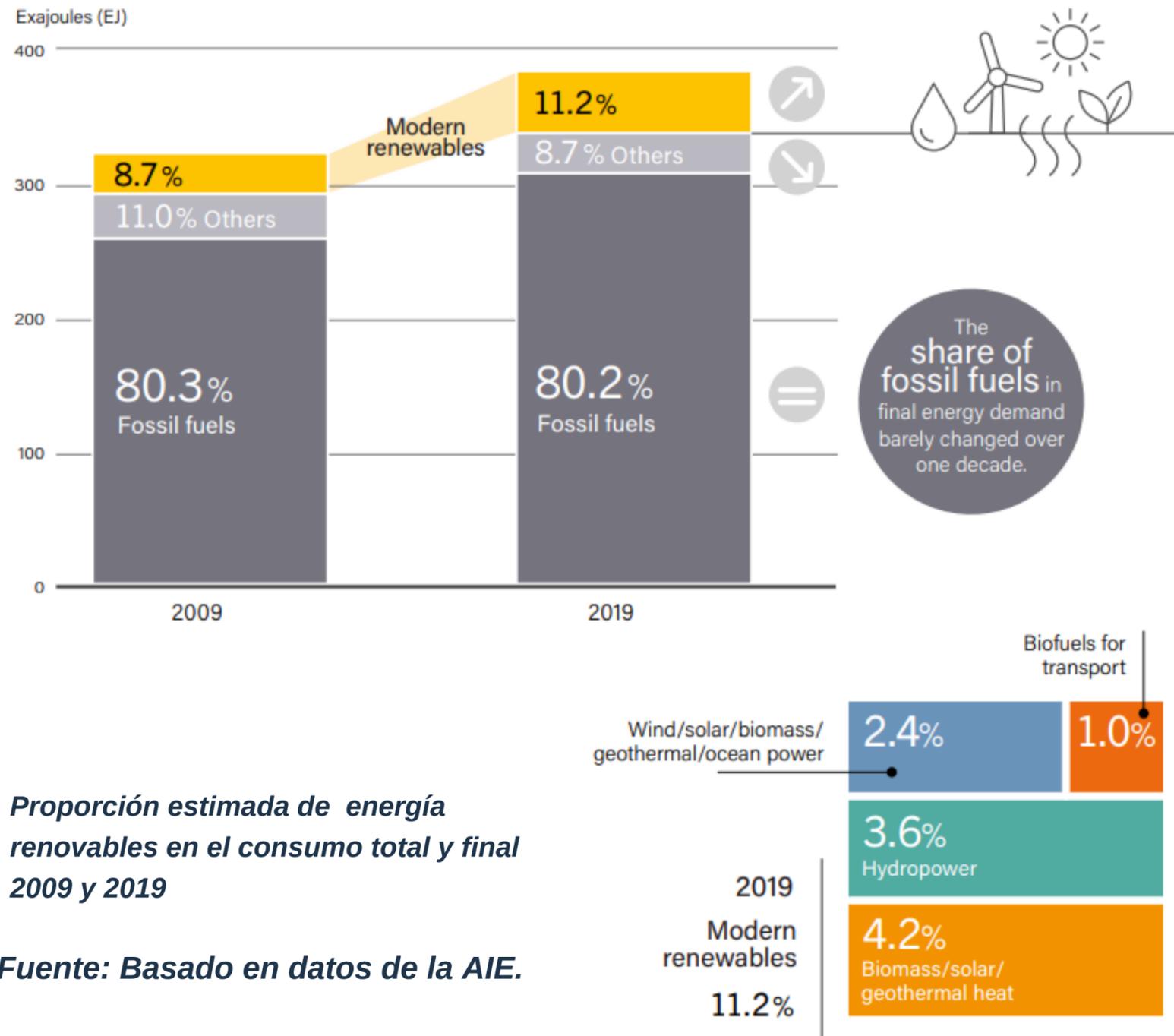
- **Consumo Energético Mundial**
- **Crónica Energética Solar de Colombia**
- **Composición Energética Nacional**
- **Impacto Social, Ambiental y Económico**
- **Consumo y Necesidades**
- **Importancia de Autoconsumo**
- **Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos**

Técnico y Específico



- **Modelos de Gestión Inteligentes**
- **Arquitectura del Inversor Híbrido DEYE**
- **Características del Inversor Híbrido DEYE**
- **Inversor Híbrido DEYE**
- **Puertos Independientes**
- **Horarios para Uso de Almacenamiento**
- **Compatible con Turbina Eólica**
- **Entrada AC**
- **Capacidad de Trabajo en Paralelo**
- **Protección IP65**
- **Control de Exportación**
- **Conclusiones y Referencias**

Consumo Energético Mundial



Proporción estimada de energía renovables en el consumo total y final 2009 y 2019

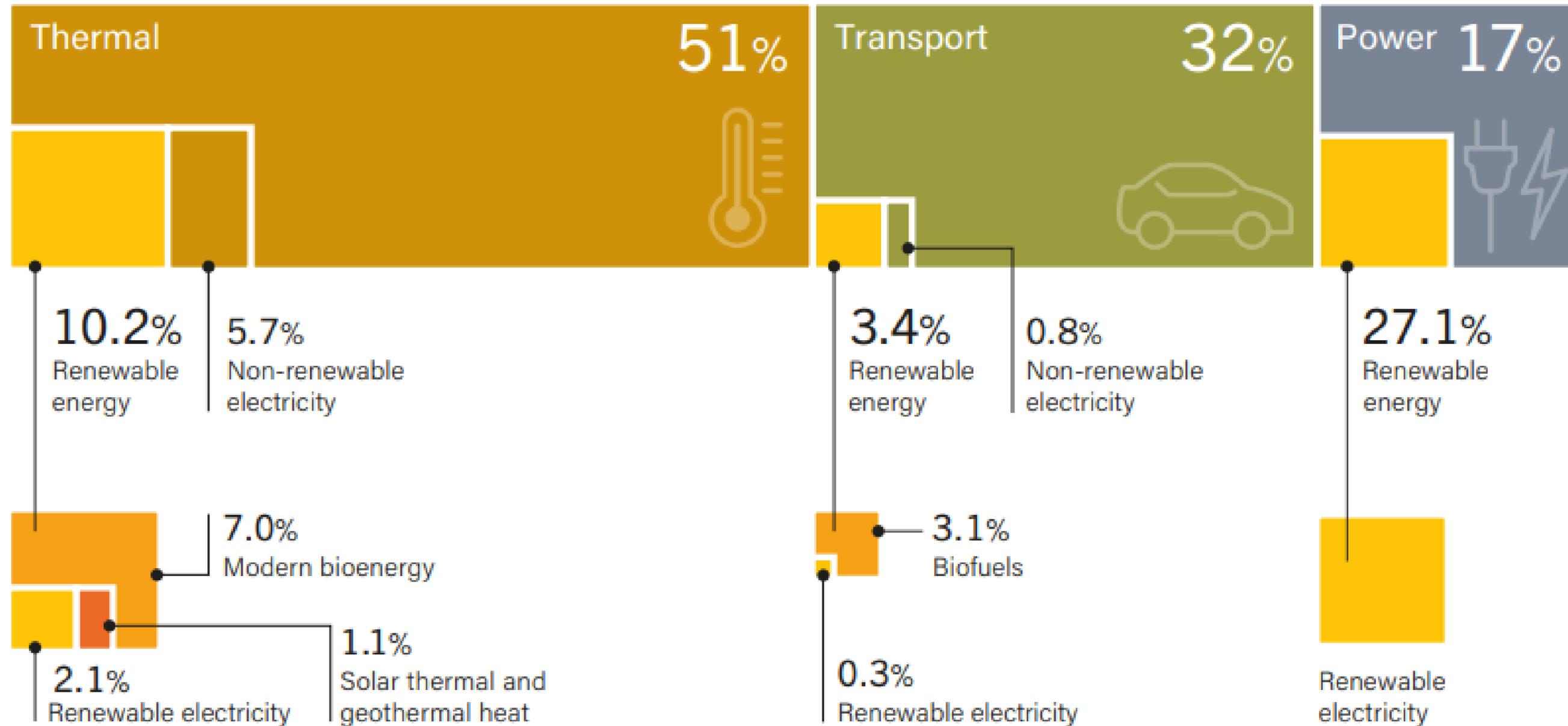
Fuente: Basado en datos de la AIE.

Últimos 10 años:

- La energía de las fuentes renovables modernas (eólica, solar, biomasa, geotérmica, biocombustibles) **aumentó un 2,5%**
- La cuota de los combustibles fósiles en demanda final de energía, **disminuyó un 0,1%.**

