



Estrategia FV para Cuba : primera parte.

DR.C. DANIEL STOLIK

9 NOVIEMBRE 2020

SINTESIS DE OPORTUNIDADES Y BARRERAS.

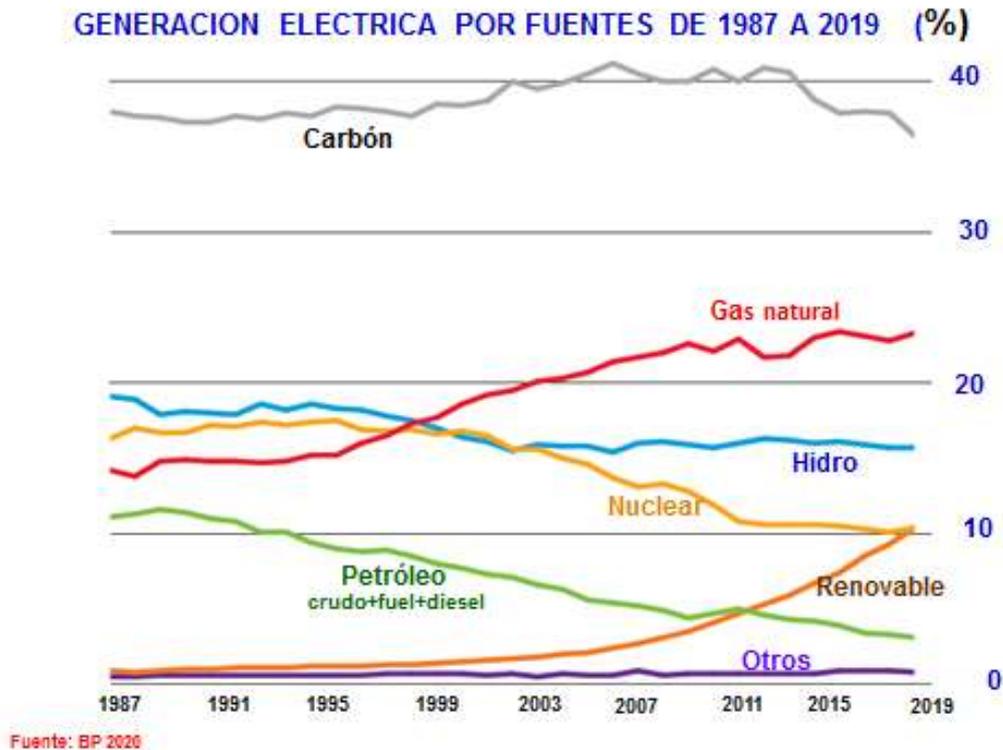
- Las oportunidades para desarrollar la energía FV en Cuba están dadas por:
- Buen nivel de potencial y radiación solar en todo el archipiélago.
- Diversas ventajas propias de la energía FV.
- Gran desarrollo FV mundial tecnológico alcanzado.
- Alto nivel de economía de escala.
- Disminución de los costos FV.
- Aumento de la eficiencias FV.
- Aumento de la penetración – integración.
- Creciente volumen de instalaciones en muchos países.
- Variedad de mejores prácticas e innovaciones.
- Liderazgo de producciones FV de China.
- Existencia de Centros y especialistas en Cuba.
- Posibilidad de encadenamientos FV.
- Aumento de las instalaciones del MINEM, la UNE.
- Existencia de otras empresas para afrontar el desarrollo FV en el país

Entre otros aspectos.

La barrera más importante es la falta de liquidez monetaria del país para el financiamiento de las instalaciones FV, aspecto complejo que debe tener un cuidadoso análisis integral.

