



vitecfv # 48. SOBRE FV EN ALEMANIA Y CUBA

DR.C. DANIEL STOLIK

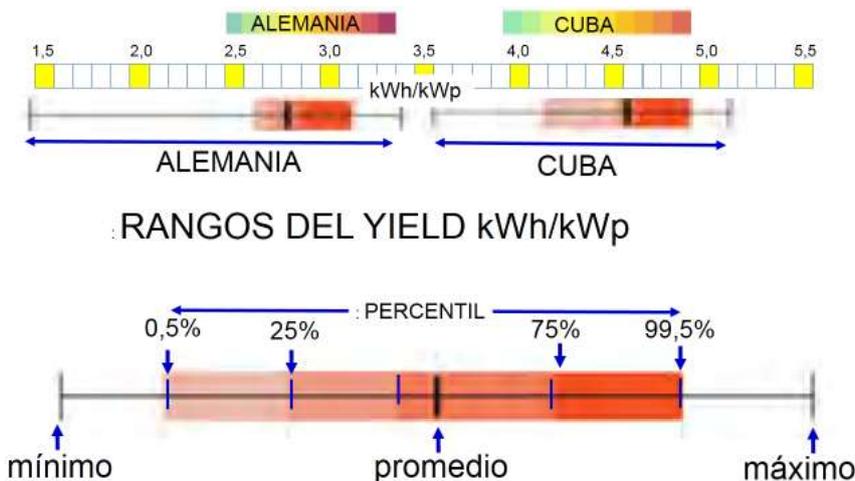
10 AGOSTO 2021

Como hemos insistido en ocasiones anteriores es importante analizar las mejores prácticas FV de otros países, pero teniendo en cuenta las características disímiles, en nuestro caso con Cuba, para definir cuáles son o no son recomendables aplicar. Alemania, que ya ha recorrido un gran desarrollo FV por más de 30 años, es uno de los países para un buen estudio de caso. Son variadas las diferencias, la mayor con Cuba es el camino FV recorrido por Alemania, aspecto fundamental a tener en cuenta para incorporar o desechar.

En vitecfv #31 expusimos características de Alemania: **POBLACIÓN** 82,3 millones hab. Unas 7 veces más que Cuba. **SUPERFICIE**: 351 km². Unas 3 veces más que Cuba. **CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA**: 6 668 kWh/ hab./año, unas 4,4 veces mayor que el de Cuba. **FV ACUMULADAS 2020**: 53 781 MW FV. Cuarto país mundial en potencia FV instalada. **PERCAPITA FV 2020**: 650 Watt/habitante, Cuba 20 y que cuando obtengamos un per cápita FV similar al actual de Alemania habremos alcanzado la instalación de unos 7 350 MW FV.

¿EN QUÉ CUBA SUPERA A ALEMANIA?

El elemento más evidente es el del potencial FV, o sea, los niveles de radiación solar, tanto en magnitud como en distribución geográfica por ser mucho más homogénea. En el siguiente gráfico se demuestra que el potencial (yield kWh/kWp) más bajo de Cuba es mejor que el más alto de Alemania.