Fuente: CNM - Centro Nacional de Monitoreo

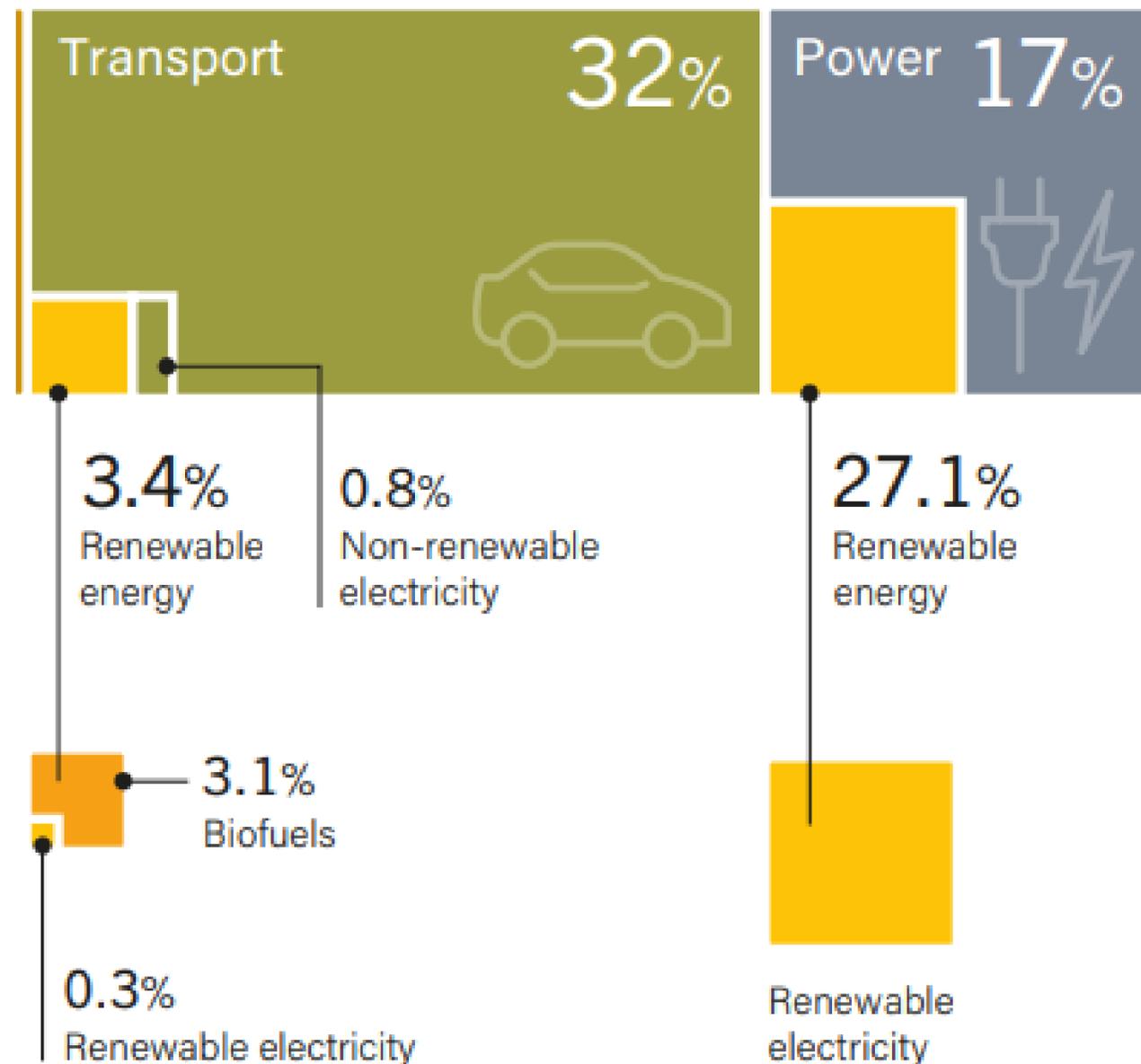
Consumo Energético Mundial



Energía renovable en el consumo total de energía final, por uso de energía final, 2018.

Fuente: Basado en datos de la AIE.

Consumo Energético Mundial



*El uso de energía para el transporte representa un **32%** del Consumo Total de Energía Final y tiene la participación más baja de energías renovables (**3,4%**).*

Energía renovable en el consumo total de energía final, por uso de energía final, 2018.

Fuente: Basado en datos de la AIE.

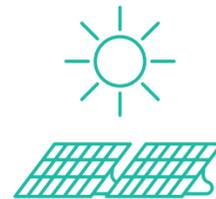
Crónica Energética Solar de Colombia



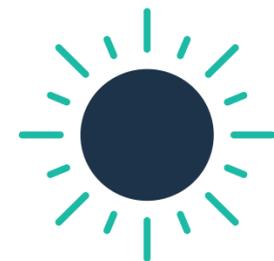
Posicionamiento y Crecimiento Energía Solar.



Siglo XX uso de Energía Solar para calentamiento del agua en zona bananera.



Alta capacidad de Producción de energía fotovoltaica del mundo por su posición geográfica.



Exposición a la luz del sol durante 12 horas diarias, los 365 días del año.

Crónica Energética Solar de Colombia

Los primeros pasos de la energía solar tuvieron lugar en Santa Marta, donde se instalaron calentadores solares.

50's

En Medellín, Manizales y algunas zonas de Bogotá se aplicó masivamente el uso de calentadores solares.

60's

Colombia ingresa a la Agencia Internacional de Energías Renovables lo que se convierte en un gran compromiso con la implementación de tecnología de producción de energías limpias.

80's

90's

2015

La propuesta se extendió en algunas universidades de Santander y Bogotá. Se instalaron calentadores de origen israelí.

Más adelante con el apoyo de fundaciones como Gaviotas, la instalación de calentadores solares se expandió a hospitales y centros comunitarios.

Fuente: www.aycsolutions.com

Crónica Energética Solar de Colombia

SIGLO XIX

1890 llega la energía eléctrica a Bogotá.

1892 llega la energía eléctrica a Bucaramanga.

1893 - 1894 llega la energía eléctrica a Barranquilla, Cartagena y Santa Marta.

1895 llega la energía eléctrica a Medellín

Todo esto mediante desarrollos hidroeléctricos.

Crónica Energética Solar de Colombia

SIGLO XX

Años 60 y 70

Las Universidad de Santander, Universidad Nacional, Universidad de los Andes y la Universidad del Valle empezaron a desarrollar y proponer la instalación de calentadores domésticos y calentadores industriales para el uso de hoteles, restaurantes y hospitales.

Años 80

Se industrializó la fabricación de calentadores de agua con luz solar, llevando agua caliente a muchas urbanizaciones en las ciudades de Bogotá y Medellín entre otras.

1980 – 1983

Telecom con acompañamiento de la Universidad Nacional en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos para generar energía en las zonas no interconectadas del país. En este proyecto se instalaron generadores fotovoltaicos de 60 Wp (vatio pico) para radioteléfonos.

Al año 1983 se tenían instalados 2.950 sistemas de esta capacidad. Seguidamente se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp (Kilovatio pico)

1983

Se importaron 48.499 módulos solares para una potencia de 2,05 MWp.

De los cuales, se utilizaron 20.829 para telecomunicaciones rurales, logrando una potencia de 935,5 kWp.

Y otros 20.829 se utilizaron en electrificación rural, logrando una potencia de alrededor de 953,5 kWp.

Crónica Energética Solar de Colombia

SIGLO XX

Se estimaba un desarrollo o crecimiento del mercado fotovoltaico anual, del orden de 300 kW.



Caracterizado por ser el boom del mercado de sistemas fotovoltaicos.

Se tuvieron 15.000 sistemas solares fotovoltaicos instalados, los cuales suministraron energía para iluminación, radio y tv.

Se indica que para ese periodo Colombia contaba con una potencia instalada de 9 MWp.

Fuente: IPSE (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas)

Crónica Energética Solar de Colombia

SIGLO XX (Finales)

El desempeño de la gestión pública se deterioró gravemente hasta acabar en grandes racionamientos de energía en 1991 y 1992.



A partir de la nueva Constitución y la reestructuración del Ministerio de Minas y Energía, el sector empezó a volver a manos de empresas privadas.

Colombia entró en la dinámica mundial de evolucionar en sus sistemas de generación, transmisión y administración de la energía que produce y consume.

Crónica Energética Solar de Colombia

SIGLO XX (Finales)



Es por esto que se reconoce a Colombia, como uno de los países con mayor potencial en la producción de energías renovables en la región.

Se ha venido evolucionando de manera exponencial, ya que las condiciones naturales lo colocan en una posición privilegiada.

Composición Energética Nacional

- **S.I.N (Sistema Interconectado Nacional) inició en 1967.**
- **Abarca aproximadamente un 34% del territorio nacional.**
- **En este, habita el 96% de la población del país con una cobertura del 95,54%.**
- **El consumo de energía eléctrica está cerca de alcanzar los 70.000 GWh/año.**

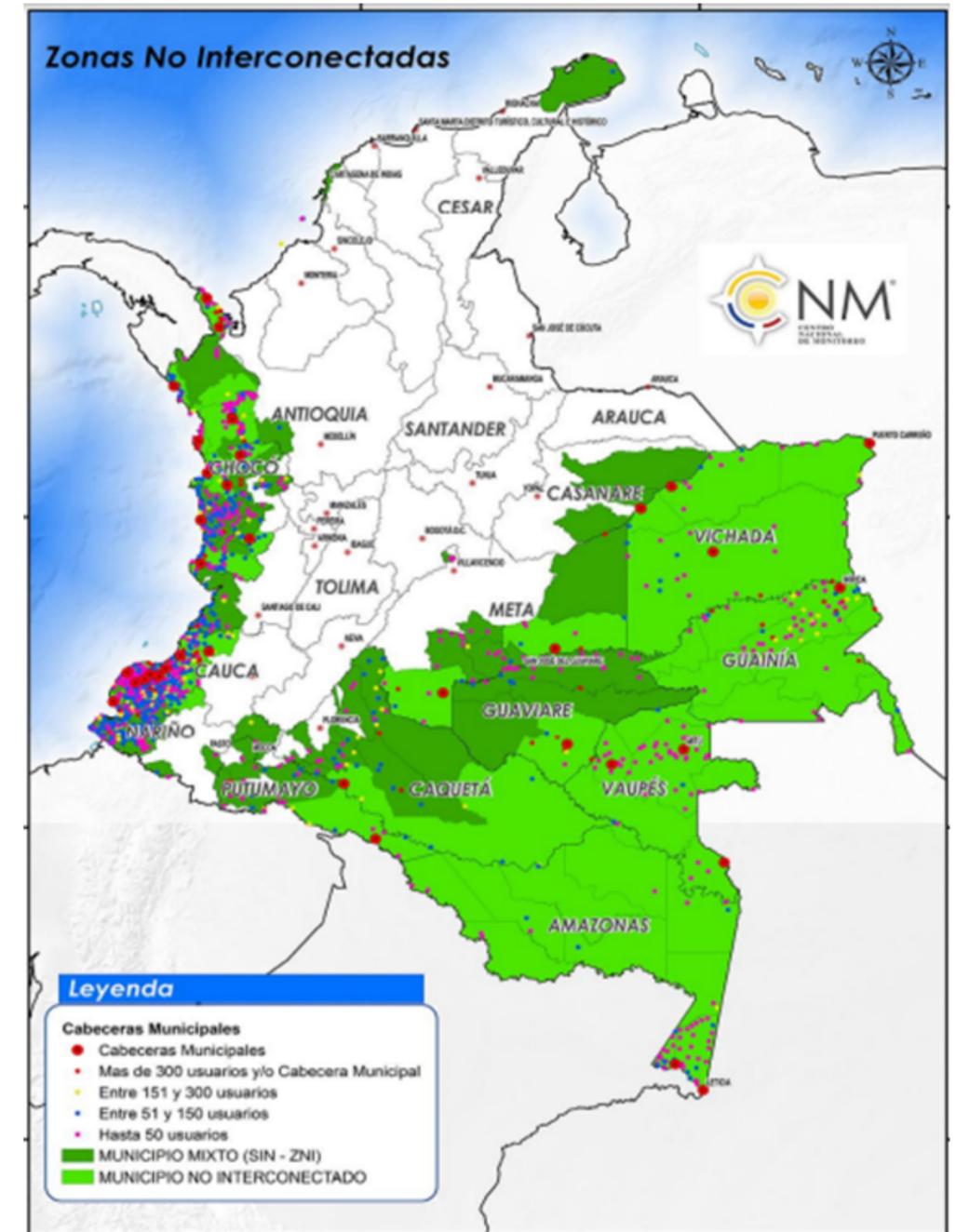


Fuente: UPME

Composición Energética Nacional

ZNI (Zona No Interconectada).