COMPORTAMIENTO MUNDIAL DE LAS FUENTES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

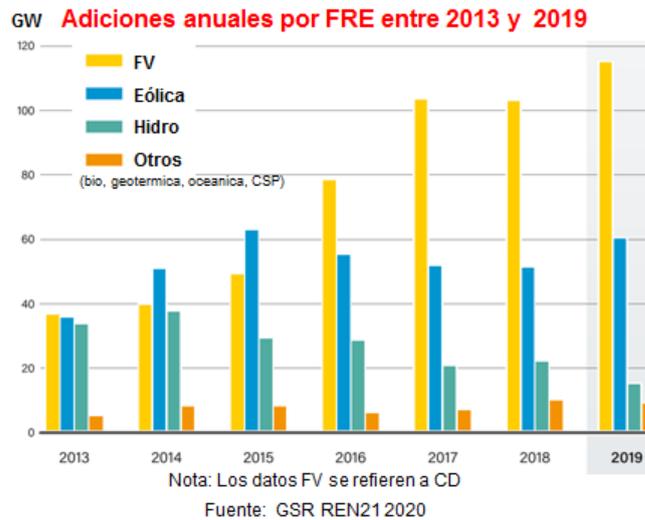
El incremento de las fuentes renovables de energía (FRE) ha sido muy rápido en últimos años.



En 2019 la potencia FV añadida fue la mayor entre todas las fuentes de energía eléctrica.

	2018 GW acumulado	2019 GW acumulado	2019 GW añadido
FRE (incluye hidroenergía)	2 387	2 588	201
FRE (sin hidroenergía)	1 252	1 150	198
Eólica	591	651	60
FV	512	627	115
Bioenergía	131	139	8
Geotérmica	13.2	13.9	0,7
CSP (Solar térmica concentrada)	5.6	6.2	0,6
Marina oceánica	0,5	0,5	0

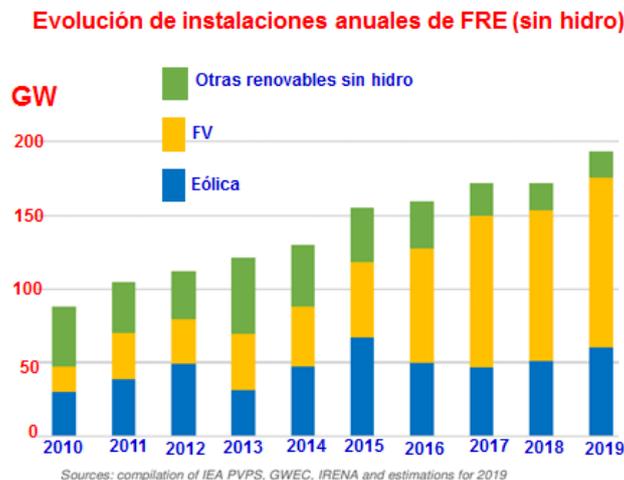
Las instalaciones fósiles más importantes en 2019 fueron de: gas natural con 30 GW y de carbón 18 GW. Las de petróleo (incluye crudo, fuel y diesel) fueron muy pequeñas. Comparación de potencia instalada entre 2013 y 2019 de FV, Eólica, y resto de FRE sin hidro. Nótese como sobresale la FV a partir de 2016.



Sin hidro la potencia añadida en 2019 fue de: 60 % FV, Eólica 32 % , Bioenergías menos del 5 % Otras (Geotérmica, CSP) menos del 1 % y Oceánicas ninguna instalación.

En términos no de potencia (GW) sino de energía (GWh, MWh, kWh) los % de las capacidades de generación se modifican debido a los distintos valores del factor de capacidad (factor de planta), aunque se debe destacar que el elemento más importante de la producción de generación eléctrica por distintas fuentes es el costo del kWh.

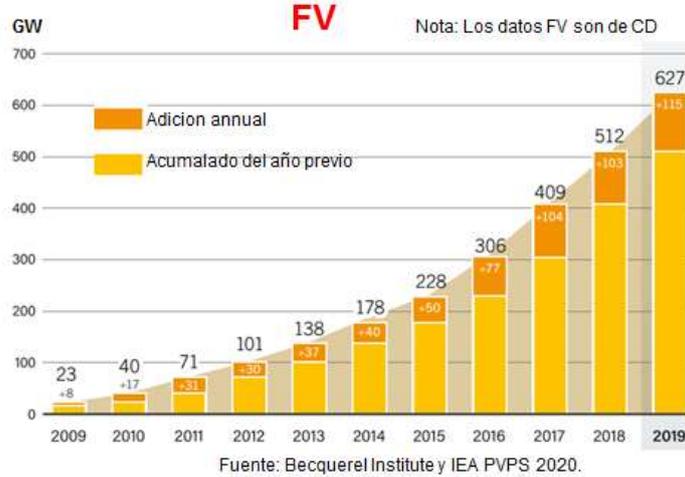
La figura anterior es de REN21 2020, de otras fuentes son coincidentes como la que mostramos a continuación de la IEA, que ha ido cambiando sus primeros criterios sobre los pronósticos FV.



