



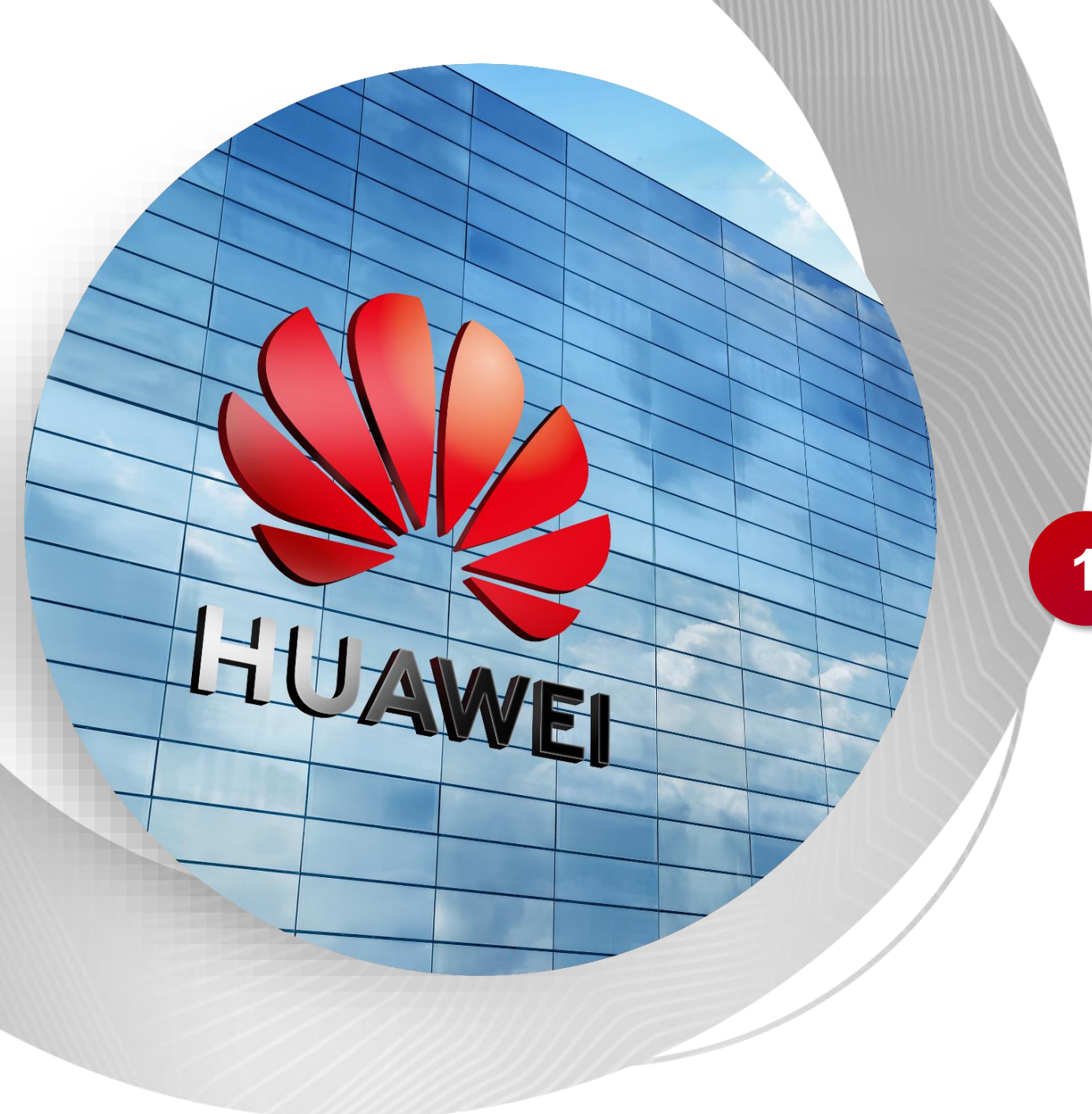
Fusionsolar

Build a fully connected, Intelligent world

Redes con alta penetración de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCR), y requerimientos de los códigos de red modernos.

Smart PV&ESS Generator





1

Huawei un Vistazo General

Huawei: Un socio de confianza a largo plazo



Visión & misión

Llevar la era digital a cada persona, hogar y organización para un mundo totalmente conectado e inteligente.

170+
países & regiones

207,000
empleados

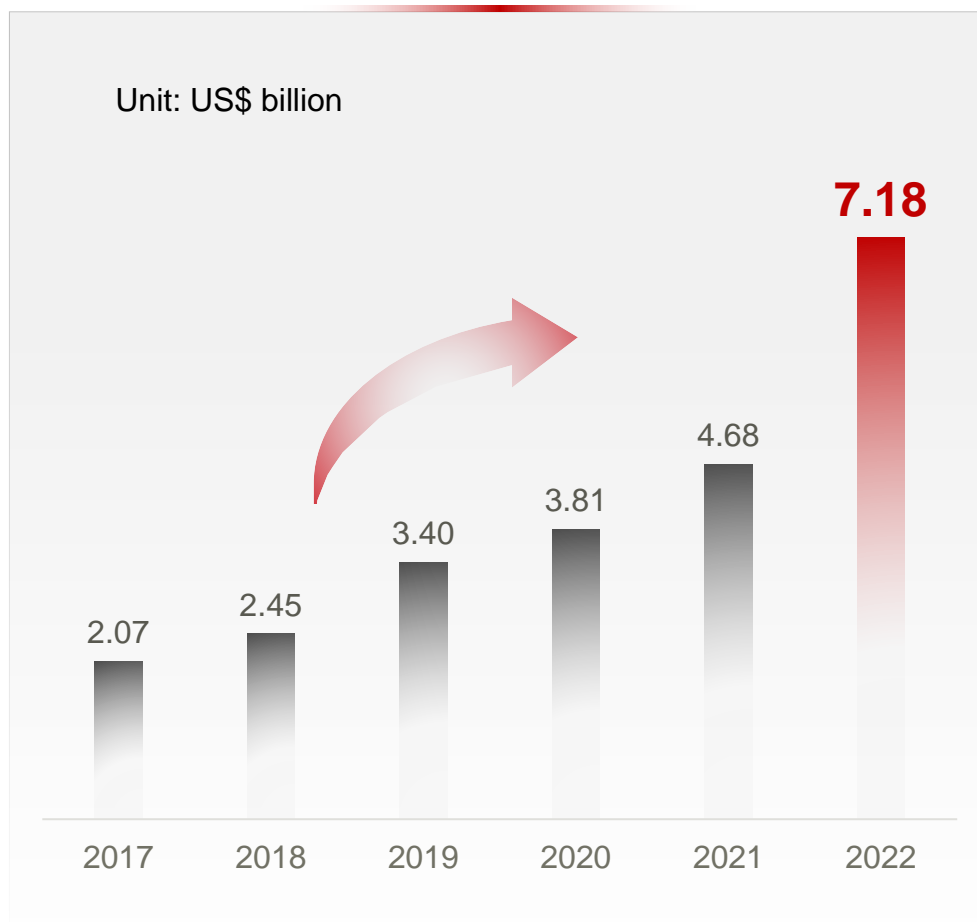
55.4%
de los empleados trabajan en I+D

No. 4
A nivel global en inversión en I+D

120,000+
Patentes activas a nivel global
(* Huawei tiene uno de las mayores portafolios de patentes del mundo.)

Digital Power: +7 mil millones US\$, Operaciones sólidas y reconocimiento mundial

El rapido crecimiento de digital power



Centrarse en tres grandes industrias para liderar continuamente

Smart PV

Combinar la energía fotovoltaica y el almacenamiento de energía y convertir la energía fotovoltaica ecológica en la principal fuente de energía de todos los hogares y empresas; construir un nuevo sistema energético basado en las energías renovables.

Data center and Critical Power

Remodelar la energía, la refrigeración, la gestión y la arquitectura para construir instalaciones de centros de datos de nueva generación sostenibles, simplificadas, de conducción autónoma y fiables.

mPower

Trabajar con socios de la industria para crear soluciones DriveONE y de eMobility en una plataforma completa que ofrezcan convergencia y simplicidad, seguridad y fiabilidad, experiencia excelente e IA basada en la nube a través de innovaciones tecnológicas..

FusionSolar: Seguimos construyendo un futuro mejor y más ecológico junto con nuestros clientes de todo el mundo.