- El **66%** del territorio Nacional, incluyendo **17 departamentos**, **5 ciudades capitales**, **54 cabeceras municipales** y **1.262 localidades**.
- Cuentan con una capacidad operativa del **241 MW**, de los cuales **9,67 MW** provienen de FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovable).



Fuente: CNM - Centro Nacional de Monitoreo

Impacto Social, Ambiental y Económico



*Por cada MW/año producido, se deja de emitir **0.7 toneladas de CO₂**, aportando a la lucha contra el calentamiento global y el cambio climático.*

Impacto Social, Ambiental y Económico



- *La normatividad exige al inversionista ejecutar obras de mitigación y desarrollo en el área del proyecto.*
- *Estas se pactan con la comunidad a través de mecanismos de participación abiertos por el proyecto, como la **consulta previa** y se destinan recursos para inversión ambiental y obras de saneamiento básico.*



Impacto Social, Ambiental y Económico



Los proyectos de energía solar tributan casi el 45% de lo producido al gobierno nacional impactando el PIB.

Existen avances, pero se debe implementar más Sistemas Solares Fotovoltaicos de generación eléctrica a pequeña, mediana y grande escala en los sectores económicos.



La idea es poder encaminarse a beneficiar más colombianos y lograr una industria energética ambiental, social, eficiente, eficaz y económicamente sostenible a mediano y corto plazo.

Consumo y Necesidades

- *La energía eléctrica es un recurso básico.*
- *Debe ser garantizado en cada hogar y en todo el territorio nacional.*
- *Asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente.*

Consagrado en el Art. 56 de la Constitución Política de Colombia y fundamentado en la Ley 142 Julio 11 de 1994.



Consumo y Necesidades

- *Las redes de energía convencional de centrales eléctricas no suplen las necesidades de conformidad como se debe.*
- *Las zonas que sí están interconectadas se hacen cada vez más difícil cumplir el pago de facturas con exceso de tarifas.*
- *Es pertinente tener un vector energético más **eficiente, ecológico, económico en el tiempo, confiable al alcance de todos** y que garantice un servicio que es un derecho.*

Importancia del Autoconsumo



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

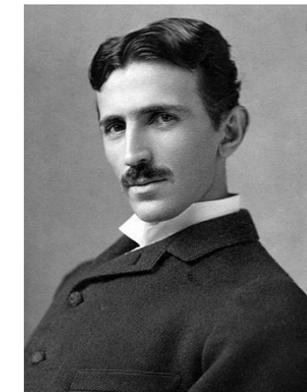


Un oscilador que figuraba entre el material que Tesla demostró en la Exposición Mundial Colombina de Chicago (1893).

*El oscilador electromecánico de Tesla es un generador eléctrico impulsado por vapor patentado por **Nikola Tesla** en 1893.*

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

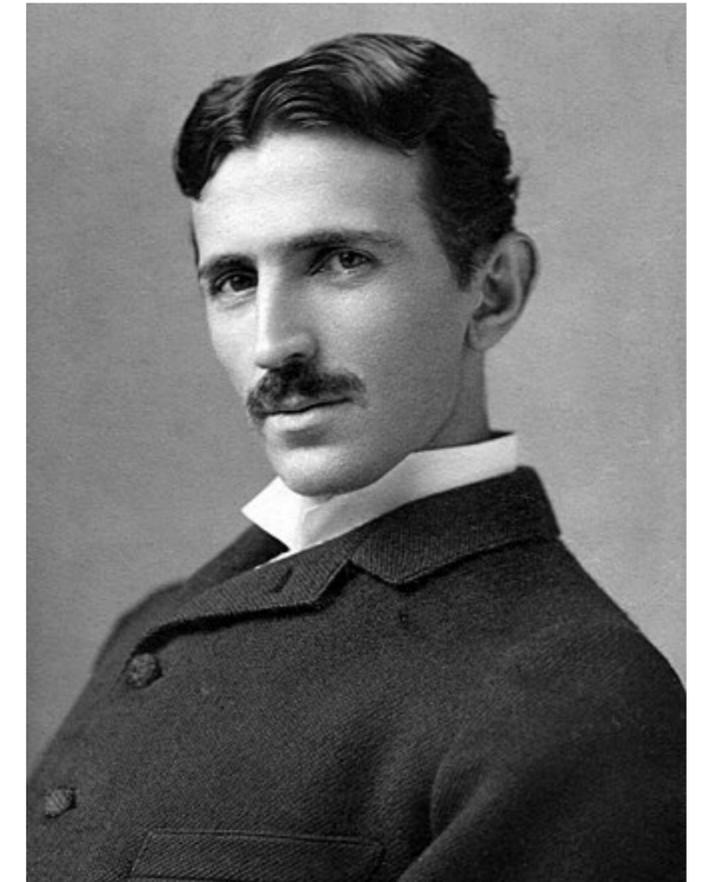
- *El oscilador de Tesla es un generador de electricidad alternativo.*
- *El vapor se forzaría a pasar por el oscilador y saldría por una serie de puertas, empujando un pistón hacia arriba y hacia abajo que estaba unido a una armadura, haciendo que vibrase hacia arriba y hacia abajo a gran velocidad, produciendo electricidad.*



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Las patentes de Tesla y su trabajo teórico ayudaron a forjar las bases de los sistemas modernos de potencia eléctrica por corriente alterna.

120 años por su aporte a la comercialización de la electricidad y estandarización de los parámetros, su generador de corriente alterna se mantenga como modelo, obligando a toda la industria de equipos electrónicos y eléctricos a ajustarse fielmente a sus niveles de frecuencia y tensión.



Nikola Tesla a la edad de 34 años, hacia 1890. (Foto tomada por Napoleón Sarony)

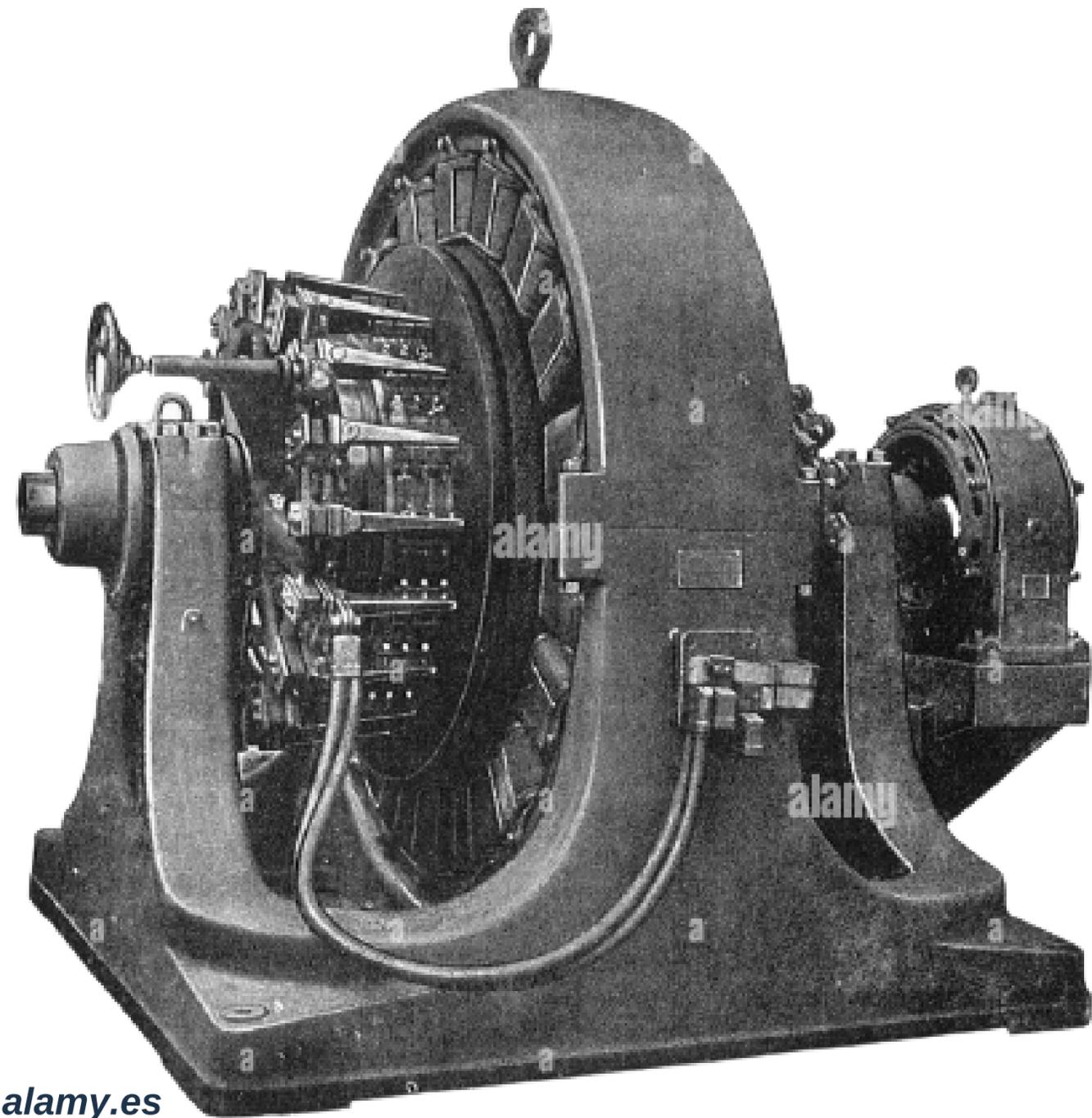
Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos



- **Charles S. Bradley inventó el convertidor rotatorio en 1888.**
- **La mayoría de los electrodomésticos y la maquinaria funcionaban con energía de CC, pero la transmisión de CA se estaba volviendo dominante rápidamente.**
- **Había una necesidad apremiante de convertir la energía de CA transmitida, en CC para que los aparatos pudieran funcionar.**

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

*Conversión rotatorio AC-DC 500kW
Westinghouse.
1909*



Fuente: www.alamy.es

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

*Los inversores son PCE (Power Conversion Equipment)
: Equipos de Conversión de Energía*

Durante los últimos 100 años, muchos dispositivos eléctricos y electrónicos han cambiado nuestras vidas y han elevado nuestro nivel de vida.

Uno de ellos es el inversor solar y en particular, el inversor solar conectado a la red.