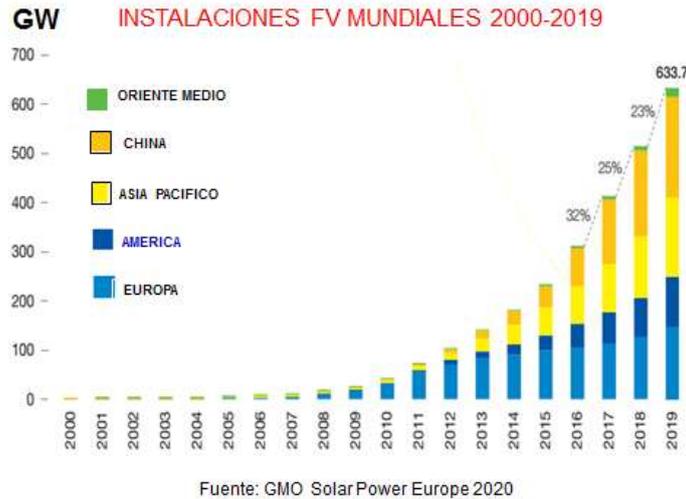
Evolución de las instalaciones anuales y acumuladas FV de 2009 2019

Las instalaciones FV no han dejado de crecer, la primera de 1 MW fue en 1975, en 2009 ya era de unos 23 000 MW en todo el mundo, incremento que ha continuado en forma notable como se muestra en las cinco siguientes figuras, de distintas fuentes, con el las instalaciones de cada año y las acumuladas FV entre 2009 y 2010, por capacidad y regiones:

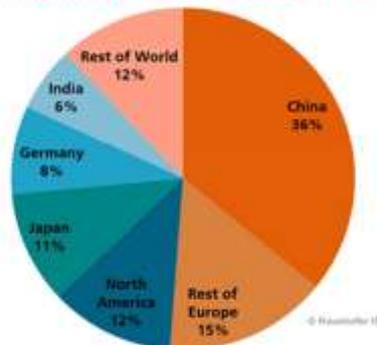
Instalaciones mundiales entre 2009 y 2019