300+ GW

Envío de inversores
Acumulados

50+ GW

Envío de Estaciones
Transformadoras
Estimado a 2022

6.8GWh

Envío de ESS
Estimado a 2022



230 Millones de toneladas

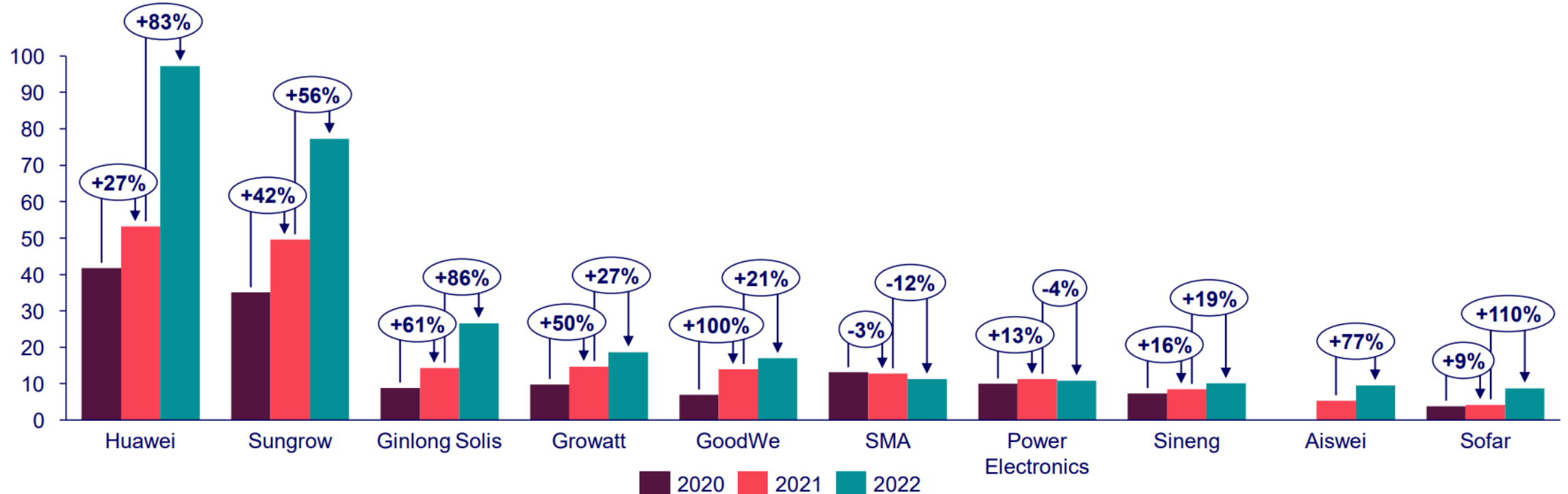
De Emisiones de carbono reducidas

313 Millones

Equivalente de árboles plantados

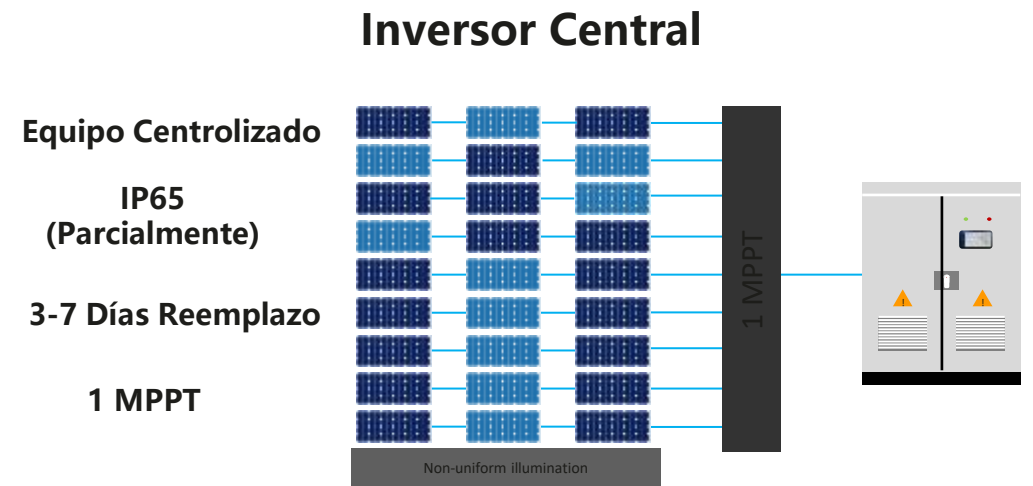
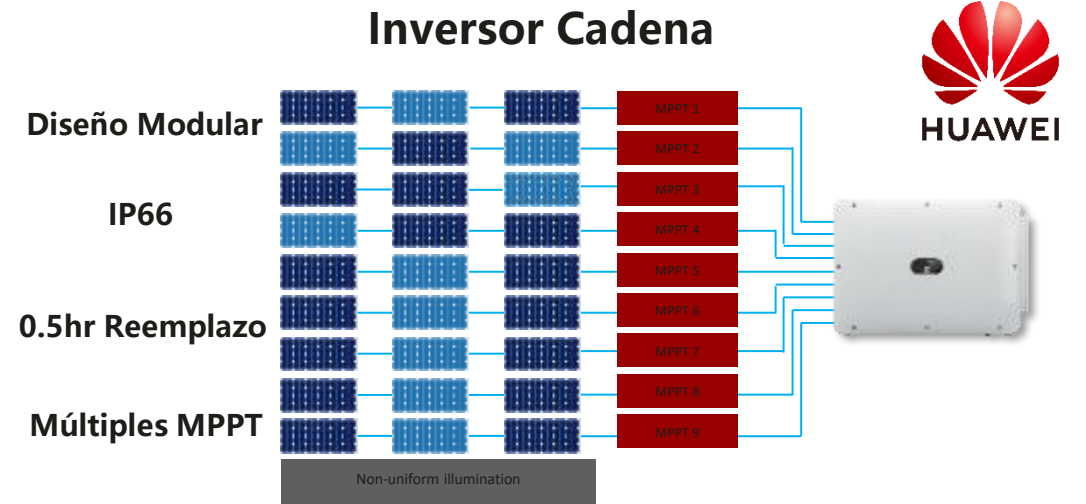
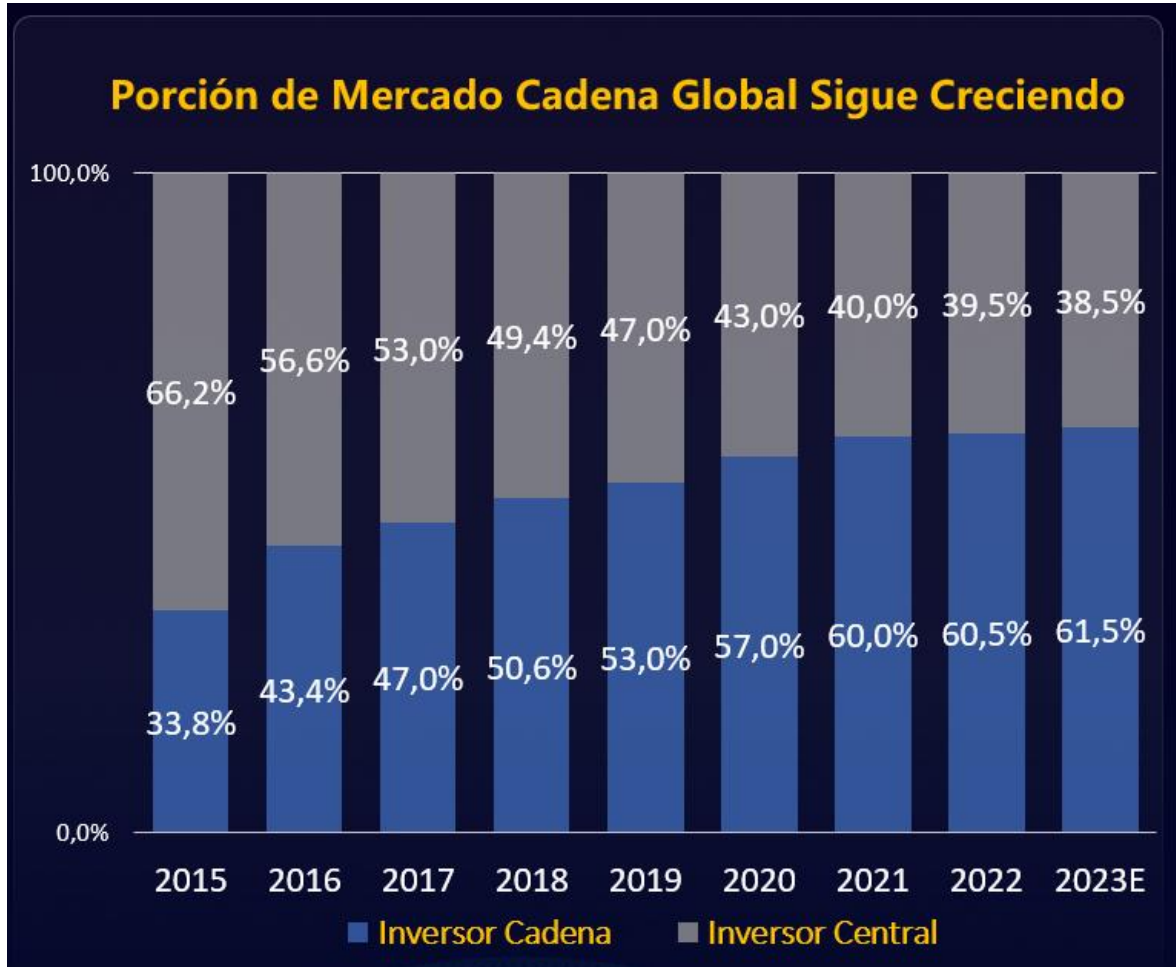
HUAWEI Lidera la Industria de Inversores Fotovoltaicos

2022's Top 10 vendor shipments and percentage increase, 2020-2022 (GW, %)



(source: Wood Mackenzie
<https://www.woodmac.com/press-releases/top-10-solar-pv-inverter-vendors-account-for-86-of-global-market-share/>)

Los Inversores de Cadena toman gran parte del Mercado





2

Huawei Digital Power en Latam y Colombia

Más de 12 GW de aplicación de la solución fotovoltaica inteligente de Huawei en LATAM (Global +300GW)



Mexico

FRx	270 MW
EGx	220 MW
X-Ex	220 MW
Jix	125 MW
Bex	120 MW
IEx	160 MW
Rix	114 MW
Mi-Trx	104 MW
CSx	99 MW



Others

Guatemala	32 MW
El Salvador	27 MW
Panama	68 MW
Ecuador	22 MW
Honduras	15 MW



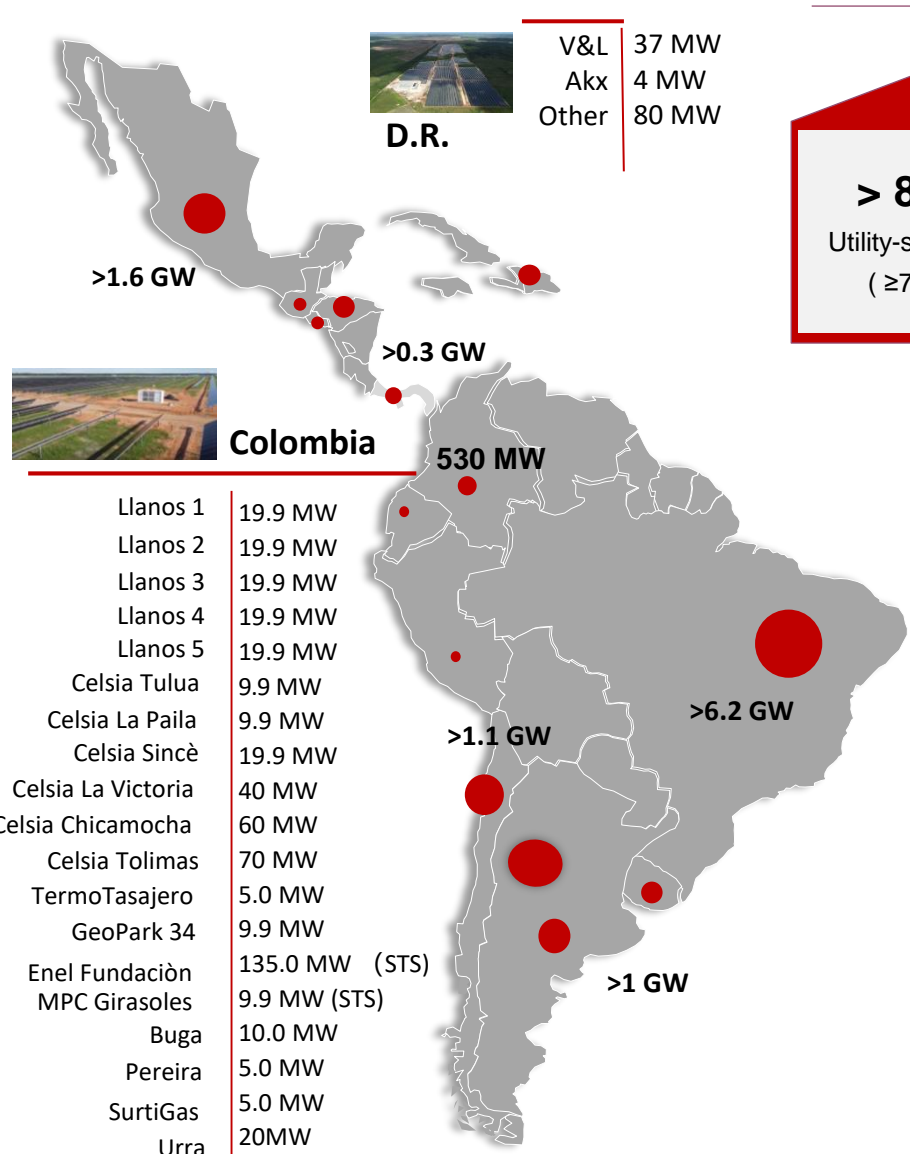
Chile

EGx	180+455+100 MW
Oex	80 MW
Trx	57 MW
Arx	40 MW



Argentina

JEx	315 MW
NEx	208 MW
Scx	100 MW
Jix	80 MW
YPF	100 MW
Gennia	78 MW
360 Energy	60 MW



D.R.

V&L	37 MW
Akx	4 MW
Other	80 MW



Colombia

Llanos 1	19.9 MW
Llanos 2	19.9 MW
Llanos 3	19.9 MW
Llanos 4	19.9 MW
Llanos 5	19.9 MW
Celsia Tulua	9.9 MW
Celsia La Paila	9.9 MW
Celsia Sincè	19.9 MW
Celsia La Victoria	40 MW
Celsia Chicamocha	60 MW
Celsia Tolimas	70 MW
TermoTasajero	5.0 MW
GeoPark 34	9.9 MW
Enel Fundación MPC Girasoles	135.0 MW (STS)
	9.9 MW (STS)
Buga	10.0 MW
Pereira	5.0 MW
SurtiGas	5.0 MW
Urta	20MW
Palmira 3	10MW
REFICAR	20MW (STS)

> 8 GW
Utility-scale Plant
(≥75MW)

4200m
High Altitude
(Argentina 315MW)

Smart I-V Curve
(over 2GW, over 1% string faults found)



Brazil

Brx	1015 MW
EDx	205 MW
EGx	141 MW
Ri-x	134 MW
CSx	532 MW
Axx	75 MW
Mex	205 MW
CGx	50 MW
DG & C&I	2746 MW

Colombia Resumen:

Suministramos más de **530MW en 2022**,

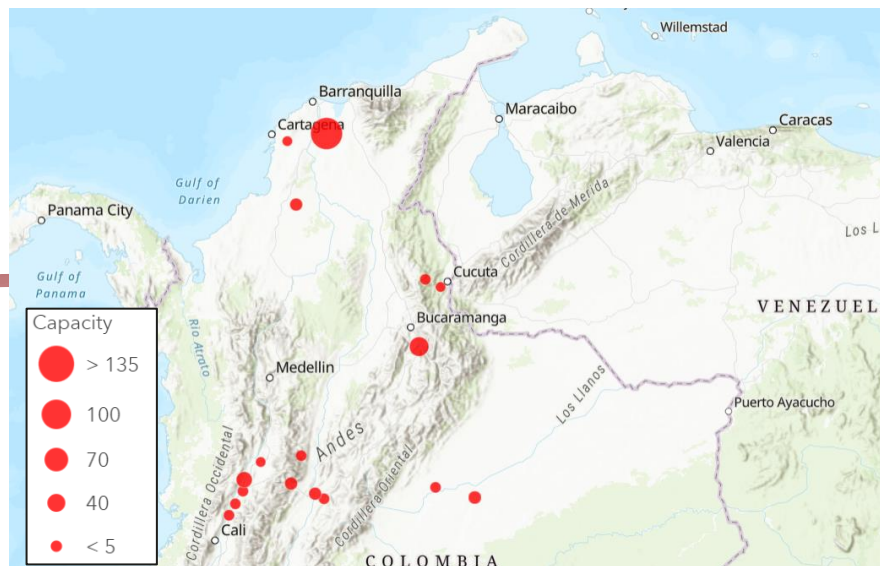
Para 2023-2024 suministraremos **1,7 GW FV**

+ 70MWh BESS en desarrollo

2022

>530MW (30% with STS)

Llanos 1	19.9 MW
Llanos 2	19.9 MW
Llanos 3	19.9 MW
Llanos 4	19.9 MW (STS)
Llanos 5	19.9 MW (STS)
Celsia Tulua	9.9 MW
Celsia La Paila	9.9 MW
Celsia Since	19.9 MW
Celsia La Victoria	40 MW
Celsia Chicamocha	60 MW
Celsia 5 Projects	70 MW
TermoTasajero	5.0 MW (STS)
GeoPark Llanos 34	9.9 MW (STS)
Enel Fundacion	135.0 MW (STS)
MPC Girasoles	9.9 MW (STS)
Buga	10.0 MW
Pereira	5.0 MW
SurtiGas	5.6 MW
Urta	20MW (STS)
Palmira 3	10MW
REFICAR	20MW (STS)









2023-2024

>1.7GW PV+70MWh BESS (80% with STS)