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

- *El inversor solar moderno, en su forma más simple, es un convertidor de potencia.*
- *Convierte la energía de CC producida por los paneles solares en energía de CA para los electrodomésticos que usamos en nuestros hogares.*
- *Pero los primeros convertidores de energía hicieron lo contrario: **tomaron energía de CA y la convirtieron en CC.***

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

- *Los **convertidores rotativos** y también los grupos **moto-generadores** hicieron este trabajo desde finales del siglo XIX hasta mediados del siglo XX.*
- *Cuando hablamos de convertidores de potencia como este, que convierten CA en CC, generalmente los llamamos "**rectificadores**".*

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

¿De dónde viene el nombre "Inversor"?



Fuente: <https://ieeexplore.ieee.org/>

El primer uso conocido del término "**inversor**" fue en **1925** por el ingeniero **David Prince**. Quien publicó un artículo en *GE Review* en el que escribió:

“tomó el circuito rectificador y lo invirtió, introduciendo corriente continua en un extremo y extrayendo corriente alterna en el otro”.

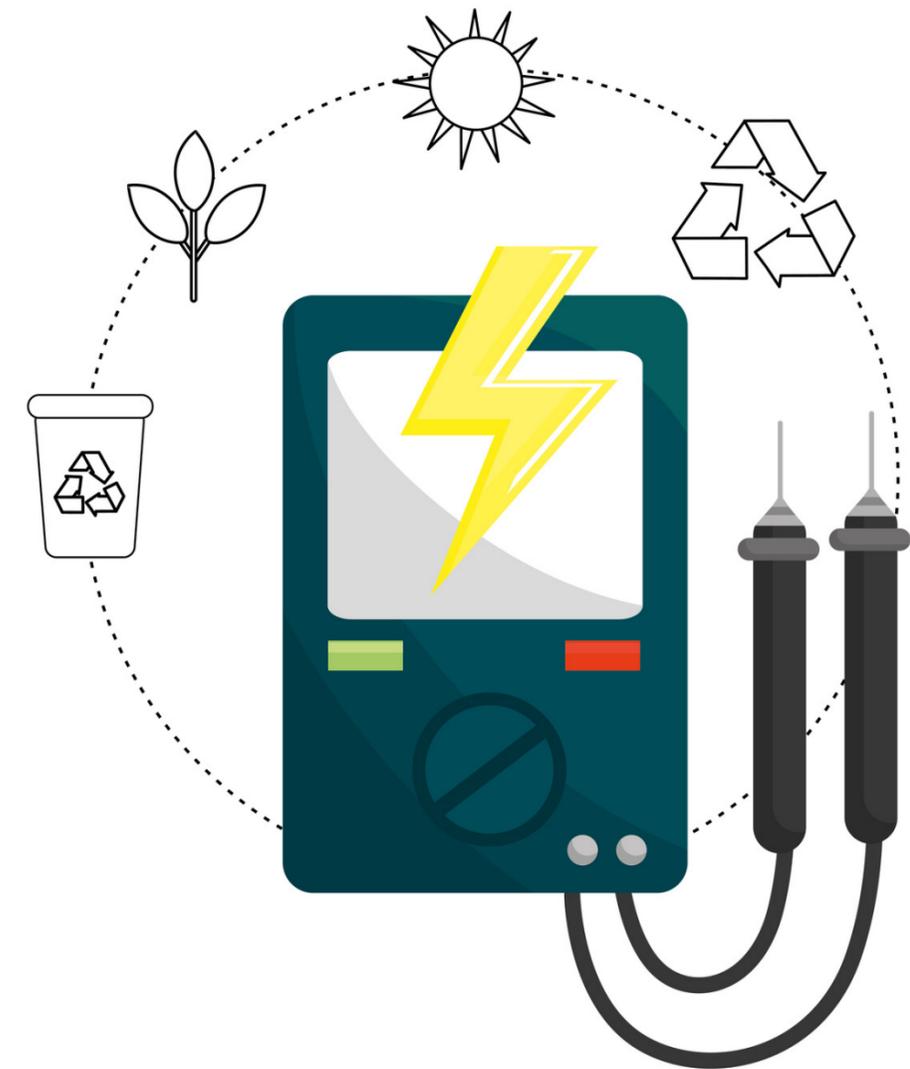
Entonces, un inversor solar se llama inversor porque "invierte" la operación de un rectificador.

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

De mecánico a electrónico

En la década de los años 50, los inversores pasaron de ser dispositivos **mecánicos** a dispositivos con **circuitos de estado sólido**.

Esto fue posible gracias al surgimiento de un nuevo campo de la ingeniería llamado "**electrónica de potencia**".



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

De mecánico a electrónico

La electrónica normal estaba dominada por el humilde transistor, que tenía un voltaje y una corriente nominales insuficientes para la mayoría de las aplicaciones de inversores.



*La electrónica de potencia usaba un tipo de transistor de alta potencia llamado **Tiristor o SCR** (rectificador controlado por silicio).*

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

De mecánico a electrónico



*En 1953, la empresa alemana **Kaco** fabricó el primer inversor de tiristores del mundo.*

*Años más tarde, **Kaco** produciría el primer inversor sin transformador.*

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Inversores sin transformador

1999, un puñado de "idealistas" se subió a los tejados de las casas de Baden-Württemberg para instalar sistemas solares fotovoltaicos.

Los acompañaba el primer inversor solar de cadena sin transformador del mundo, el **Kaco Blue Planet PVI 2600**.



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Inversores sin transformador

La introducción de inversores sin transformador en este año, trajo consigo muchas ventajas:

- *más eficientes,*
- *más ligeros y*
- *más baratos de fabricar.*

Sin embargo, el principal inconveniente era la falta de aislamiento galvánico entre los circuitos de CC y CA, lo que podría permitir el paso de peligrosas fallas de CC al lado de CA.

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

*El **aislamiento galvánico** (proporcionado por un transformador) separa los suministros de entrada y salida a un dispositivo para que la energía fluya a través de un campo en lugar de a través de conexiones eléctricas.*



Permite la transferencia de energía entre dos circuitos sin estar conectados eléctricamente.

Los inversores solares sin transformador, crearon más de un dolor de cabeza para los proveedores de redes eléctricas y resultaron en otra re escritura para las asociaciones de estándares de la industria en todo el mundo.

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Microinversores

Junio de 2008, la empresa californiana Enphase presentó su primer microinversor 1.

Era aproximadamente del tamaño de un libro de bolsillo e iba a poner de cabeza a la industria solar.

Hasta ahora eso no había sucedido.

El primer microinversor de Enphase



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Nuevo en el vecindario: Inversores Híbridos

Los inversores híbridos han existido desde los años 90's.

Han comenzado a ganar mucha atención debido a la creciente aceptación de los sistemas de baterías para el hogar.

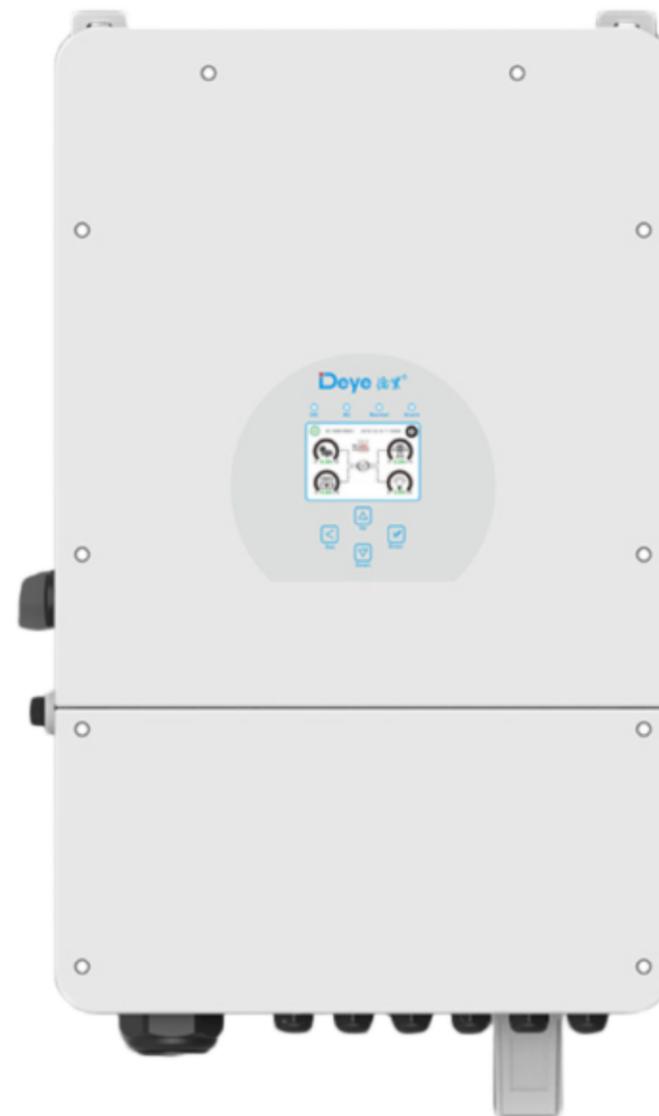
*Estos inversores son "**bestias sofisticadas**" e inteligentes que pueden administrar simultáneamente las entradas de los paneles solares:*

- Un banco de baterías.*
- La red eléctrica utilizando una técnica llamada acoplamiento de CC (junto con más de algunas otras campanas y silbatos).*

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

Nuevo en el vecindario: Inversores Híbridos

El cerebro del inversor híbrido puede decidir de dónde sacar energía, cuándo y cómo hacerlo.



Puede tomar decisiones basadas en el precio de la electricidad en un momento dado, e incluso extraer energía de la red para almacenarla en la batería si resulta económico.

Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos

La llegada de las tecnologías híbridas, vital para la generación de las energías renovables.

Es una opción que cada vez toma mayor fuerza y promete quedarse en los campos de acción que se disponga.



Crónica y Beneficios de los Inversores Híbridos



*Nuestra posición geográfica privilegiada es más que necesario poder hacer un aprovechamiento eficiente de los recursos solares que va más allá del **auto-consumo**, es decir hacer **acumulación de energía** en banco de baterías para tener una opción de respaldo en hogares.*

*Por ejemplo, para hacer recarga de vehículos eléctricos que en condiciones normales se debe hacer uso de la **red eléctrica** en tarifa de hora pico que implica un gasto desproporcionado en pago de facturas de energía.*

Modelos de Gestión Inteligente para Inversores Híbridos



La posibilidad de administrar adecuadamente una planta solar, sin la intervención de la ayuda del asistente inteligente del propio inversor es imposible de gestionar.

Es por ello las tecnologías en control vinculadas a los inversores son cada vez más poderosas para lograr la mayor eficiencia y rendimiento posibles.

Modelos de Gestión Inteligente para Inversores Híbridos

Parametrizar la configuración de los equipos, permiten una gran variedad de combinaciones de modos de funcionamiento en un inversor híbrido.