Instalaciones FV acumuladas por regiones entre 2010 y 2019

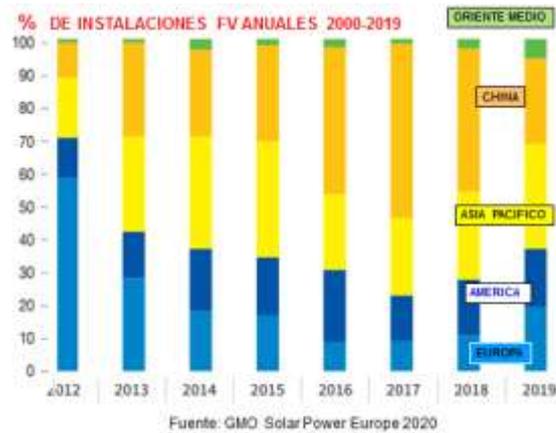


INSTALACION GLOBAL FV MUNDIAL EN 2019

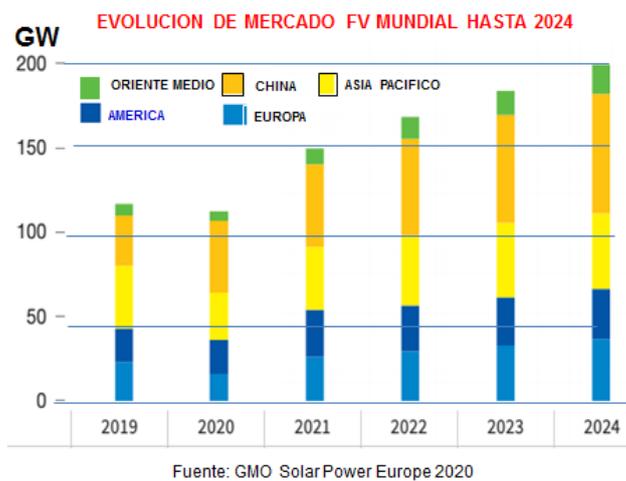


Data: IRENA 2020, Graph PSE Projects GmbH 2020

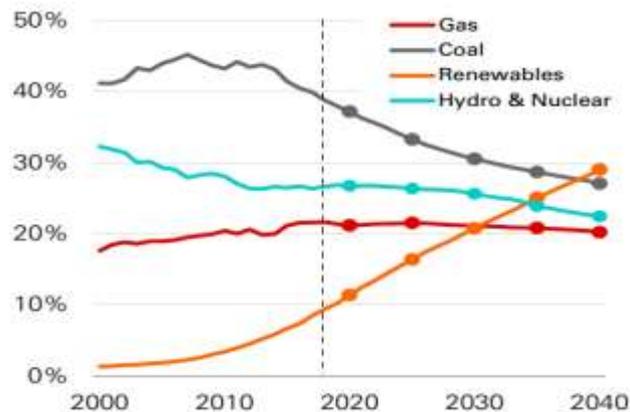
% de instalaciones FV anuales por regiones según Solar Power Europe



Se pronostica mundialmente el aumento aun mayor de las instalaciones FV



Pronostico de generación eléctrica hasta 2040 según petrolera British Petroleum



FUTURO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA SEGÚN FUENTE DE IRENA 2020

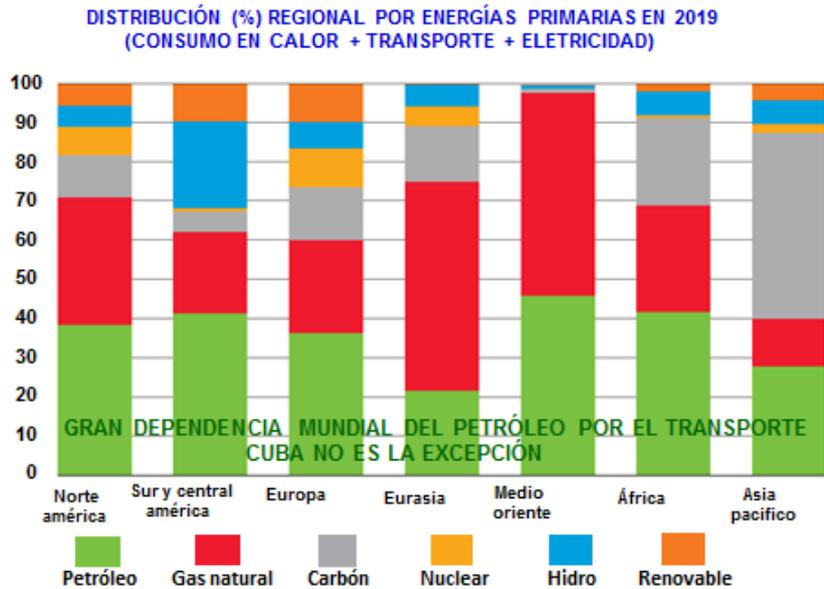
FV	2010	2019	2030	2050
% de FV en matriz mundial	0.2 %	3 %	13 %	25 %
GW de potencia total instalada	39	620	2 480	8 519
GW/año de adición Anual	17	114	270	372
Costo de instalación USD/kWp	4 621	1 100	340 - 834	165 -481

Nótese: Aumentos de: aporte FV al MIX mundial, los GW de potencia a instalar y la disminución de costos de instalación.