Enel Altantico	250 MW
Enel Guayepo 3	230 MW (STS)
Celsia Andalucia & Puerto Tejada	40 MW (STS)
Celsia Escobales	100 MW (STS)
GreenYellow	40 MW (STS)
Morrosquillos I, II, San Isidro	60 MW (STS)
ENEL X	30 MW (STS)
Atlantica	36 MW (STS)
Sabanalarga	100 MW (STS)
MTBren Zambrano 2	15 MW (STS)
Guamo y Numbana	19.9 MW
La Cira	40 MW (STS)
NovaValor	100 MW (STS)
Alejandria	9.9 MW (STS)
Tropezón	9.9MW (STS)
Sol y Cielo	9.9 MW (STS)
TiBitto	5.0 MW (STS)
Tepuy	80 MW (STS)
Baranoa I	19.9 MW (STS)
Cordoba	9.9 MW
Sucre	9.9 MW
Shangrila	170MW (STS)
Greenwood Terra I II&III	60 MW (STS)
EDF Drummond	50 MW (STS)
Total Eren Rubiales	80 MW (STS)
EEQ	4MWh
Total Eren Galapagos	41MWh
Mitu PV & BESS	6.3MW/8.8MWh
Centenario Puerto Leguizamo	10MW /
PV & BESS	17,25MWh
Transelca	80 MW (STS)
Grenergy 5 Projects	100 MW (STS)
Andrometa	100 MW (STS)
Barzalosa	

Plataforma de Servicios de Huawei en Latinoamérica

-  Regional Headquarter
-  Supply Center
-  Global Technical Assistance Center
-  Rep. Office
-  R&D Center
-  Training Center



Issue to Resolution

7 x 24

Portuguese/Spanish /English speaking
Service Hotline

5 x 8

Remote Technical Support
Response within 30 mins

2^{BD}
1 BD in Mexico

Hardware Support
Shipped out spare parts within
2 business days

R&D

Strong Technical Expert support
With English Speaking

Huawei in Latin America

- 10,000+** Employees
- 2** Regional HQ
- 1** GTAC in Mexico
- 3** R&D Center
- 3** Training Center
- 20+** Rep. Office
- 20+** Warehouse in Colombia

Esquema de servicios de Huawei en Colombia

Huawei en Colombia

- 3 Oficinas Representativas ubicadas en Bogota and Medellin
- 1 Centro de Servicios y 14 estaciones de servicio
- 1 Centro de entrenamiento

SN	City	Address
1	Bogotá	KM 1.5 Vía Funza - Siberia Complejo Logistico San Diego
2	Medellín	Carrera 58 No 09 - 12
3	Cali	Calle 15 No 35 - 75 // Bodega B4 Acopi Yumbo

Del problema a la resolución

7 x 24

Portuguese/Spanish
/English
Service Hotline

5 x 8

Asistencia técnica
Respuesta de soporte técnico
en 30 minutos

2^{BD}

Soporte de hardware
Envío en 2 días laborables

R&D

Sólida experiencia técnica



- Huawei Centro de Servicio
- Huawei Estación de Servicio



3

Redes con Alta Penetración de FNCER y Requerimientos de los Códigos de Red

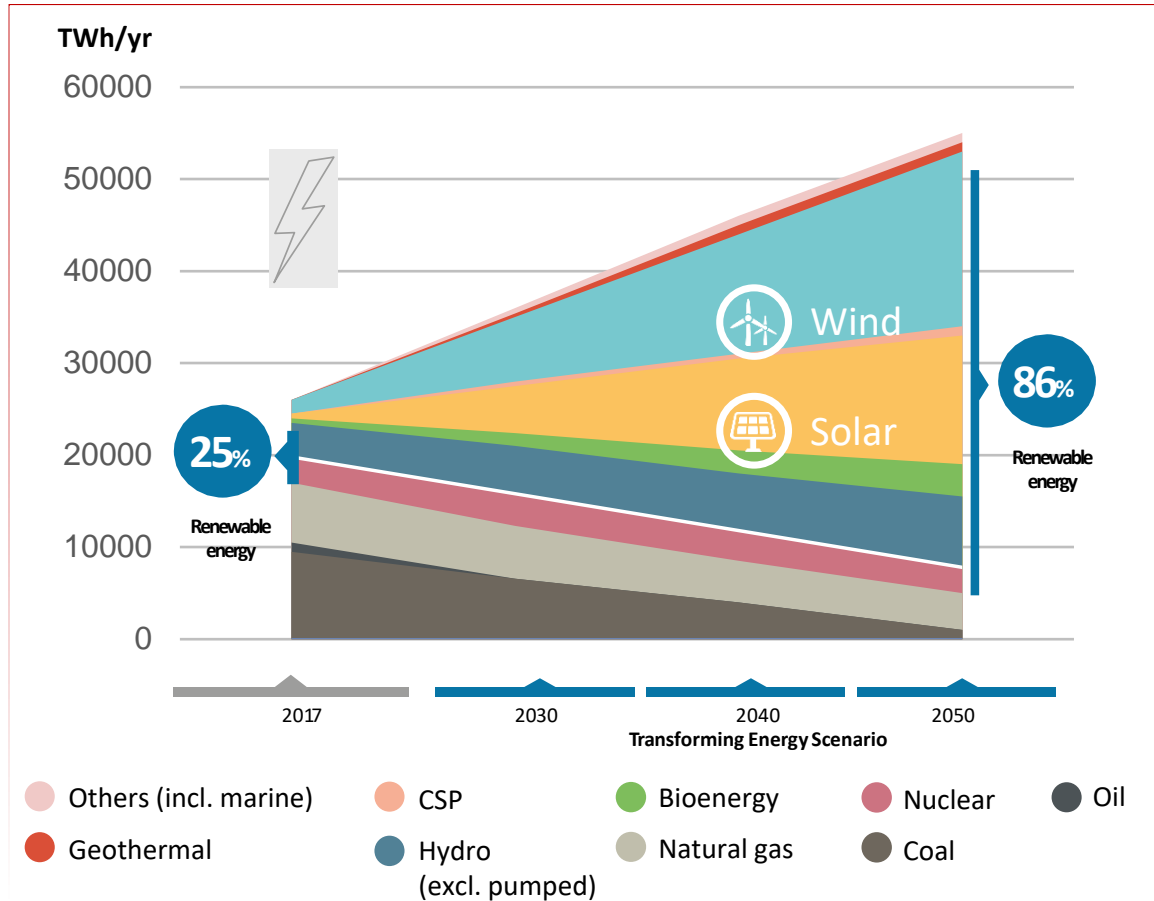


3.1

Antecedentes y Tendencias

Transformación de la estrategia energética; promover la energía solar y eólica para convertirlas en las principales energías

FV: el principal suministro de energía para la instalación de centrales eléctricas



Gobiernos y empresas fijan objetivos bajos en carbono



China

Neutralidad en emisiones de carbono **en 2060**
para 2030, aspiran tener el 20% de energía renovable en su matriz energética



EU

Neutralidad en emisiones de carbono **en 2050**
 Reducción de GHG -60% **para 2030**, 32% energía renovable

La transformación estratégica de los gigantes energéticos acelera la neutralidad en carbono

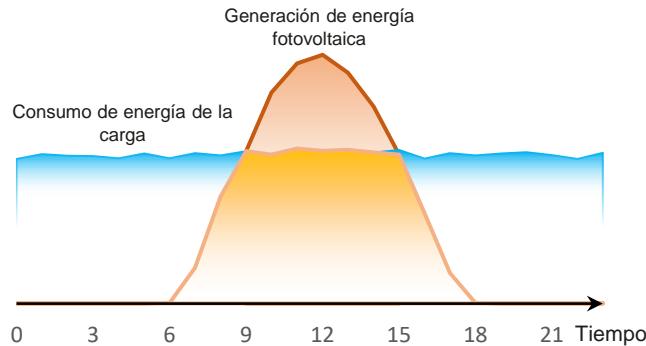
Varias empresas de consumo eléctrico se unen a RE100 y prometen alcanzar un consumo eléctrico 100% renovable



De la FV solo a la solución FV + ESS, el mercado global de C&I ESS crece rápidamente

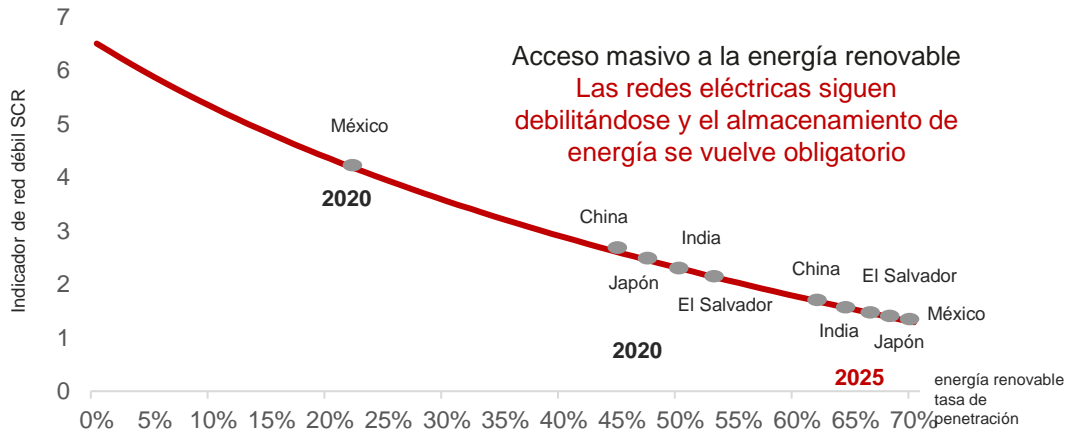
Tendencia de la transformación energética: de la PV solo a la solución FV+ESS

PV + ESS para evitar el desperdicio de energía solar y maximizar los ingresos



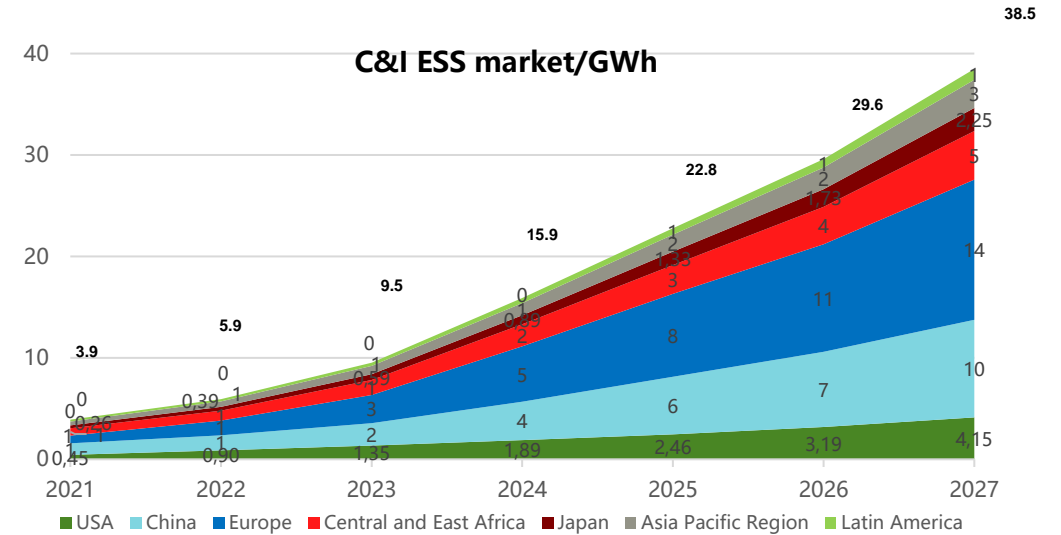
- Solo la energía fotovoltaica no puede cubrir la fuente de alimentación de 24 horas
- La sinergia PV+ESS aumenta la proporción de suministro de energía verde

Con el aumento de la tasa de penetración de nueva energía, la red de suministro se vuelve más débil. El ajuste proporcionado por ESS es esencial.



Mercado global de C&I ESS: crece rápidamente, con una CAGR del 30%

15,9 GWh/30 mil millones de USD estimado @2024



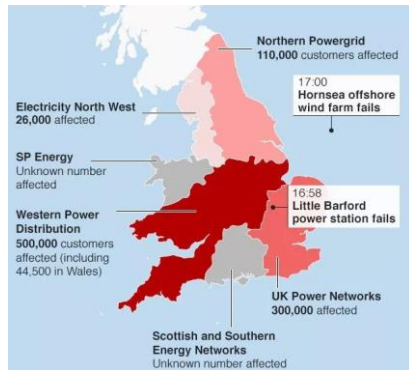
* Fuente de datos: BNEF

- China: El ritmo de despliegue de C&I ESS se ha ralentizado debido al precio de las baterías de litio, pero se espera que continúe creciendo rápidamente después de 2023.
- Europa: España, Alemania, Reino Unido e Italia están impulsados principalmente por el aumento del precio de la energía, los subsidios financieros para la FV y el ESS, y el rápido desarrollo de la FV+ESS en las estaciones de carga.
- Japón: Hay altos subsidios en el consumo fotovoltaico y en el mercado de respaldo de energía para la prevención de desastres, lo que impulsa a C&I ESS de Japón a seguir siendo un mercado de alto valor.
- Medio Oriente África, Asia Pacífico y América Latina: La mayor oportunidad es el mercado de suministro eléctrico fuera de la red eléctrica de tamaño pequeño y mediano. En comparación con la Generación Diesel, el coste de PV+ESS es competitivo.

La energía renovable hace que la red sea más débil, los problemas transitorios salen al primer plano

1 Soporte de inercia débil e inestabilidad de frecuencia

El apagón en el Reino Unido 2019



El fallo de la central eléctrica Little Barford causó una pérdida de potencia de 730 MW

Frecuencia del sistema comienza a disminuir

Frecuencia del sistema bajada a 48.9Hz

El parque eólico marino de Horsea estaba en gran parte fuera de la red, Con la energía alimentada a la red reducida en 900 MW.

más allá del rango permitido de 49,8 50,2 Hz y desprendimiento de carga de masa activado

2 Fault ride-through en redes débiles

Apagón de energía en Australia en 2016

- El 28 de septiembre de 2016, el parque eólico se desconectó de la red debido a tifones y tormentas de lluvia.
- Las caídas de voltaje ocurrieron 6 veces y causaron el colapso de voltaje y frecuencia. Australia del Sur sufrió un apagón de 50 horas.