El equilibrio en todo el sistema se refleja en una mínima dependencia de los servicios de red de energía pública y una máxima conservación de la vida útil de las baterías, para evitar elevados costos en la implementación de proyectos fotovoltaicos.



Modelos de Gestión Inteligente para Inversores Híbridos

Algunos de los principales modos de operación de los **inversores híbridos** son:

- **Modo Red On Grid:** Se inyecta a red, lo que produce los paneles solares en el transcurso de las horas pico solares (sin necesidad de usar baterías).
- **Modo Red Off Grid:** Se deja la red eléctrica como opción de respaldo, para tomar de ella en caso de que sea necesario en periodos de poca irradiación solar o bajo nivel de baterías.

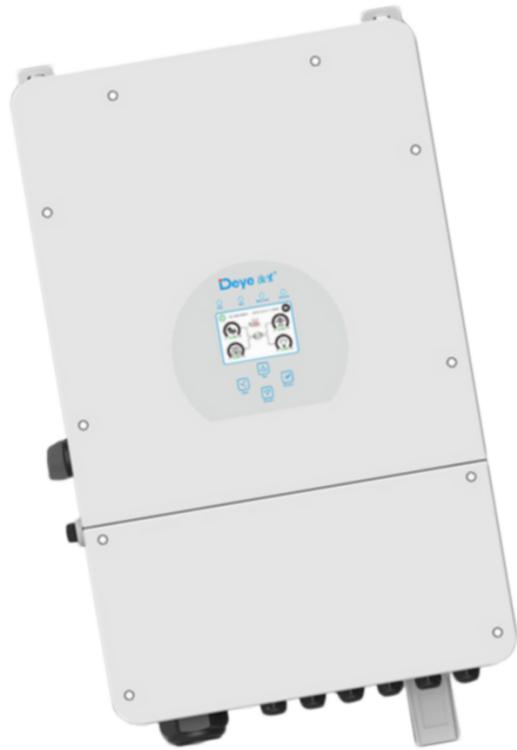
Modelos de Gestión Inteligente para Inversores Híbridos

- **Modo Respaldo de Emergencia:** Donde se dispone de banco de baterías, para respaldo de energía, pensando en nunca dejar de suministrar potencia a las cargas.
- **Modo Alternancia:** Mas utilizado, pensando en generar una programación horaria donde el usuario decide qué periodos de tiempo se va a tomar energía de los paneles, de las baterías y de la red eléctrica.

Este método es igualmente gestionado por la **SMART GRID** del software del inversor.

Arquitectura Inversor Híbrido DEYE

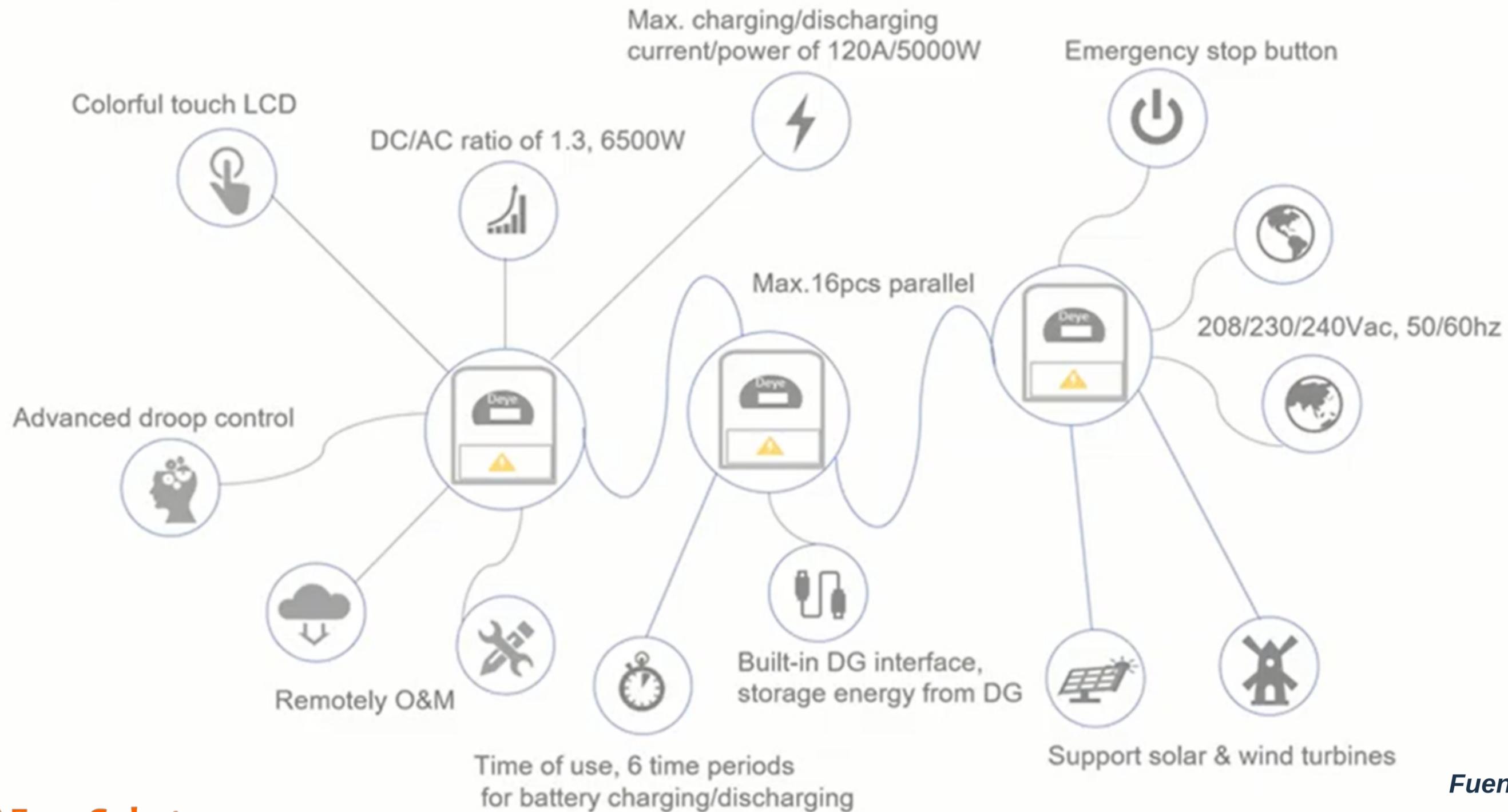
Basados en las necesidades del mercado colombiano, la tecnología de inversores Deye es un potente aliado para el desarrollo de la transición energética fotovoltaica en los hogares y empresas.



Para tener una tecnología al alcance de todos y a bajos costos Deye ha logrado desarrollar un producto que puede ser adaptado a todas las condiciones que propone un proyecto sea pequeño, mediano o a gran escala.

Esto se ha logrado al concentrar en un solo equipo múltiples funciones que en otro momento era imposible de considerar en una implementación de sistemas fotovoltaicos.

Características Inversor Híbrido DEYE



Inversor Híbrido DEYE

Entrada de potencia MPPT: Regulador incorporado, con amplia entrada de potencia, extenso rango de corriente y voltaje que facilita acoplar cualquier panel con sus características técnicas.

Entrada de red AC bifásica o trifásica: Entrada de red ac de 220/110, fase partida con opción de subir a 3 fases, con 2 o más inversores acoplados.

Salida: Salida AC bifásica, con opción de 3 fases, con 2 inversores o más acoplados, lo que permite sumar potencia casi ilimitadamente entre inversores de la misma marca aún de diferentes potencias.

Híbrido on grid: Es posible inyectar a red con opción de venta de excedentes o solo autoconsumo o inyección cero. Puede funcionar en este modo aun sin tener un banco de baterías conectado.

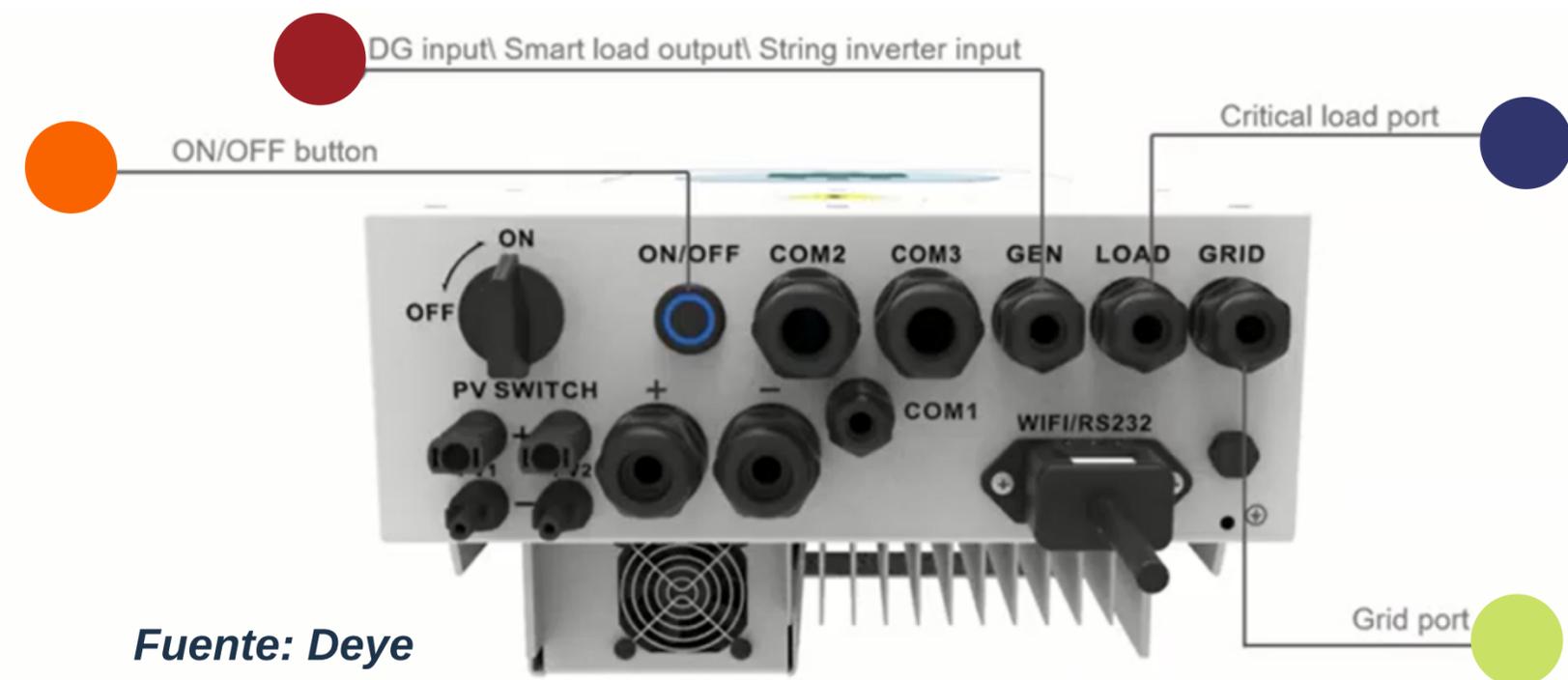
Híbrido off grid: Manteniendo la red como un modo de respaldo en caso de ser necesario tratando de ser lo más eficiente posible con el sistema fotovoltaico.