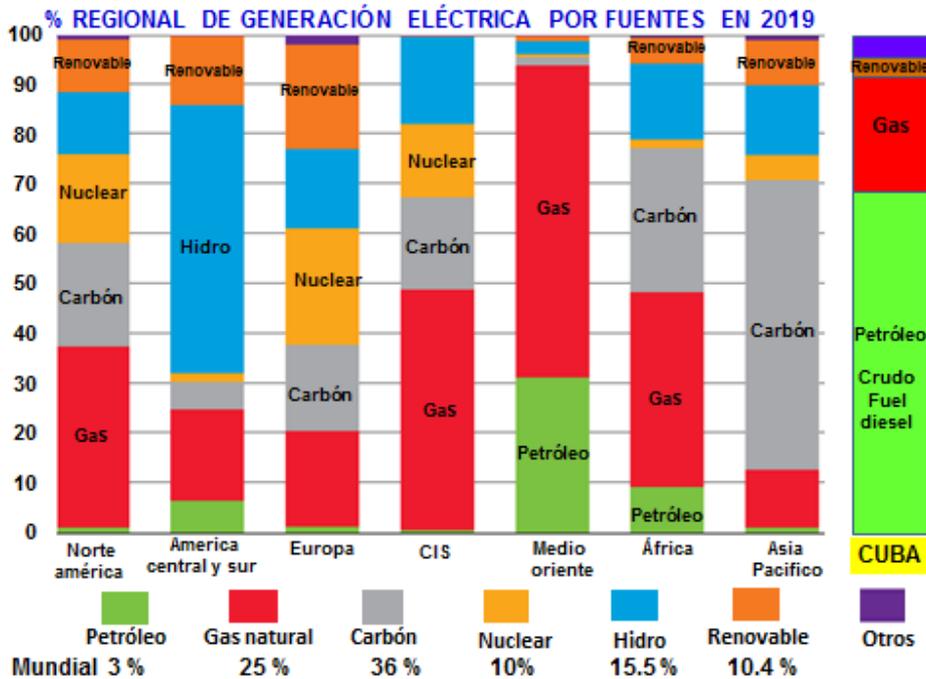
Mientras que los pronósticos de otras empresas líderes son similares a las de IRENA, existe más incertidumbre en los pronósticos de costos de combustibles fósiles a largo plazo.

ESCENARIOS ELÉCTRICOS

La energía primaria se encuentra disponible en la naturaleza antes de ser transformada, como en combustibles fósiles, solar, eólica, geotérmica, hidráulica, biomasa. La energía secundaria se obtiene a partir de la transformación de la energía primaria, para consumo específico: gasolina, electricidad, calor, gasoil, fuel oil, entre otras. La electricidad es fuente de energía secundaria y parte de una problemática energética general. Los combustibles fósiles como fuente primaria se utilizan para producir calor, electricidad y en el transporte. Existe una gran diferencia entre la cantidad de componentes de fuentes para las energías primarias y las secundarias de generación eléctrica, que se muestra en las siguientes figuras.



Nótese como para la energía primaria prevalecen el petróleo y el gas natural, el petróleo debido en variantes más caras diesel y gasolina para el transporte de motores de combustión interna, factor en que la FV también tributa a evitar su consumo a través del crecimiento del transporte eléctrico. Para la generación secundaria eléctrica el comportamiento es el siguiente;



Lo más notable en la estructura de generación mundial de electricidad es la poca utilización de petróleo (crudo, fuel, diesel), que aproximadamente es de un 3 %, mientras que Cuba es uno

de los países del mundo que basa su generación eléctrica mayoritariamente en dichos combustibles fósiles , lo que constituye uno de los motivos por tener un alto costo del kWh generado, con una gran parte importada, lo que también, a diferencia de la energía solar, potencialmente atenta contra soberanía energética del país.