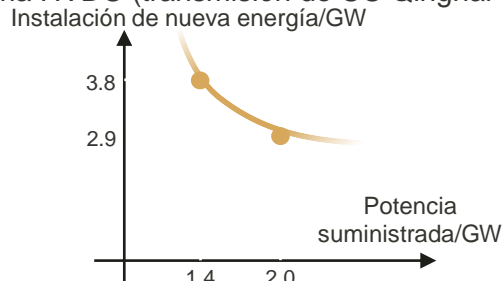
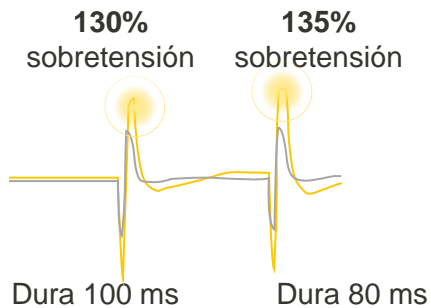


◀ **Colapso de Tensión**

◀ **Colapso de Frecuencia**

3 Alta proporción de energías renovables difíciles de entregar - Curtailment

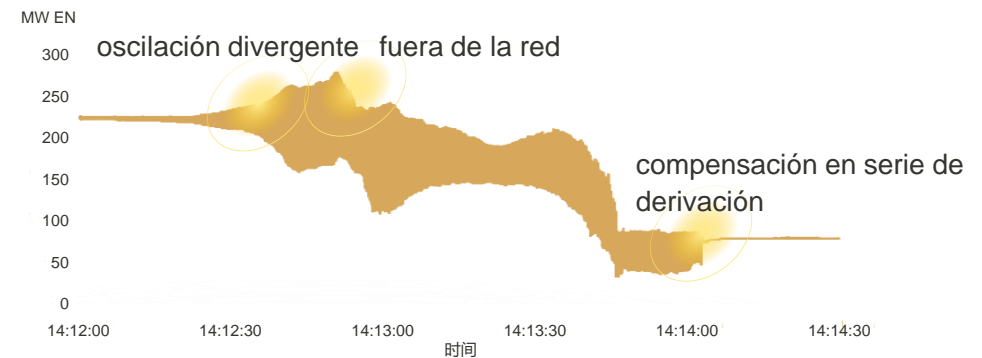
Problema de sobretensión transitoria HVDC (transmisión de CC Qinghai-Henan) Instalación de nueva energía/GW



¡La nueva instalación de energía y la capacidad de entrega están negativamente relacionadas!

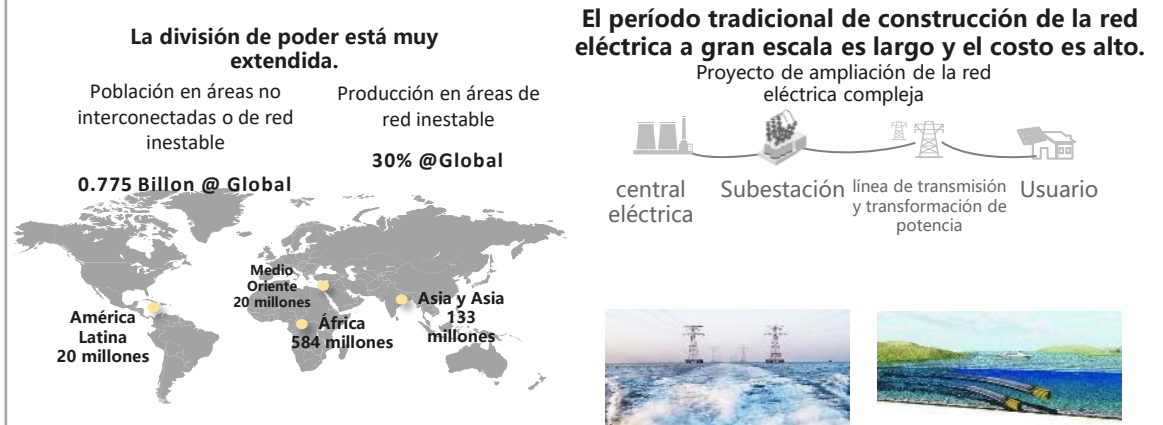
4 Oscilación de banda ancha

Una central de energía eólica en Guyuan, Hebei, China



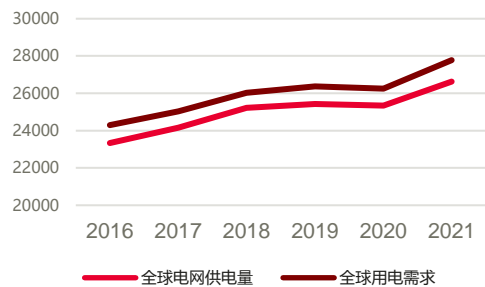
Suministro de energía global desequilibrado, aumento de la demanda de microrred y problemas de las soluciones tradicionales de Generación Diesel

La fuente de alimentación global está desequilibrada, y la construcción de la fuente de alimentación no puede satisfacer la demanda de energía.



Fuente: AIE, Perspectivas de la Energía Mundial-2021

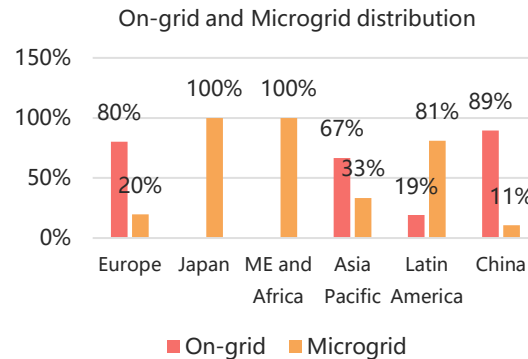
La construcción de la red eléctrica no puede mantenerse al día con el crecimiento de la demanda de electricidad



Para la cobertura de la red eléctrica en zonas especiales, como las islas, se deben colocar cables a través del mar.

La inversión inicial y los costos de mantenimiento son enormes, y los costos no se pueden recuperar.

La demanda mundial de microrredes aumenta significativamente



La solución tradicional de microrredes tiene altos costos de consumo de energía, contaminación y riesgos potenciales.

En las zonas con una red eléctrica deficiente, los generadores diésel se suelen utilizar como fuente de alimentación principal para la microrred.



El costo de funcionamiento de los generadores diésel es alto y la contaminación es pesada. En las zonas remotas, no se puede realizar el mantenimiento frecuente de los generadores diésel.

Alto costo de energía



5 veces el costo de la red - \$ 0,3 -0,5 / kWh

contaminación ambiental



El ruido afecta los medios de vida y la producción de las personas > 100 dB

Transporte y transporte inconvenientes
inspección de reabastecimiento difícil



El generador diésel requiere un reabastecimiento frecuente de combustible e inspección in situ.
Zonas remotas con malas condiciones viales > 3 días

Altos costes de operación y mantenimiento



El generador diésel se mantiene una vez cada medio mes, lo que requiere una gran cantidad de mano de obra de operación y mantenimiento.



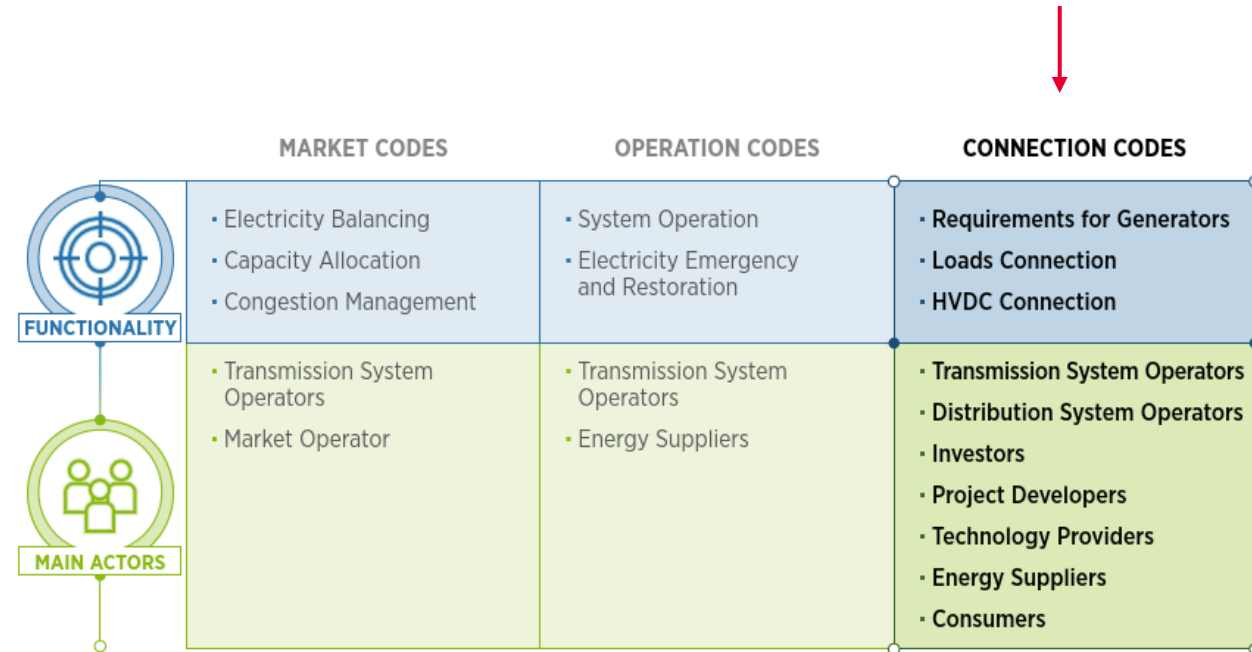
3.2

Rol de los Códigos de Red

El Rol de los códigos de red en la regulación del sistema eléctrico

Los códigos de red regulan distintos aspectos del sistema eléctrico y pueden adoptar diferentes nombres. Por ejemplo, los códigos de red europeos (a nivel de la Unión Europea) incluyen códigos de conexión a la red, códigos de operación y códigos de mercado. Dado que los códigos de red son el resultado del panorama de las partes interesadas (stakeholders) y de la estructura de organización del sistema eléctrico existente, cada jurisdicción puede tener una estructura de códigos de red diferente.

- Los códigos de mercado proporcionan directrices y normas para el funcionamiento del mercado interno e inclusive intercambios de energía a nivel regional (entre países). **Incluyen los mecanismos básicos del mercado y/o las condiciones comunes para el equilibrio de la electricidad**, la asignación de capacidad y la gestión de la congestión.
- Los códigos de operación establecen normas para el funcionamiento del sistema eléctrico y los procesos de **emergencia y restablecimiento**.
- Los códigos de red de conexión establecen **los requisitos técnicos que deben cumplir los generadores y las instalaciones de transporte** para conectarse a la red. Los códigos de red también permiten a los consumidores prestar servicios de respuesta a la demanda. También describen enfoques de alto nivel para gestionar el cumplimiento de estos requisitos.

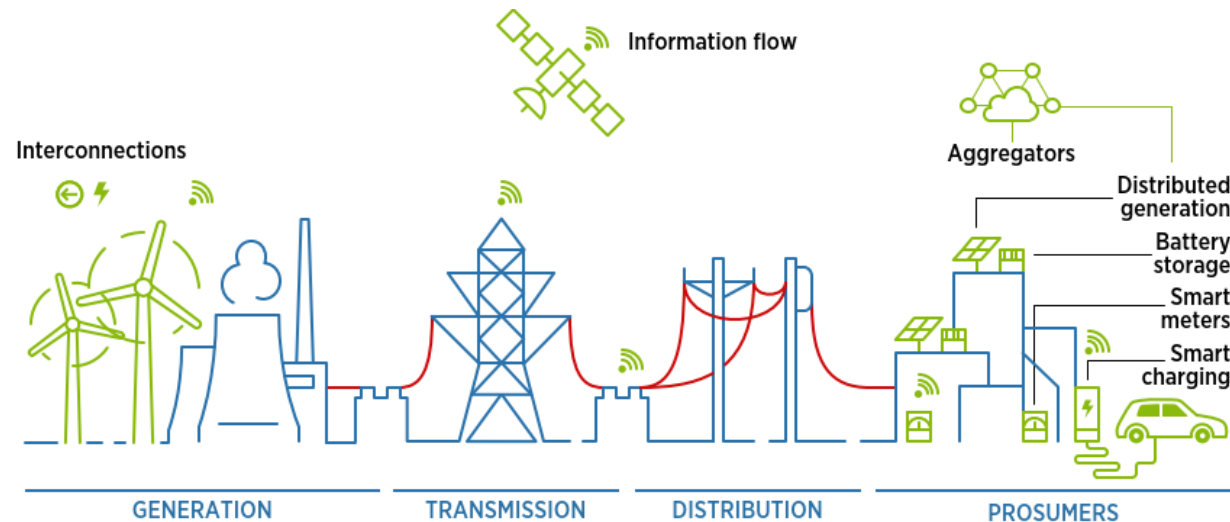


Cual es el propósito de los códigos de conexión a la red?