Fuente: Deye

Puertos Independientes

- **Entrada independiente de red, generador diésel y cargas.**
- **La entrada de generador diésel puede ser utilizada como entrada y salida:**
Entrada: Para conectar microinversores o inversores de cadena.
Salida: Pequeñas cargas en AC.
- **Botón ON/OFF de emergencia.**

-  **botón de encendido / apagado**
-  **Entrada DG / salida de carga inteligente / entrada de inversor de cadena**
-  **Puerto de carga crítica**
-  **Puerto de red**



Fuente: Deye



***Capacidad en banco de baterías:* Se tiene una capacidad de 40Kw/h en banco de baterías por inversor de 48 a 51v.**

***Expansión:* El inversor permite hacer una expansión de potencia de entrada como de salida conforme sea la de una vivienda o negocio.**

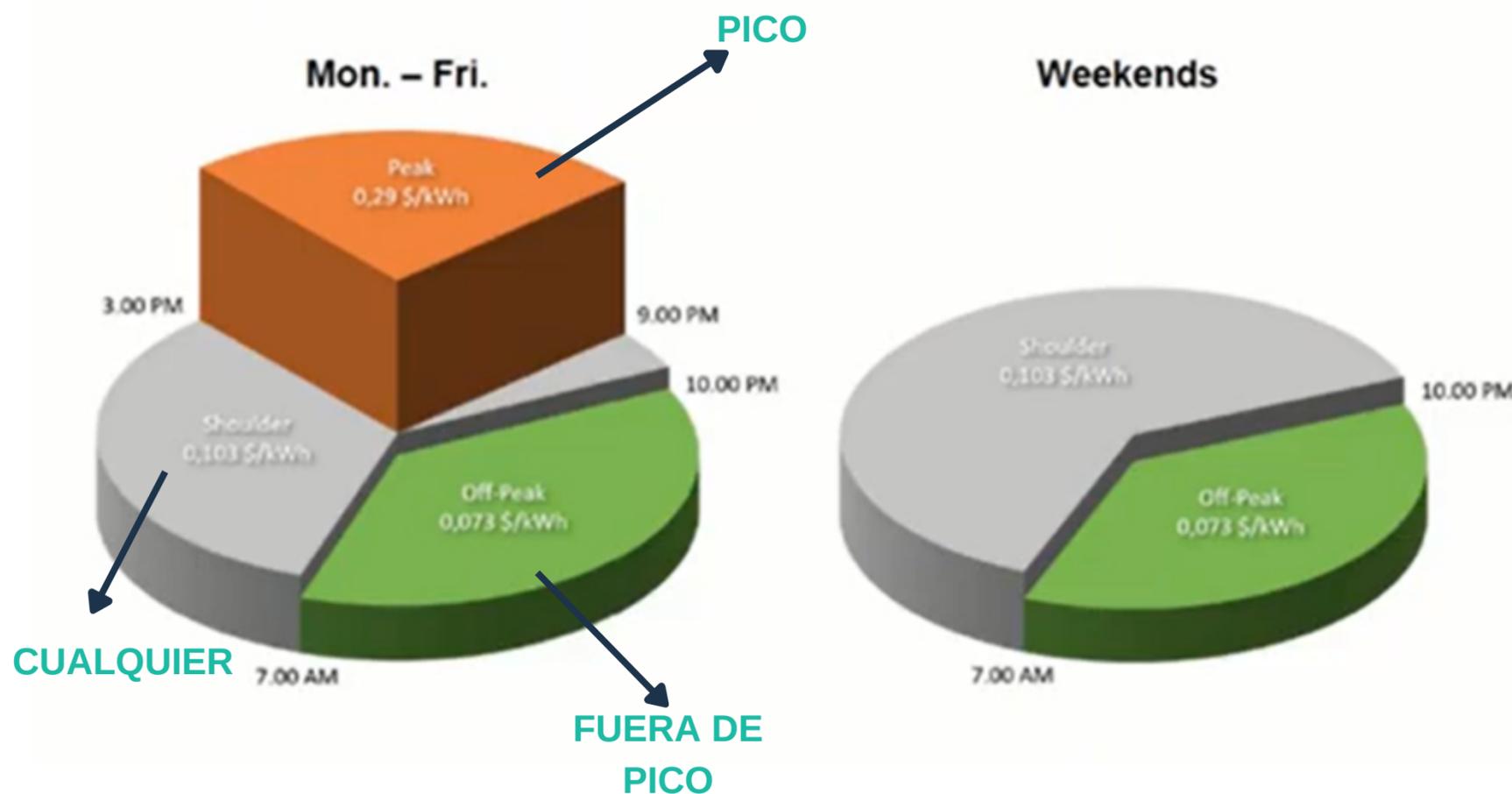
Garantía y respaldo: Cuenta con una garantía de **5 años y 25 años** de vida útil, lo que lo convierte en un equipo altamente competitivo frente a marcas tradicionales.

- **Ventaja de ser "Partner" de la marca Deye en Latinoamérica:** Respaldo físico de respuesta inmediata para con los clientes.
- **Reponer de manera inmediata un inversor por defecto del fabricante, situación que con Deye nunca ha sucedido.**



Horarios para Uso de Almacenamiento

Este inversor permite establecer horarios en los que se quiera cargar o descargar el banco de baterías y en qué porcentaje de carga y descarga.



Time of use interface

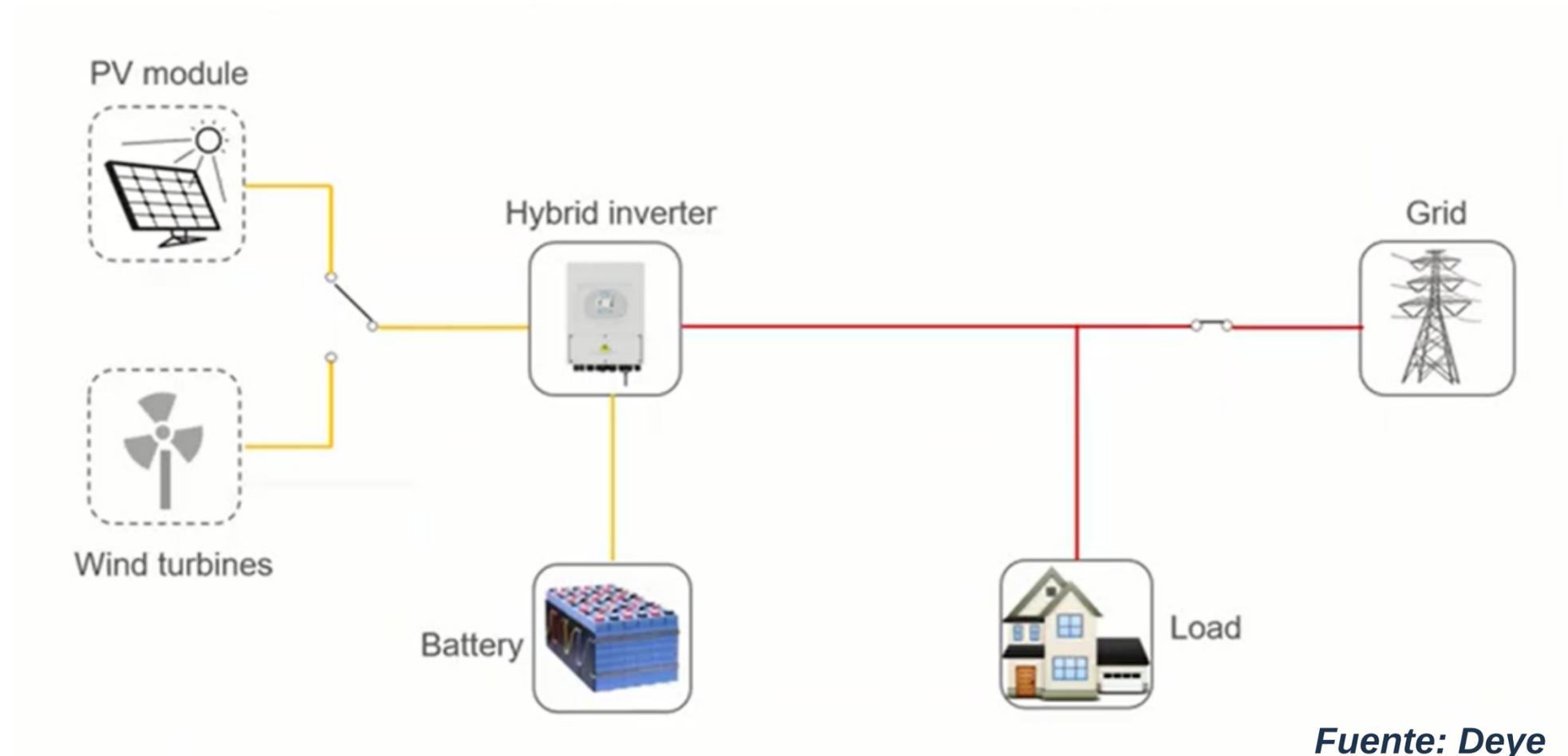
System Work Mode					
Grid Charge	Gen	Time Of Use		Batt	
		Time			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:00	~ 5:00	80%	<input type="button" value="↑"/> Work Mode2 <input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="✓"/> Deye
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	05:00	~ 9:00	80%	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	09:00	~ 13:00	80%	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13:00	~ 17:00	80%	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17:00	~ 21:00	80%	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21:00	~ 01:00	80%	

Fuente: Deye

Compatible con Turbina Eólica

- En el primer **MPPT** puede conectarse módulos fotovoltaicos.
- En el segundo **MPPT** se puede conectar turbinas eólicas, mientras que cumpla con los parámetros de voltaje y corriente del controlador.

En Modo OFF GRID el pico de salida es dos veces la nominal por 10 segundos.