La comparación de los aportes por fuentes primarias y de generación eléctrica es el siguiente:

Energía	Petroleo	Gas	Carbon	Nuclear	Hidro	Removable
Primaria %	33	24	27	4,3	6,4	4.9
Electricidad %	3	23	36	10	15,6	10,4

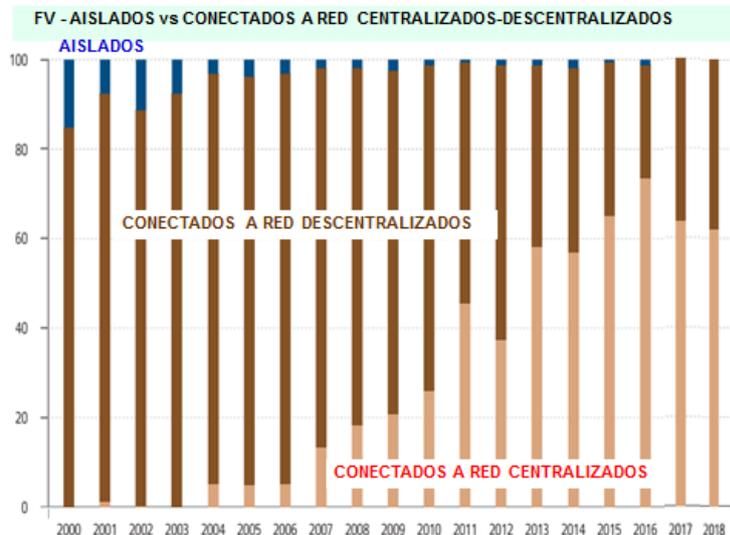
El 84 % del consumo de energía primaria (calor + transporte + electricidad) es fósil , el 33 % petróleo (crudo + fuel + diesel) . Solo el 3 % de la electricidad mundial se genera con petróleo, Cuba es uno de los pocos países que generan su electricidad con petróleo.

GENERACIÓN CENTRALIZADA VS DESCENTRALIZADA.

La generación centralizada es la que se suministra en el 100 % a la red eléctrica, la descentralizada se consume in situ aunque un % puede inyectarse a la red. En Cuba ha sido importante comenzar y continuar con las instalaciones centralizadas de nivel utility, pero también es un buen momento para priorizar instalaciones FV de autoconsumo en industrias y comercios, donde el cliente pasa de ser consumidor a productor + consumidor de electricidad.

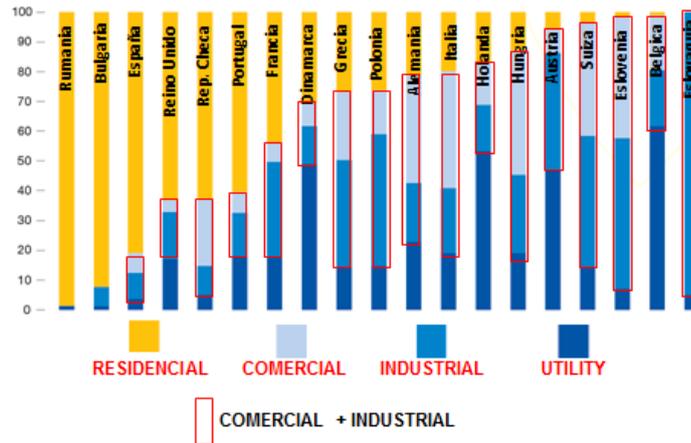
El desarrollo FV comenzó en el cosmos, después en forma distribuida y descentralizada aislada, siguió la conectada a red en el sector residencial descentralizada, posteriormente comenzó el aumento en instalaciones de mayor potencia centralizada en red eléctrica y después del año 2000 comenzó un rápido aumento de las instalaciones de nivel utility centralizadas (con inyección a red del 100 % de la generación FV).

Evolución de instalaciones centralizadas y descentralizadas desde el a 2000



En la figura anterior se muestra como todavía en el año 2000 primaba el % de la FV descentralizada con énfasis en el sector residencial, posteriormente fue aumentando la descentralizada (fundamentalmente por el auge de instalaciones utility) sostenidamente hasta 2015 y a partir del 2016 comenzó un interesante nuevo aumento del % descentralizado debido sobre todo al aporte creciente de las instalaciones de autoconsumo industrial y comercial de potencias mayores que las residenciales. Actualmente la FV se genera y aplica crecientemente en todos los sectores pero con evoluciones y proporciones distintas entre utility, industrial, comercial, social y residencial por países, como se muestra en los ejemplos de Europa.