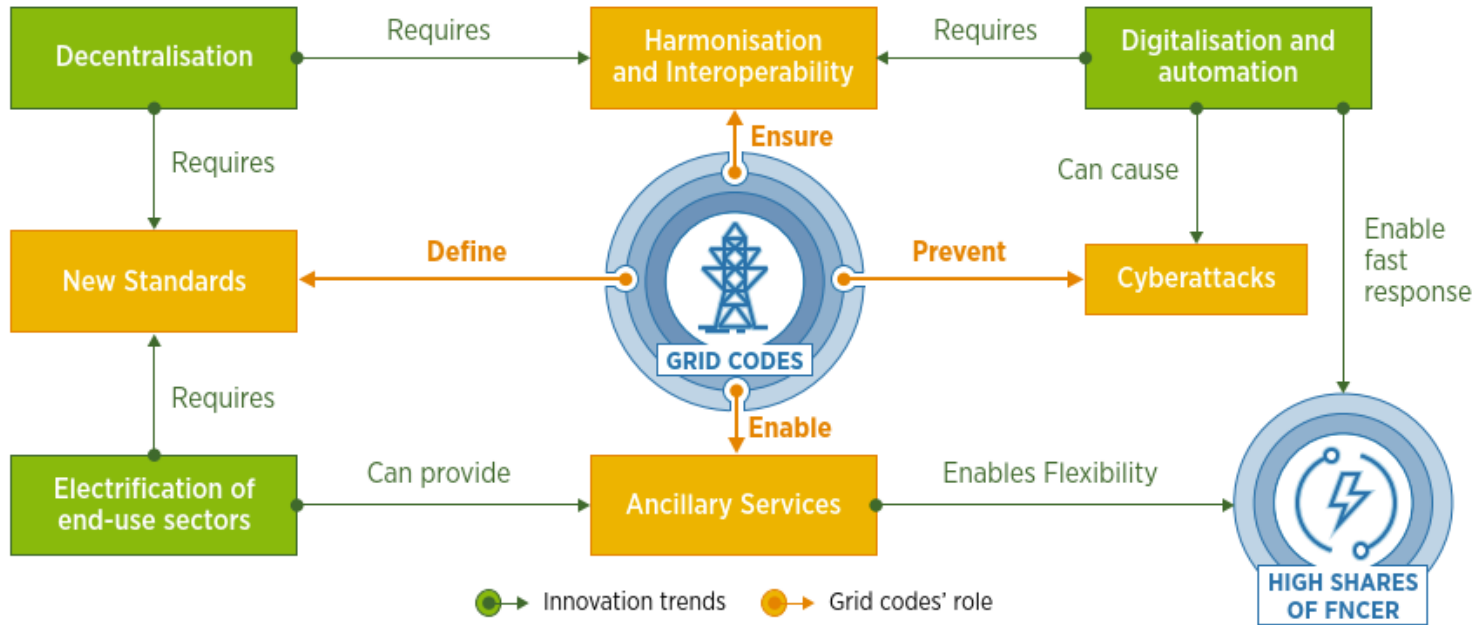
Los **códigos de conexión a la red** especifican los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir todas las centrales eléctricas para acceder a la red. Los códigos de red sirven para coordinar a los agentes independientes de los sistemas eléctricos con marcos reguladores diferentes. En muchos sistemas eléctricos hay muchos agentes independientes que necesitan normas para cooperar eficazmente **en pos de un objetivo común**. Los códigos de red se desarrollan para proporcionar estas normas y **se actualizan periódicamente** para reflejar y facilitar el desarrollo de las capacidades tecnológicas y operativas de los sistemas dentro de su jurisdicción.

Como normas técnicas, los códigos de red **regulan el acceso a la red** y el funcionamiento de los usuarios de la red, independientemente de que el sistema eléctrico esté gestionado y supervisado por un operador específico o por una empresa de servicios públicos integrada verticalmente. Aumentan la transparencia y permiten un trato justo al hacer que se apliquen las mismas normas a todos e informan de las necesidades tecnológicas de la generación futura.

Establecer un código de red es un paso importante para abrir el sector eléctrico a promotores privados o nuevos operadores de centrales y permitir la integración eficiente de los generadores distribuidos de FNCER. Los códigos de red regionales son útiles para apoyar el desarrollo de mercados eléctricos regionales.



Los códigos de red en un sistema eléctrico en transición



- **La Descentralización**, se refiere al hecho de que el aumento de la penetración de la FNCER está introduciendo cantidades significativas de nueva capacidad de generación en las redes de distribución.
- **Digitalización y automatización**, los modernos convertidores eólicos, inversores solares fotovoltaicos, controladores de baterías y aparatos consumidores de electricidad están equipados con interfaces de comunicación digitales que permiten a los usuarios comprobar su estado y hacer un seguimiento de su rendimiento. Estas interfaces se conectan fácilmente a redes de datos más allá del emplazamiento del usuario, lo que permite la supervisión a distancia y un mantenimiento a distancia limitado (por ejemplo, la instalación de actualizaciones de software).
- **La Electrificación del sector de uso final**, el acceso unificado a los recursos controlables en los sitios de los usuarios es deseable por razones de seguridad y privacidad. También es cada vez más importante porque cada vez hay más recursos accesibles para ofrecer flexibilidad. Integrar esta flexibilidad con el funcionamiento y control del sistema eléctrico es un objetivo importante de la investigación y el desarrollo en curso.

ONGOING TRANSFORMATIONS IN THE POWER SYSTEM

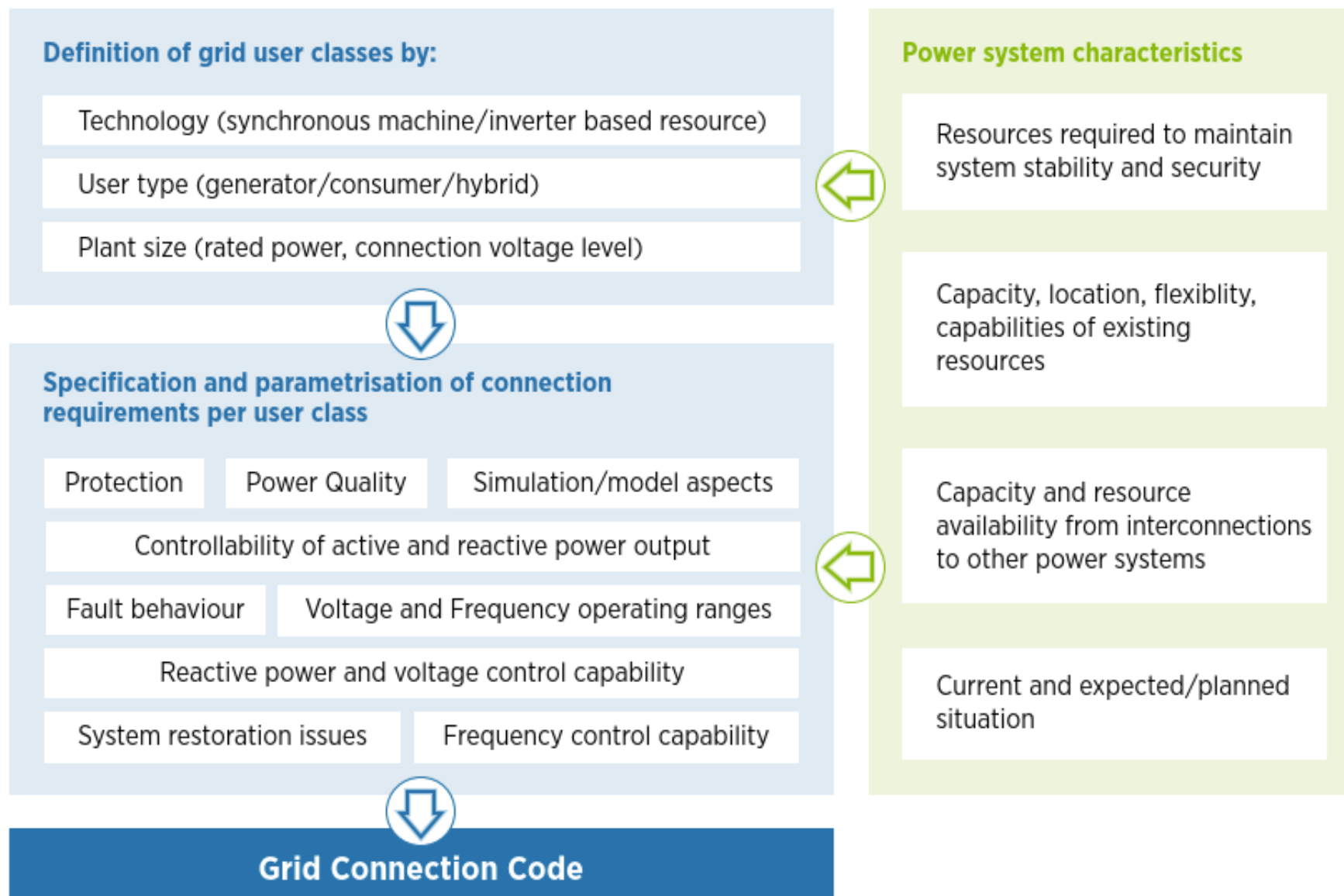
Previous state	New state
Regulated fuel influx	Variable Renewable Energy
Synchronous machines	Inverter-based resources
Large-scale power plants	Distributed generation
Flexible generation	Flexible generation, demand and storage
Process automation	Autonomous operation / Digital Smart Grid
Electric light and power	Electric light, power, heating and mobility
Consumers	Prosumers



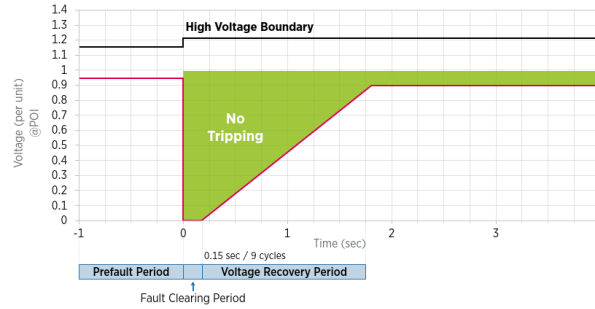
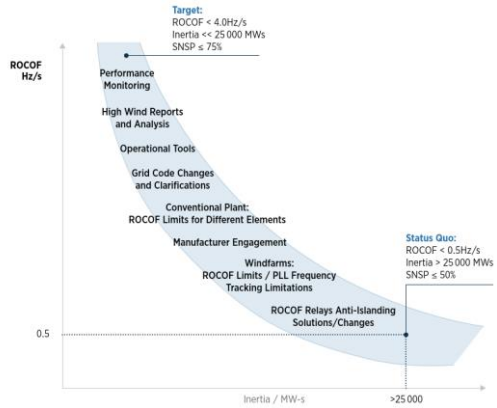
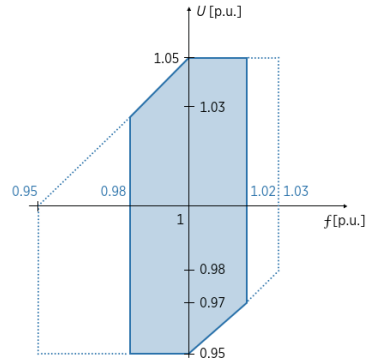
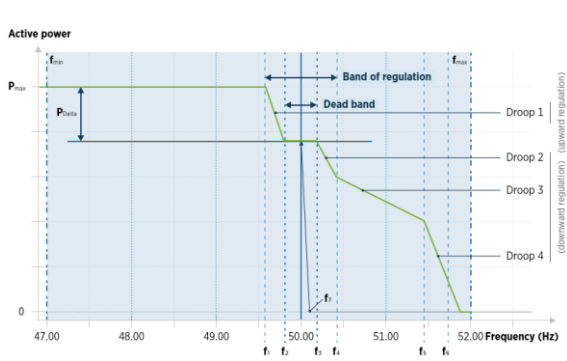
3.3

Requerimientos Técnicos de los Códigos de Red Modernos

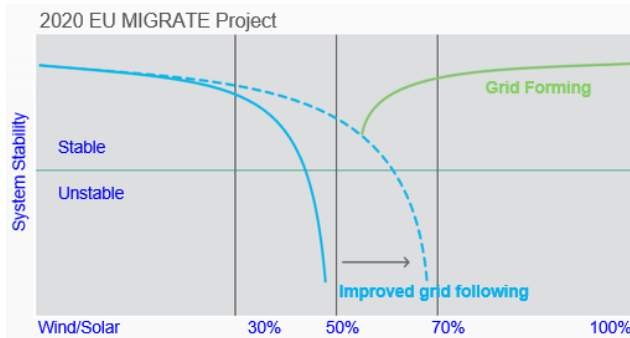
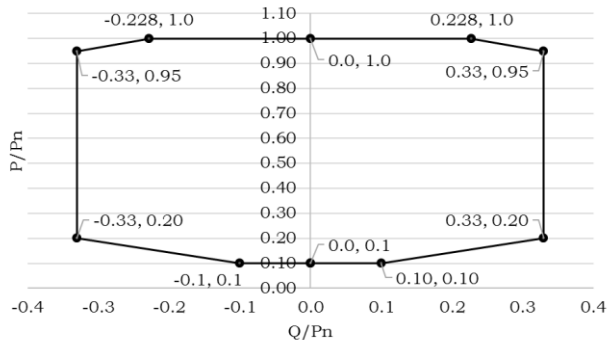
Requerimientos técnicos de los códigos de red



Tendencias actuales y nuevos requerimientos técnicos de los códigos de red



Curva de capacidad de plantas eólicas y solares fotovoltaicas



Current trends of technical requirements

Extending application of existing requirements to smaller user

Providing requirements for new user types

Adding requirements for new technical capabilities

Controllability

Storage and consumer-producer combinations

High-voltage ride through (HVRT)

Communication interfaces and integration

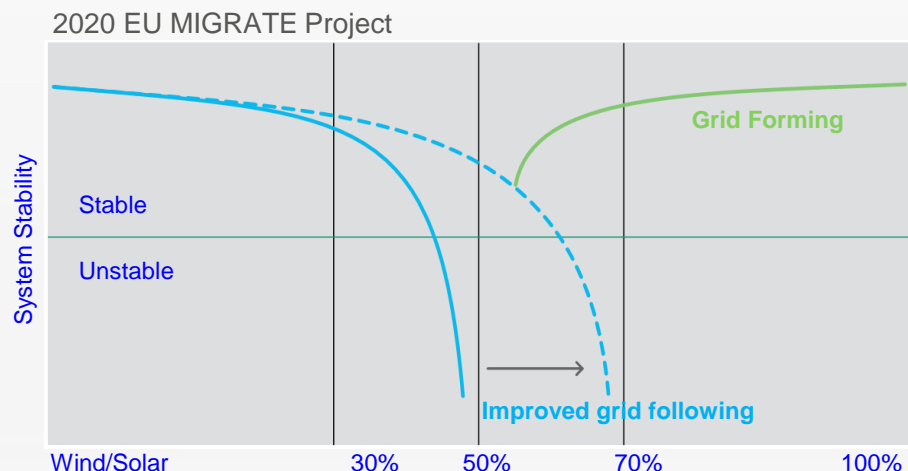
Electric vehicle charging

Grid-forming capabilities of inverters

LVRT in low-voltage distribution grids

Grid Forming se considera una tecnología vital para los sistemas de potencia débiles

EU considers grid forming as a key to high wind/solar penetration.