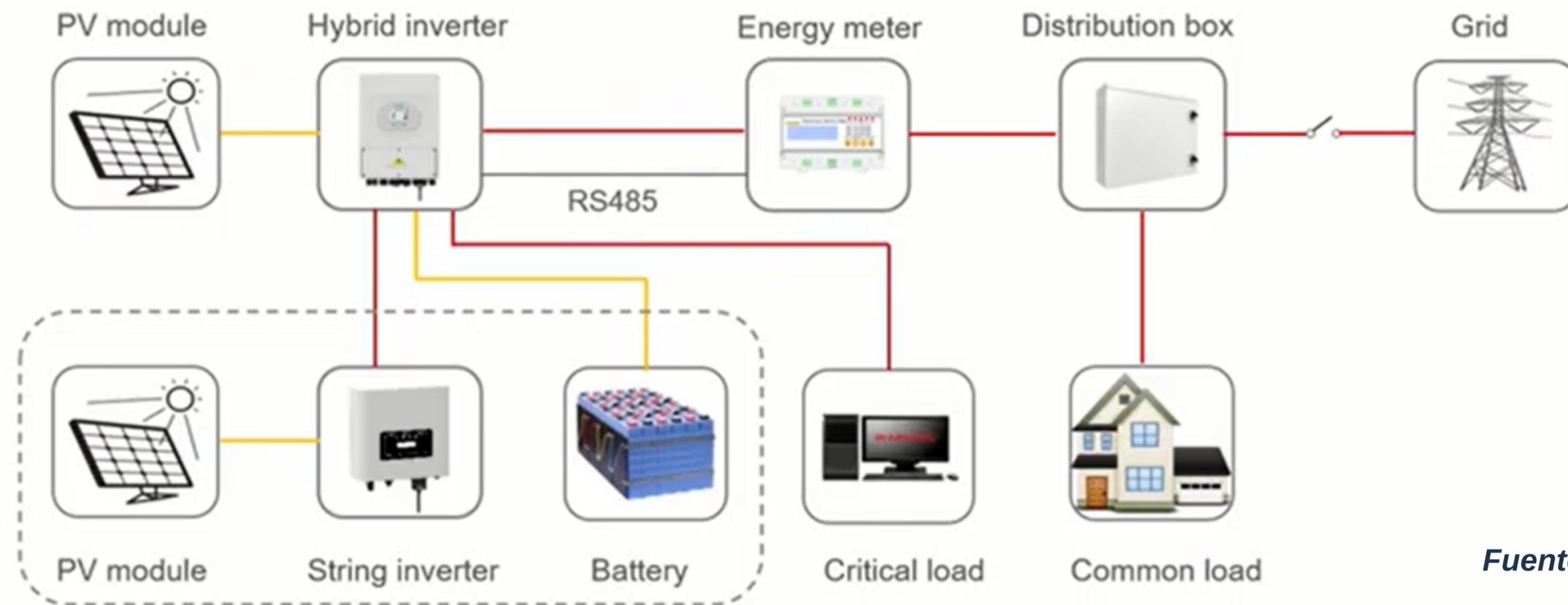


Fuente: Deye

Entrada AC

Se puede adaptar a un sistema de energía solar On Grid existente.

El inversor actúa como maestro para decidir inyección a red, carga de baterías o suministrar energía a cargas.

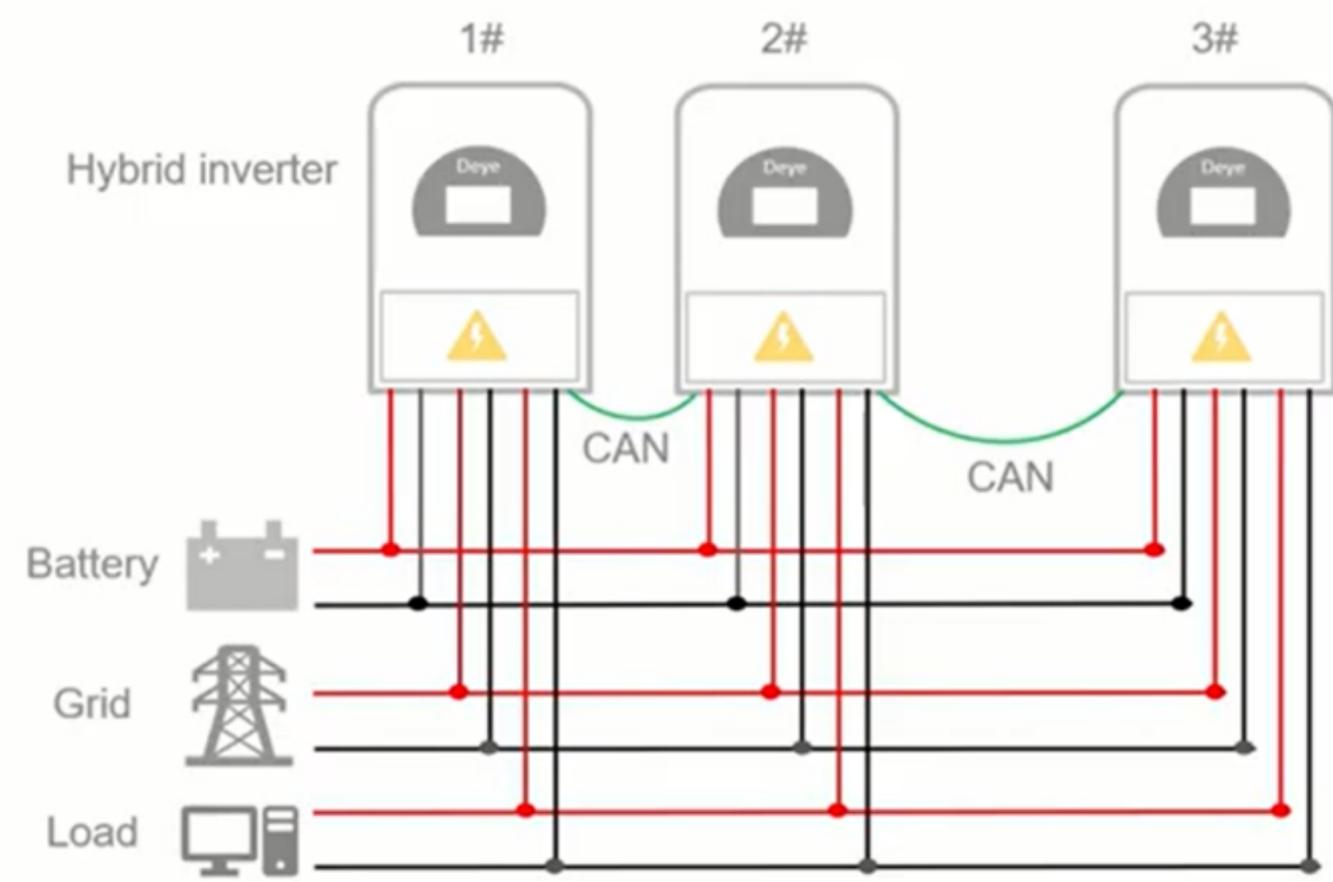


Fuente: Deye

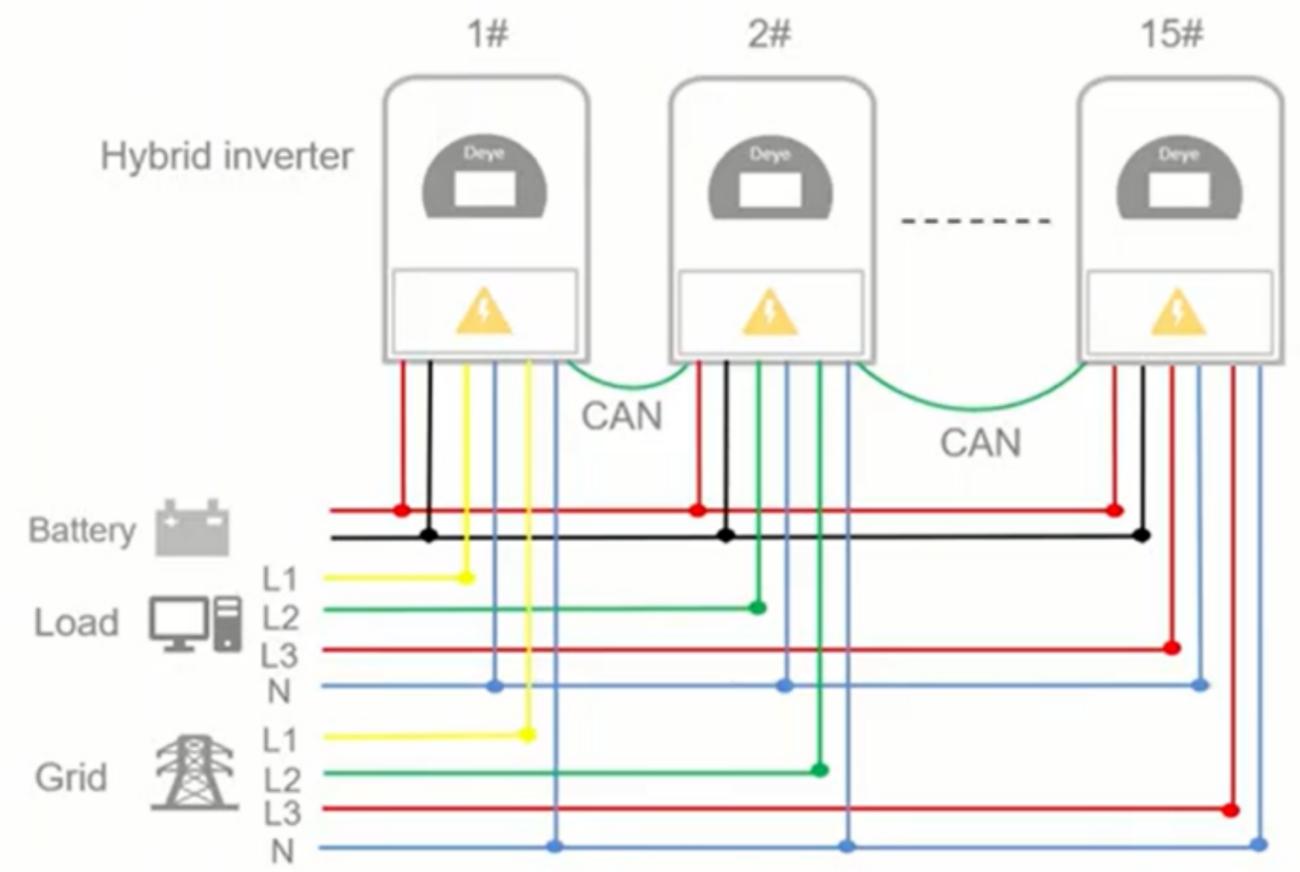
Capacidad de Trabajo en Paralelo

Hasta 16 equipos en paralelo para redes fase dividida, así como redes trifásicas.