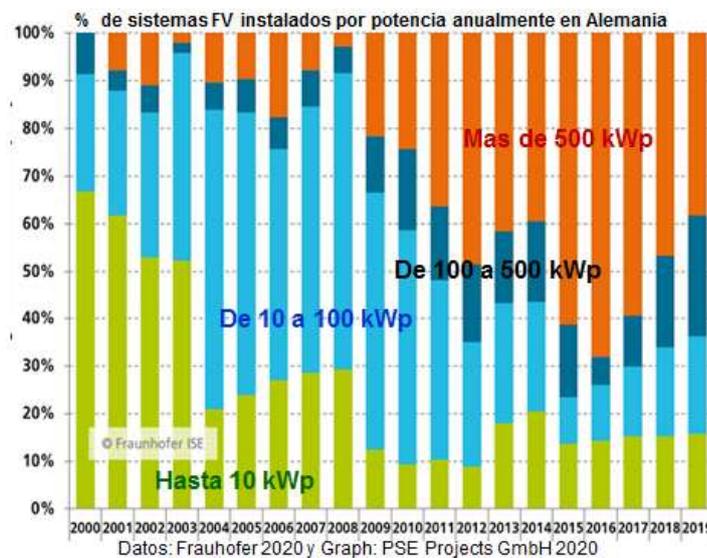
INSTALACIONES FV EN EUROPA HASTA 2018



Por su parte la de nivel utility ha continuado un rápido incremento mundial que se muestra en el siguiente gráfico para instalaciones FV de potencias mayores de 4 MWp .



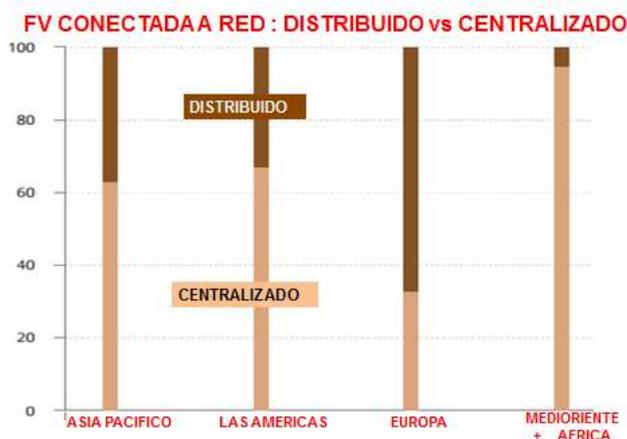
Uno de los países con mejores prácticas FV desde hace más de 30 años es Alemania, que comenzó con el plan de los 1000 techos residenciales en 1990, muy subvencionado y en 4 años se instalaron unos 1400 sistemas, hoy tienen más de 1 500 millones de sistemas FV conectados a red, pero con una distribución por sectores que ha ido cambiando como se muestra en la siguiente figura, que sugiere que no se pueden repetir las experiencias cuando las alternativas se multiplican tanto con el transcurso de los años, como es el caso de la FV.



En Alemania en 2019 el 1 % de las instalaciones en número tenía el 36 % de toda la capacidad FV del país y el 61 % era la de instalaciones menores de 10 kWp por sistema. Este comportamiento es similar al de otros países históricamente paradigmas del sector residencial.