2022 ENTSO System Needs Study

Grid-forming Converters (GFC) are power electronics devices designed in control and sizing in order to support the operation of an AC power system under normal, disturbed, and emergency conditions without having to rely on services from synchronous generators.

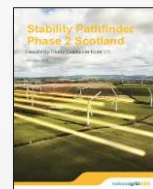
Future capabilities of GFC, in order to allow up to 100% penetration of power park modules (PPM) can be classified exhaustively as follows:

1. Creating system voltage,
2. Contributing to Fault Level,
3. Contributing to Total System Inertia (limited by energy storage capacity),
4. Supporting system survival to allow effective operation of Low Frequency Demand Disconnection (LFDD) for rare system splits,
5. Acting as a sink to counter harmonics & inter-harmonics in system voltage,
6. Acting as a sink to counter unbalance in system voltage,
7. Prevent adverse control system interactions.

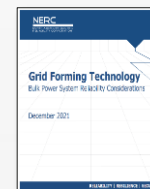


Guidelines and pilot projects are emerging

① UK, USA, Australia has released guidelines for GFM



2021. Feb, UK
Grid Forming standard



2021. Dec, USA NERC
Guideline for Grid Forming



2021. Aug, Australia, AEMO
'Advanced grid-scale inverter'

② Commercial BESS adopts GFM to enhance system strength

* Based on public news



- UK developer Zenobe plans to build 3 100MWh scale BESS projects (with GFM features) from 2023Q4-2024Q4



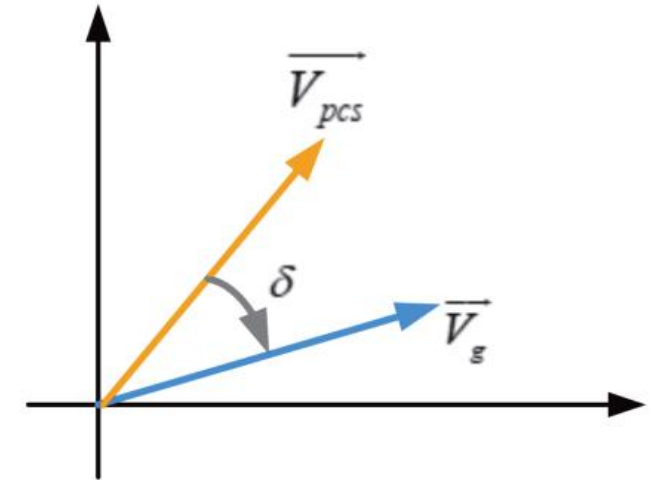
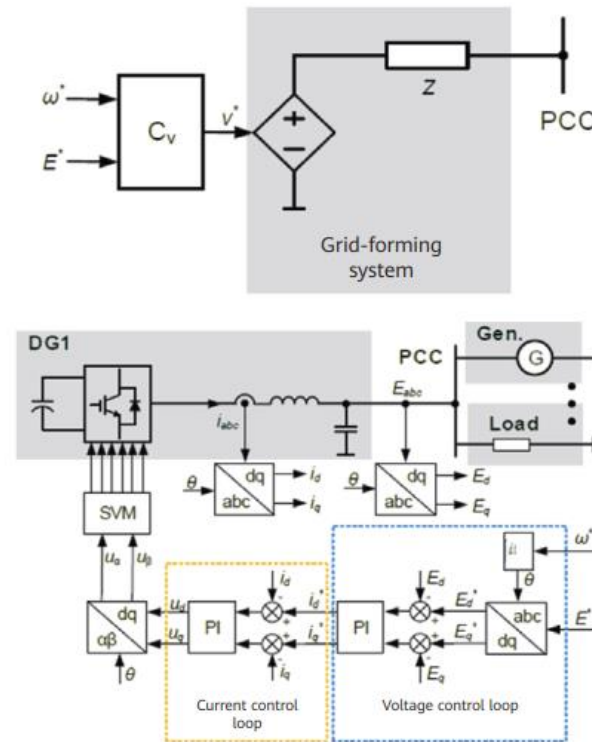
- Australia: A system strength shortfall of 312MVA was identified, AGL proposes to build 250MW/250MWh GFM BESS to support system strength.

Qué son los Grid Forming Converters?

Deberá ser capaz de soportar el funcionamiento del sistema de potencia de CA (desde EAT a BT [baja tensión] en condiciones normales, de perturbación y de emergencia sin tener que depender de las capacidades de los Generadores Síncronos. Esto incluirá las capacidades de funcionamiento estable para el caso operativo extremo de suministro de toda la demanda a partir de fuentes de energía basadas en convertidores al 100 %. (ENTSO-E, 2020c)".

Sobre la base de esta definición, los requisitos enumerados a continuación podrían ser necesarios para el futuro código de red:

- Crear (formar) tensión del sistema
- Contribuir al nivel de falla (potencia de cortocircuito)
- Contribuir a la inercia total del sistema (limitada por la capacidad de almacenamiento de energía y la potencia nominal disponible del módulo de parque eléctrico o de la estación convertidora HVDC)
- Apoyar la supervivencia del sistema para permitir el funcionamiento eficaz de la desconexión de la demanda a baja frecuencia en el caso de divisiones del sistema poco frecuentes
- Actuar como sumidero para contrarrestar los armónicos e interarmónicos en la tensión del sistema
- Actuar como sumidero para contrarrestar cualquier desequilibrio en la tensión del sistema
- Evitar interacciones adversas del sistema de control.



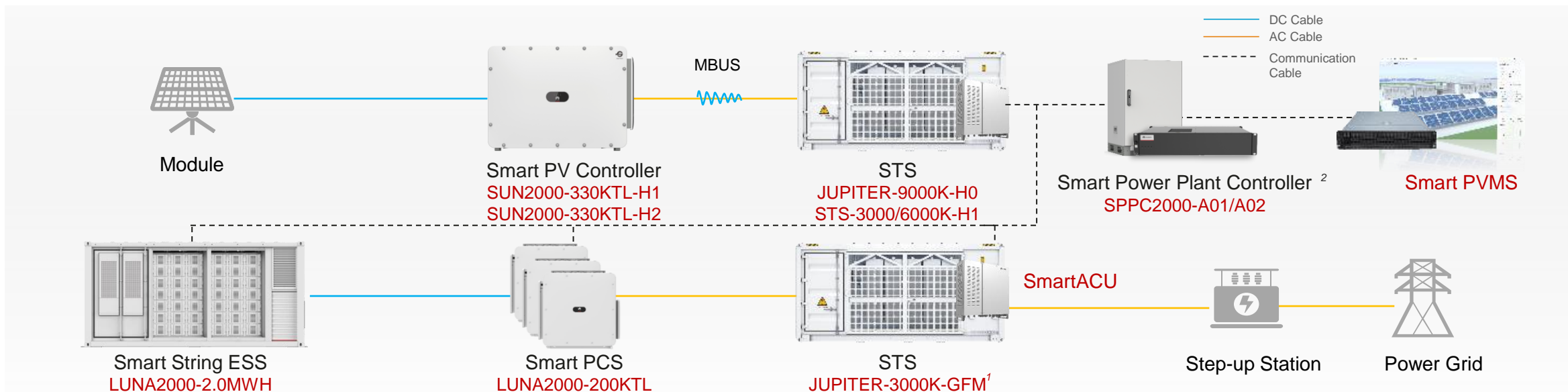
Para imitar el proceso de establecimiento de tensión de los generadores síncronos, el **Smart PV & ESS Generator** convierte el control de corriente tradicional en control de tensión mediante la introducción de una tensión y una fase determinadas. Por lo tanto, para el sistema de red, el generador fotovoltaico y ESS inteligente es una fuente de tensión capaz de establecer la tensión.



4

Huawei Smart PV & ESS Generator Beneficios de las Capacidades Grid Forming

Smart PV & ESS Generator: Combine PV and Energy Storage with Intelligence, Accelerating PV to be Primary Energy Source



Optimal LCOE

- **Grid-connected:** Renewable Percent Increases by 40%
- **Islanding:** 30% Lower LCOE
- **PV&ESS&STS:** Comprehensive Consistent Power Management Tech, Ensure Stable Power Generation

Grid Forming

- **Grid-connected:** Redefine Voltage Stability; Redefine Frequency Stability; Redefine Phase Angle Stability
- **Islanding:** Whole grid black start; Multiple fault ride-through in islanding mode

Full Intelligence

- **Smart PVMS:** Enables four-level refined detection, Smart Co-Diagnosis, achieves precise, fast, and efficient O&M
- **PV:** SSCF-TECH, dust removal without manual O&M
- **ESS:** Automatic SOC calibration
- **STS:** Distributed measurement and control

Safe & Reliable

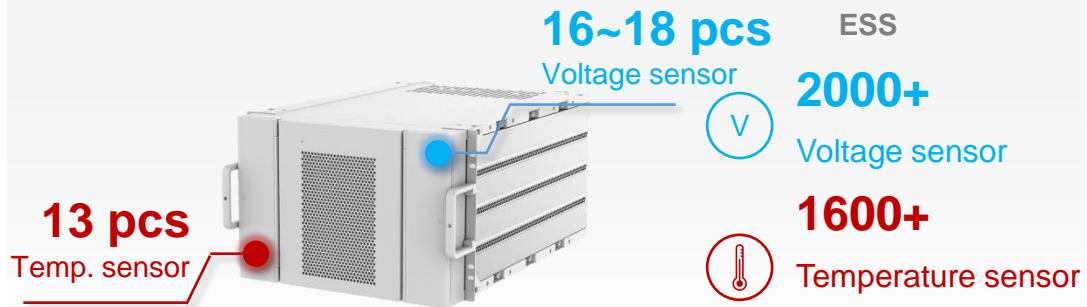
- **PV:** DC triple safety, SSLD + SCLD + MPPT-level DC Insulation Diagnosis
- **ESS:** Quadruple safety design
- **STS:** AC dual safety design
- **Communication:** Reliable communication at a distance of 1000 m, supporting 9MW array

1. JUPITER-3000K-GFM available in Jan, 2024

2. SPPC available in Oct. 2023 (in Vietnam, Indonesia, and Malaysia, Australia, Mexico, Chile, Brazil, and Argentina)

Smart String ESS: Higher Usable Capacity with Refined Energy Management

Pack-level Detection

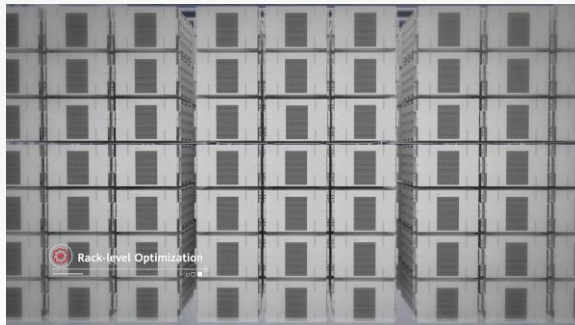


Battery Pack Optimizer



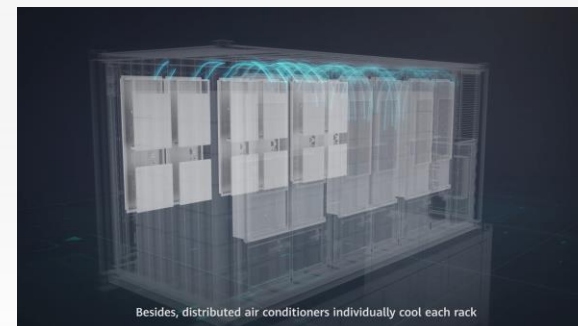
- **High available capacity:** Avoiding series mismatch
- **High availability:** A faulty pack is isolated actively
- **High safety:** Battery Pack Port voltage is 0V

Smart Rack Controller



- **Charging/discharging each rack independently:** Rack-level Optimization, fully charged/discharged
- **No bias current among racks:** Independent running between racks with no bias