Single-phase system diagram



Three-phase system diagram



Fuente: Deye

Capacidad de Trabajo en Paralelo

■ Support set parameters and FW update remotely



Poco tiempo para actualizar FW

- Configuración remota de parámetros del inversor y actualización del software en 20 minutos.



Ahorre tiempo, ahorre costos

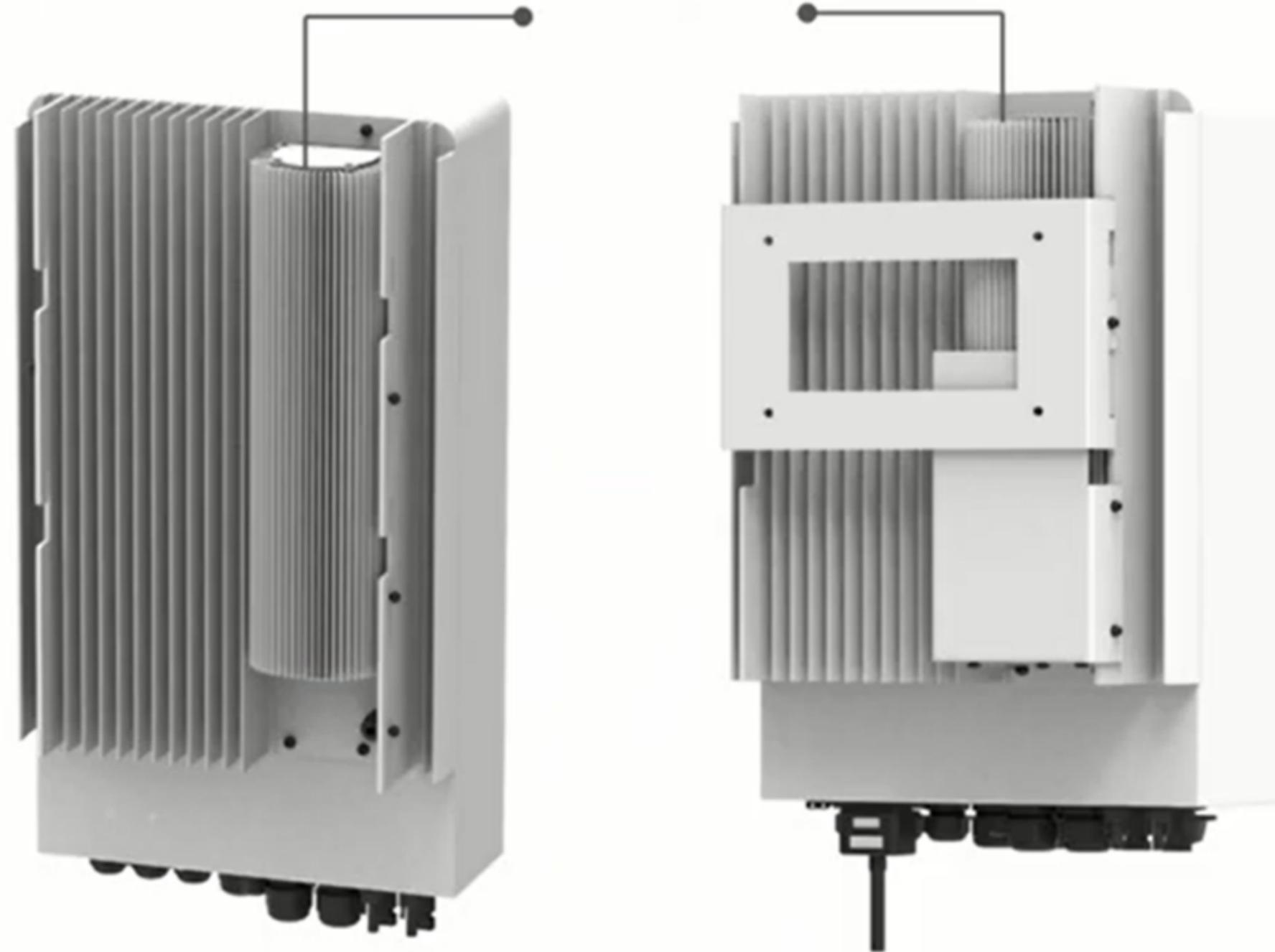
- No necesita un ingeniero de O&M en el sitio para verificar y operar.



Fuente: Deye

Protección IP65

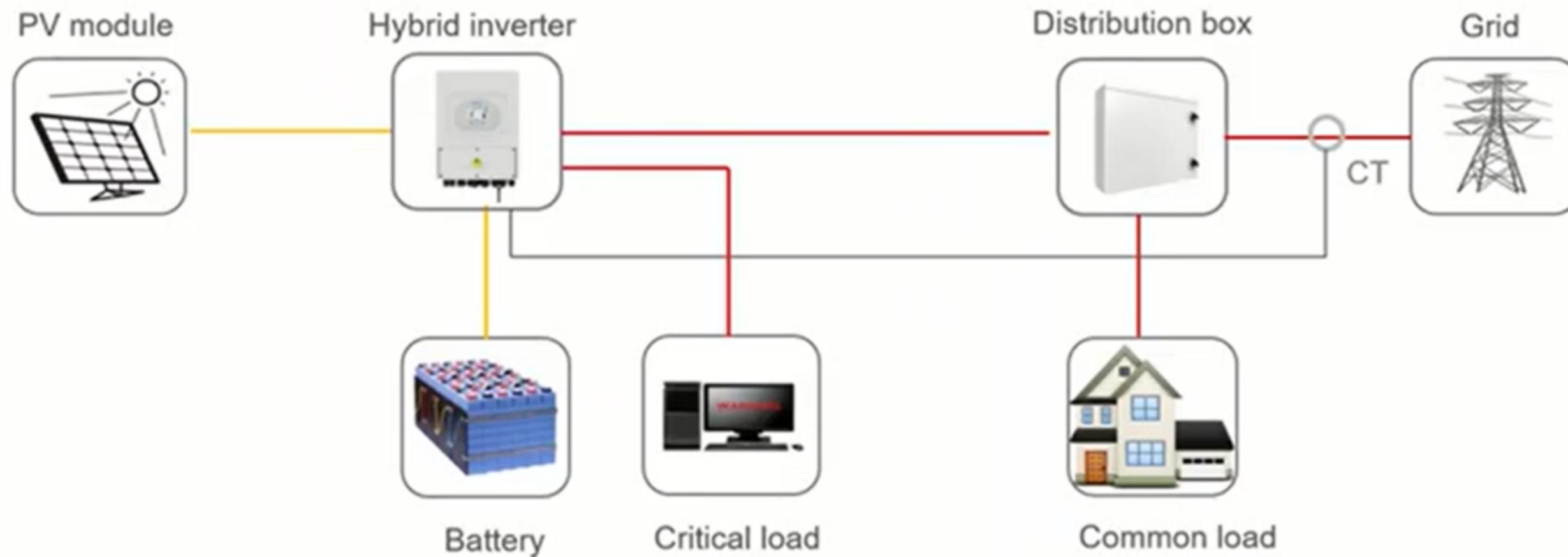
Inductor externo lleno de pegamento completamente cerrado, que induce mucho calor y ruido desde el inductor



Fuente: Deye

Control de Exportación

Se adapta para poder controlar exportación de energía a la red (Zero Exportation).

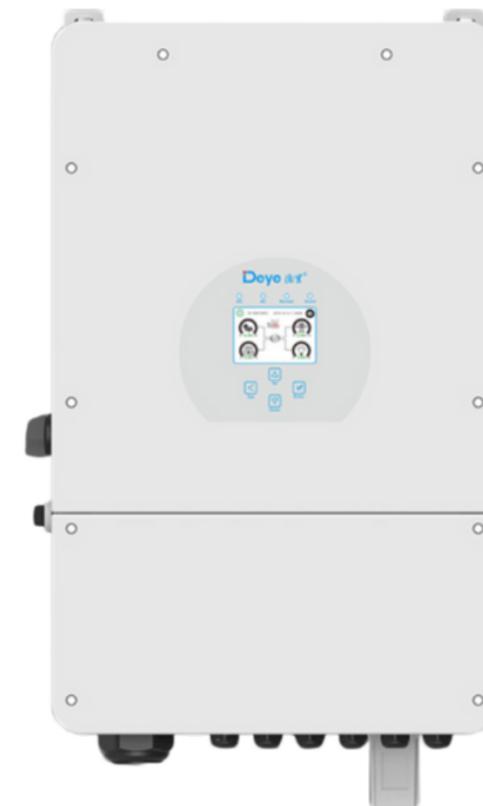


Fuente: Deye

Conclusiones

- *Equipo que se adapta.*
- *Prioridad de la energía solar sobre la convencional.*
- *Mejora la calidad de vida por su cobertura.*
- *Ahorro de energía 24/7.*
- *Disminuye los costos de mantenimiento, transporte y monitoreo.*
- *Reducción del CO2.*

Deye 德業



¿Tienes alguna duda?



Llama a nuestro equipo hoy mismo. Siempre estamos preparados para ayudar.
Visítenos en el STAND 117 PABELLÓN AMARILLO



ventas@fibraandina.com



[@fibra.andina.colombia](https://www.instagram.com/fibra.andina.colombia)



[@fibraandina.colombia](https://www.facebook.com/fibraandina.colombia)



[@fibraandinacolombia](https://www.linkedin.com/company/fibraandinacolombia)



[Fibra Andina: Energía Solar y Fibra Óptica](https://www.youtube.com/FibraAndina)



+57 311 4109 465



www.fibraandina.com



Referencias

1. **AYC Solution. ¿Cómo ha evolucionado la energía solar en Colombia?**
<https://www.aycsolutions.com/como-ha-evolucionado-la-energia-solar-en-colombia/>
2. **Comparativa de Inversores Híbridos en 2022 para Autoconsumo Residencial.**
<https://www.cambioenergetico.com/blog/inversores-hibridos-2022-residencial/>
3. **de Bogotá, C. D. C. (1991). Constitución política de Colombia.**
4. **Deye hybrid inverter user manual-SG01LP1 series(www.deyeinverter.com)**
5. **El Futuro de los Inversores Híbridos. Marzo 4 de 2019. MARIAN WILLUHN.** <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/03/04/el-futuro-de-los-inversores-hibridos.>
6. <https://ipse.gov.co/cnm/>
7. https://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_Tesla
8. https://www.editores-srl.com.ar/autor/ricardo_berizzo/20210405_la_historia_de_la_corriente_alterna
9. <https://www.solarquotes.com.au/blog/solar-inverter-history/>
10. **REN 21. RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT.** https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