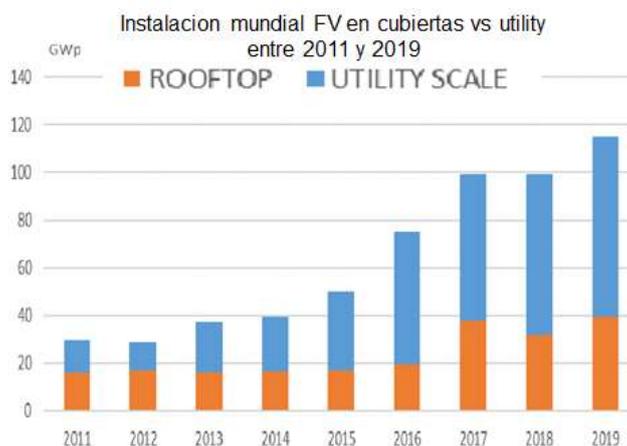
Instalaciones Alemania 2019	Numero en %	Potencia en %
Menos de 10 kWp	61	15
De 10 a 100 kWp	36	34
De 100 a 500 kWp	2	15
Mas de 500 kWp	1	36

La relación porcentual de instalaciones centralizadas vs descentralizadas es muy disímil también por regiones como se muestra a continuación.



Fuente: IEA PVPS 2020

Todos los sectores aumentan en términos absolutos las instalaciones FV.



Fuente IEA PVPS 2020

El número de instalaciones de nivel utility ha aumentado notablemente. en los últimos 10 años :
PAISES CON MAS PLANTAS FV > 4 MWp EN JULIO DE 2019

Pais	Numero	Total MW	MWpor planta	Pais	Numero	Total MW	MWpor planta
China	1 685	68 913	40	Chile	104	3 026	29
EE.UU.	1 724	40 999	24	Brasil	40	2 903	72
India	961	30 227	32	Sur Africa	45	2 341	52
Re.Unido	879	6 649	7	Filipinas	64	1 954	30
Alemania	724	6 012	8	Canada	140	1 953	14
Japón	326	6 074	18	E. A. U,	5	1 776	355
España	253	5 871	23	Italia	181	1 692	9
México	47	5 088	108	Tailandia	118	1 274	11
Vietnam	38	3 423	90	Rusia	96	1 346	14
Francia	508	4 580	9	Turquia	117	1 054	9
Australia	90	5 420	60	Egipto	31	1 607	52

TOTAL: 8 204 PARQUES, 206,2 GW, 25 MW PROMEDIO/PARQUE . FUENTE: WIKISOLAR 2020

En el grafico anterior se muestra que el promedio de potencia por planta FV fue creciendo y en 2019 era de 25 MWp por planta. Para Cuba habíamos recomendado el comienzo por plantas utility pequeñas muy distribuidas con vistas a aplanar la fluctuación de generación FV variable

por la presencia de nubes. Con el paso del tiempo y siguiendo las instalaciones FV en forma distribuida se debe aumentar la potencia de las plantas, aspecto que trataremos mas adelante.

Las instalaciones de aún mayores potencias también fueron aumentando notablemente. El primer parque fue de 1 MW denominado Lugo instalado en EE.UU en 1975, el segundo el Carissa Plain de 5.6 MW en 1985 EE.UU., pero las condiciones y tecnología para grandes parques no estaba suficientemente madura y realmente fue a partir del año 2005 cuando comenzó un rápido incremento, como muestran a continuación los records por año de la potencia de parques FV instalados:

Aumento de las potencias FV records por año.

año	Pais	MWp
2005	Alemania	6.3
2006	Alemania	11.4
2008	España	60
2010	Canada	97
2011	China	200
2012	EE.UU.	290
2014	EE.UU.	550
2015	China	850
2016	China	1 547
2019	India	2 050
2020	India	2 245

Fuente; wikisolar 2020

El número de instalaciones FV aún mayores también ha aumentado notablemente en potencia y por número de países de la forma siguiente: A mediados de 2020 - 68 parques FV poseían entre 200 MW y más de 2 000 MW:

68 parques en 15 países que tienen entre 200 y 2245 MW cada uno

Pais Numero	EE:UU. 28	India 11	China 9	México 3	Brasil 3	Australia 2	EAU 2	España 2
Pais Numero	Ucrania 2	Egipto 1	Vietnam 1	Francia 1	Saudarabia 1	Chile 1	Japón 1	

El promedio es de unos 500 MW por parque FV

La Estrategia FV para Cuba continuara en varias partes de "vitecfv"

Pueden enviar preguntas y criterios a stolik@imre.uh.cu