Distributed Temperature Control

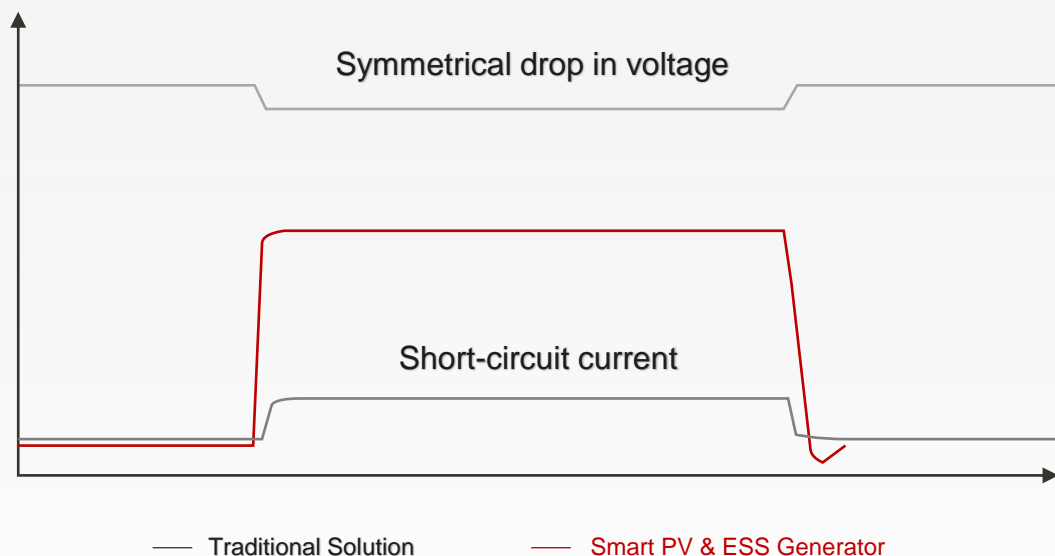


- **Rack-level distributed HVAC:** Averaged heat dissipation in rack
- **Battery Pack Biomimetic mixed air duct:** Equalization of cooling capacity per battery cell

Grid Forming/Grid-connected – Redefine Voltage Stability

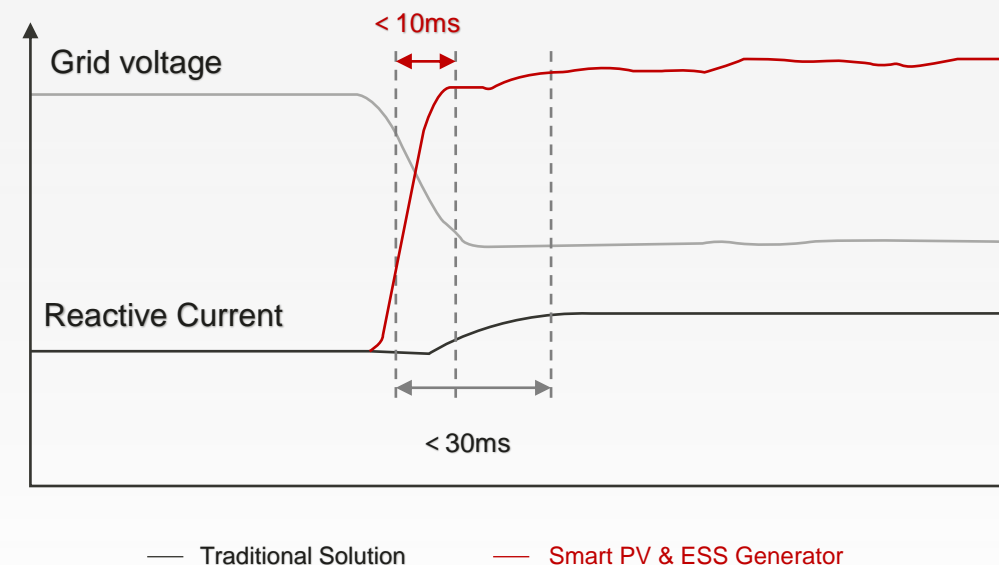
Short-circuit capacity support

Smart PV & ESS Generator : **3 times** VS Traditional solution: **1.04 times**



Dynamic reactive current response

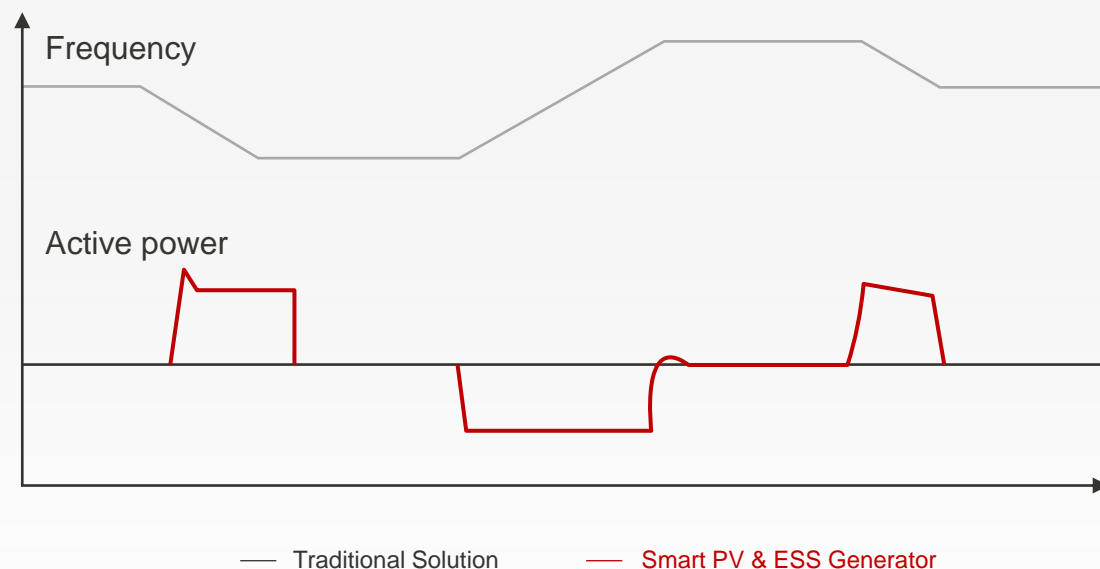
Smart PV & ESS Generator **< 10ms** VS Traditional solution **< 30ms**



Grid Forming/Grid-connected– Redefine Frequency Stability

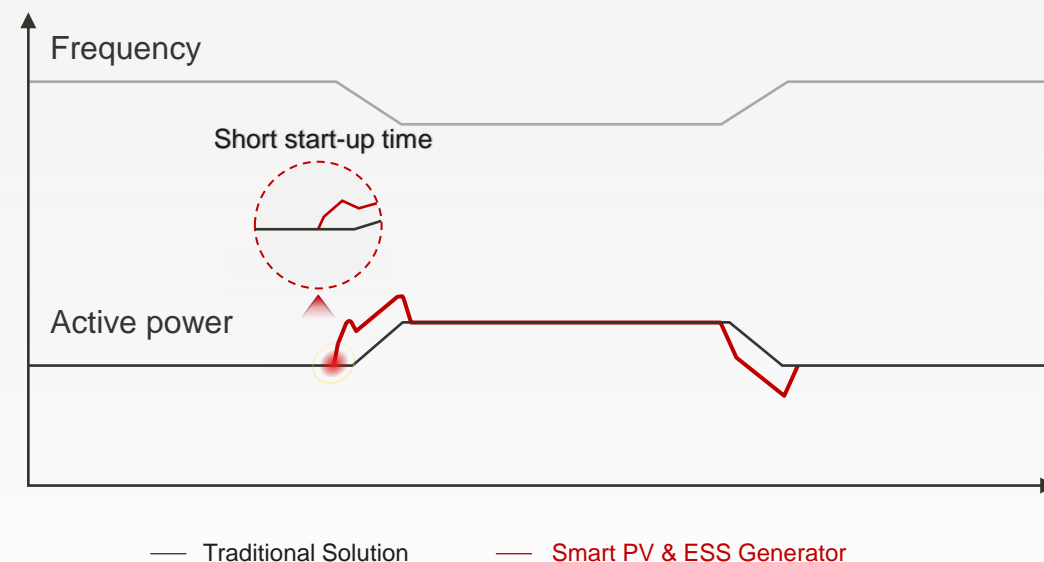
Virtual inertia

Smart PV & ESS Generator **support** VS Traditional solution **not support**



Frequency adjustment start time (by active power)

Smart PV & ESS Generator **< 50ms** VS Traditional solution **< 250ms**

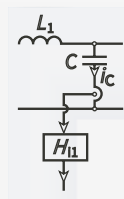


Grid Forming/Grid-connected– Redefine Phase Angle Stability

Wide frequency oscillation suppression

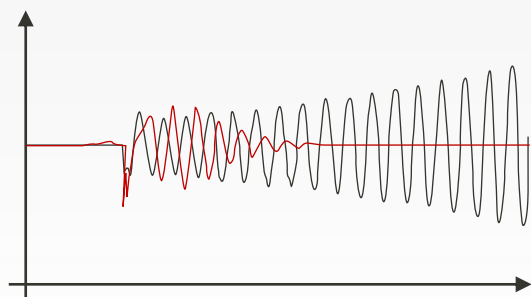
Smart PV & ESS Generator **with wide range (0.1Hz~100Hz)** vs

Traditional solution **no suppression capability**



POD

Virtual Impedance Remodeling Algorithm



Traditional Solution

No suppression capability

Smart PV & ESS Generator

Fast suppression and stable active power

Continuous HVRT and LVRT capability on weak grid

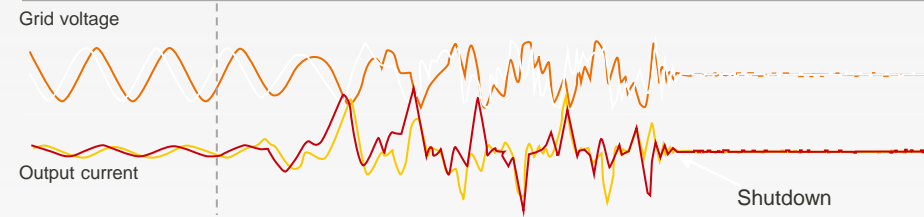
Smart PV & ESS Generator **support** VS Traditional solution **not support**

Fast detection

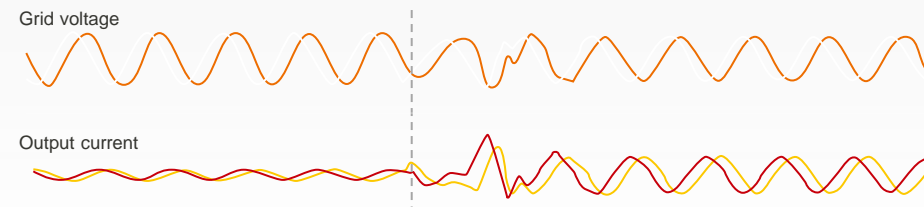


Effective suppression

Traditional Solution: shutdown due to oscillation caused by weak grid fault



Smart PV & ESS Generator: **stable operation on weak power grids after faults**



VS

Successful Grid-connected Performance Test of Smart PV & ESS Generator, Strengthening Grid Operation in High-proportion Renewables

Conclusion: Smart PV & ESS Generator will enhance system strength and improve renewable penetration level



1MW GFM System

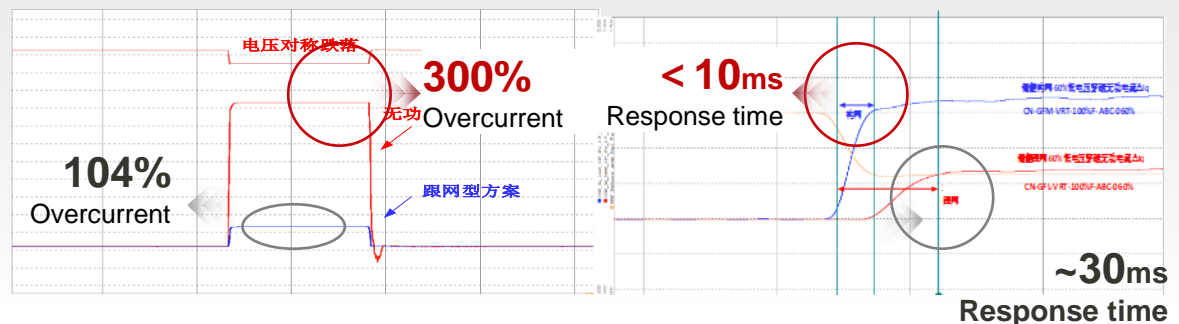
180 Test Cases

- Parallel operation stability
- Frequency/Inertia response
- Voltage regulation
- Fault-Ride-Through Response

Aspect	Target
● Frequency regulation	Active power injection Activation delay < 5ms
● Voltage regulation	Voltage regulation Response time < 10ms 3 times overcurrent
● Parallel operation stability	Circulation current <5%

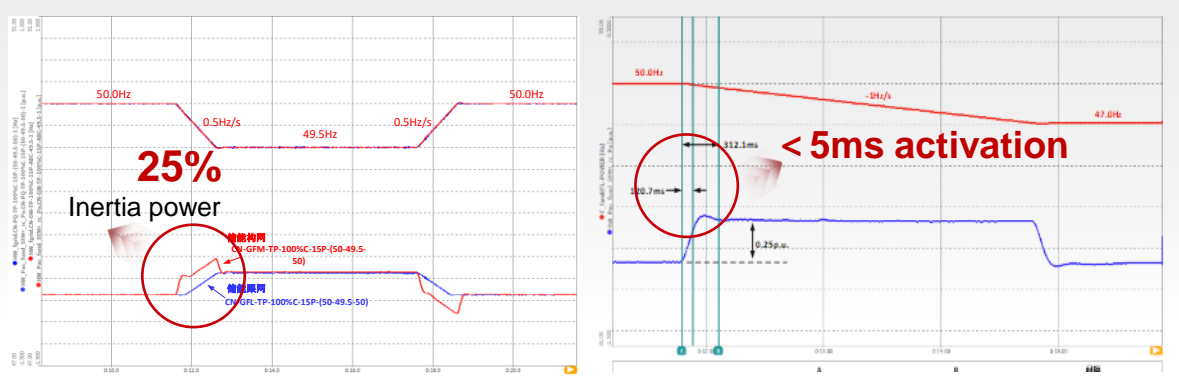
Voltage regulation

60% undervoltage disturbance fast and strong support



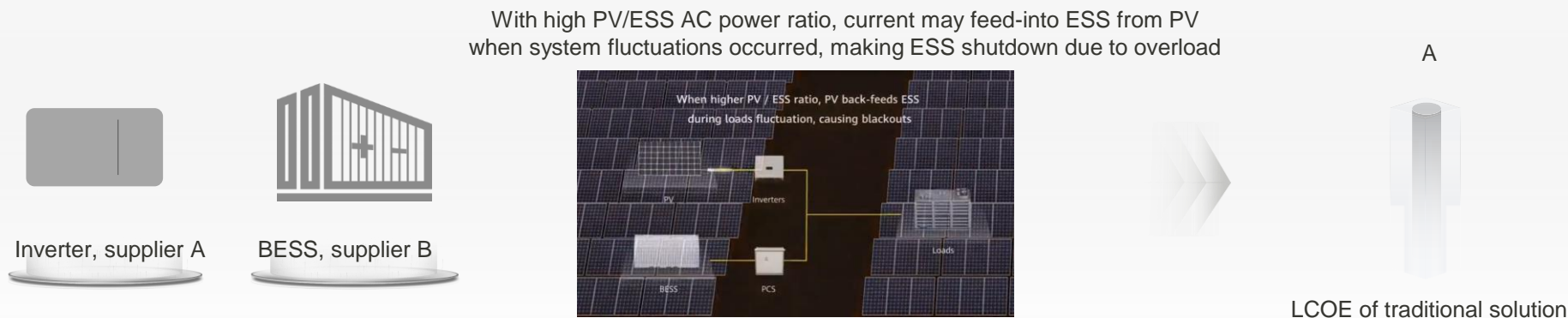
Frequency regulation

Inertia power activated within 5ms



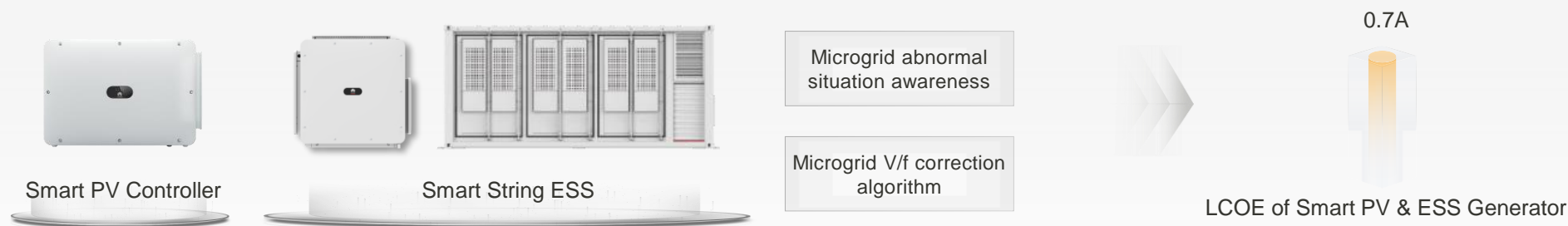
Grid Forming/Islanding: 200% PV / ESS AC power ratio in Islanding mode, 30% Lower LCOE

Traditional solution: PV and ESS are difficult to collaborate in islanding mode, PV / ESS AC power ratio less than 1:1



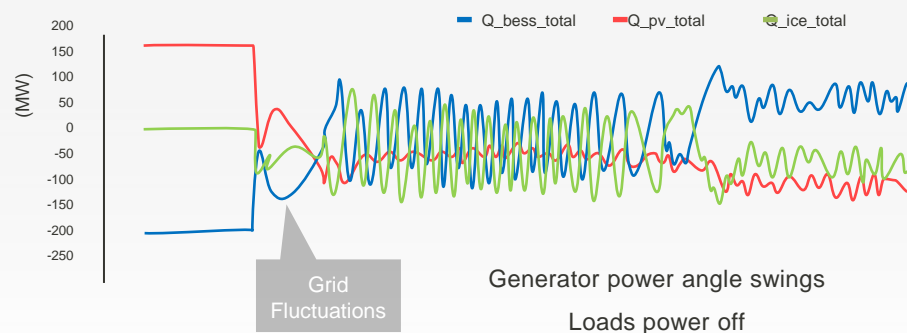
VS

Smart PV & ESS Generator: PV & ESS collaboration ensures stable operation with a high PV / ESS capacity ratio



Grid Forming/Islanding: Multiple Fault Ride-through in Islanding Mode, Ensuring Stable Operation

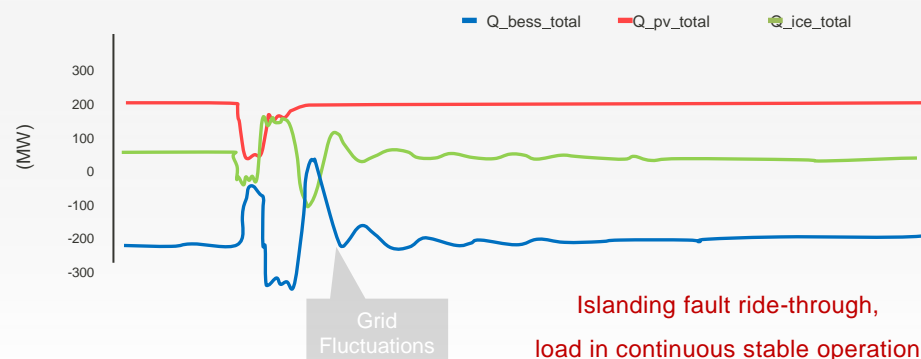
Traditional solution: fault ride-through failed when fluctuation occurred, system shutdown



Total losses for service interruption

\$ 0.63 ~ 2.5 million

Smart PV & ESS Generator: Multiple fault ride-through ($0 \sim 1.3 U_n$), stable operation during grid fluctuations



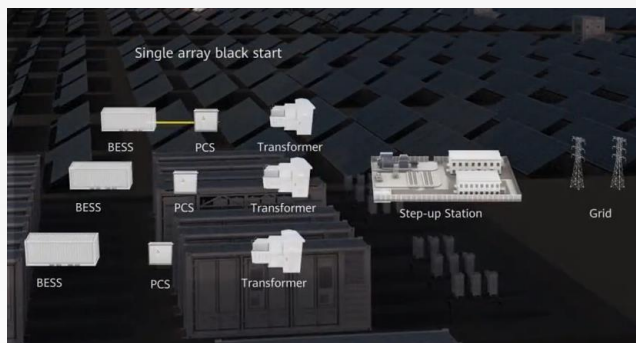
$0 \sim 1.3 U_n$ multiple fault ride-through

@ 100% PV & ESS

No loss

Grid Forming/Islanding: Whole grid black start enabling minutes level power recovery

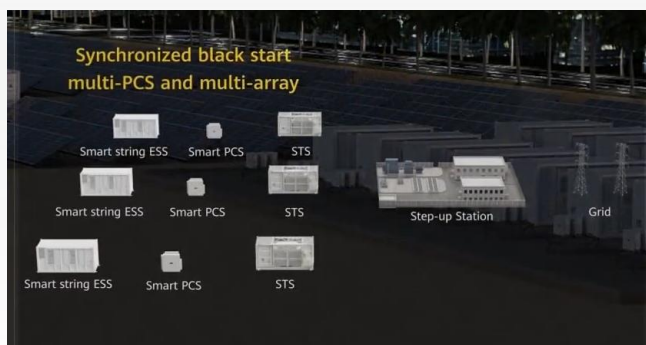
Traditional solution: black start for single PV array in sequence, takes several hours - days



Whole grid recovery
several hours - days

VS

Smart PV & ESS Generator: Synchronous black start of multi-PCS and multi-PV array



Whole grid recovery

Minutes level

Multi-PCS in parallel
soft-start synchronous ramp

Multi-arrays in parallel
soft-start synchronous ramp



5

Smart PV & ESS Generator Casos de éxito



Saudi Arabia Red Sea Project
World's Largest 100% PV + ESS Microgrid Project

400 MW PV + **1.3 GWh** BESS


Serving 100% PV + ESS power supply for 1 million
people in Red Sea new city
Grid Forming enabling 100% PV & ESS grid

COD: 400MWh ready around Dec. 2022,
others shall be ready around middle of 2023

Guatemala Liztex : **4 MW / 4 MWh** – First ESS Solution Installed in LATAM

COD: August 2022





Peru rural micro-grid project
Lighting up villages by Amazon River

2.5 MW PV **+1 MW /2MWh** BESS

Serving green & resilient power supply for **20,000** people

Parallel operation of PV + ESS + Diesel Generation

Reducing **1** tons of diesel per day

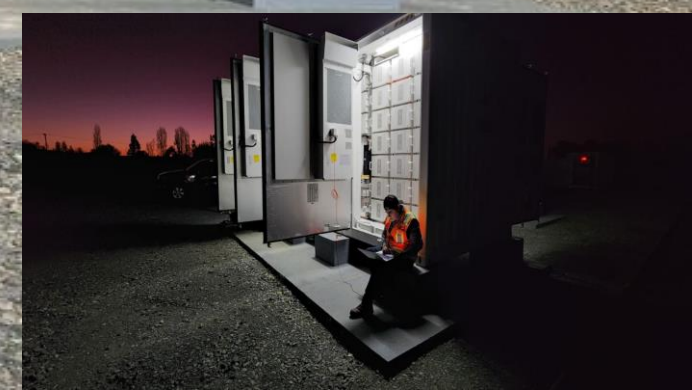
COD: Nov. 22

1.6 MW / 2 MWh

El Tiuque, San Javier, Chile

First ESS Project in PMGD

COD: March, 2023





Sembcorp, Singapore

(Spinning Reserve, Frequency Regulation)

Capacity: **115MW / 146MWh**

Longer consistent power thru Rack-level Optimization
Realizing more revenue of grid auxiliary service

Automatic SOC calibration, save O&M cost

Safe & reliable comply with the strict local safety standard
Conform to EN ISO 1182 and EN ISO 1716
Acquired CoC certificate

COD: Nov. 2022



Wenchang, Hainan, China

String Inverter + ESS Project

Capacity: **25MW / 50MWh**

Provide clean energy to the grid **> 174 million kWh**

Promoting **the construction of “Green Island”**

Accelerating **the low-carbon target**


COD: May 2022





6

Conclusiones



Se necesitan los esfuerzos de toda la industria para abordar la conexión a la red de plantas con una elevada proporción de energía renovable. Huawei se adhiere al concepto de "**triple convergencia**": la convergencia de la **electrónica de potencia y las tecnologías digitales**, la convergencia de la **energía fotovoltaica y el almacenamiento de energía**, y la convergencia del **flujo de energía y el flujo de información**.

Huawei construye una solución **Smart PV & ESS Generator para redefinir la estabilidad de la tensión y la frecuencia**. Además, Huawei innova continuamente en tecnologías como la **supresión de oscilaciones de banda ancha, Fault ride-through y el Black Start** por lotes para lograr una conexión a la red y un consumo estable de las plantas de energía renovable, y trabaja con socios a lo largo de la cadena industrial para acelerar la evolución de la energía fotovoltaica hacia una fuente de energía principal.

La formulación de un nuevo código de red empieza con un proceso de consenso que incluye a todas las partes interesadas posibles (Incluyendo a los fabricantes de equipos) , en función de la configuración institucional, desempeñando distintos papeles en el proceso y utilizando estudios para determinar las limitaciones técnicas y las soluciones rentables de cara al futuro.

La transformación del sector eléctrico, que está impulsando una **mayor digitalización y descentralización del sistema eléctrico** y la electrificación de los sectores de uso final, es un factor que motiva la necesidad de revisar y hacer evolucionar los requisitos técnicos de los códigos de red.

Para introducir mejoras tecnológicas y nuevas tendencias y servicios, los códigos de red deben actualizarse y mejorarse continuamente. **En el caso de los sistemas que pretenden alcanzar casi el 100% de energías renovables a largo plazo, los códigos de red deben hacer hincapié en el uso y el papel de los inversores formadores de red (Grid Forming)** y en la participación de la FNCER en el arranque en negro.



7

Referencias



[1] IRENA (2022), Grid codes for renewable powered systems, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
ISBN: 978-92-9260-427-1

[2] High Penetration of Power Electronic Interfaced Power Sources (HPoPEIPS); ENTSO-E Guidance document for national implementation for network codes on grid connection (2017)

[3] ENTSO-E Completing the map Power system needs in 2030 and 2040, November 2020 - Version for public consultation

[4] FUSIONSOLAR Smart PV & ESS Generator White Paper, Copyright © 2023 Huawei Digital Power Technologies Co., Ltd. All rights reserved.

Thank you.

把数字世界带入每个人、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界。

Bring digital to every person, home and
organization for a fully connected,
intelligent world.

**Copyright©2018 Huawei Technologies Co., Ltd.
All Rights Reserved.**

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

Jaime Andrés Herrera Restrepo.
Product Manager.
Colombia Digital Power Business Dept.
Email: jaime.herrera@huawei.com



Fusionsolar
Making the Most of Every Ray