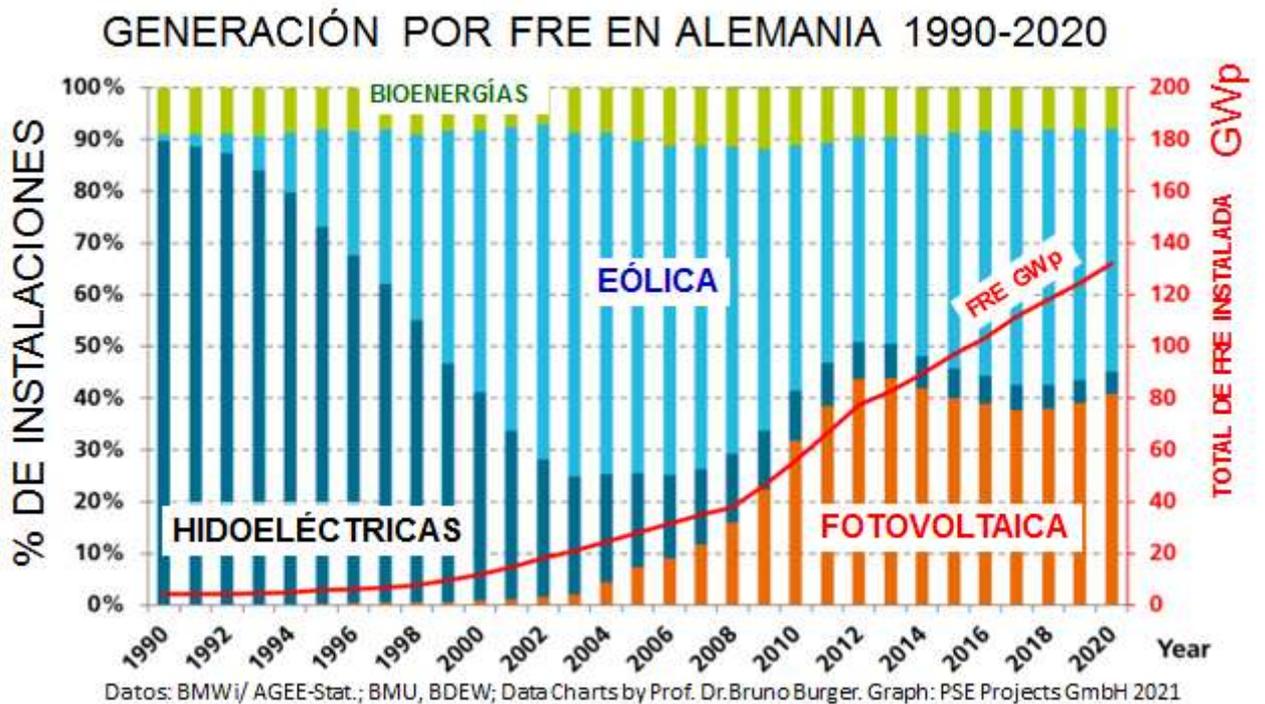
¿POR DONDE COMENZÓ ALEMANIA SU DESARROLLO FV?

El incremento en de las instalaciones FV en 30 años de Alemania fue el siguiente:

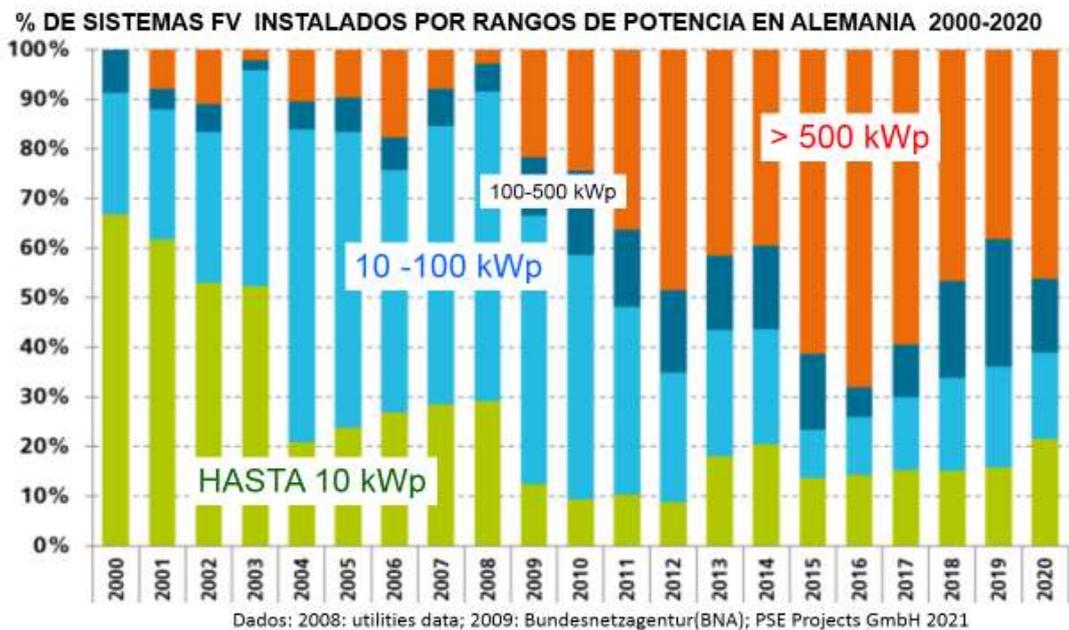
INCREMENTO EN ALEMANIA DE INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 30 AÑOS

año	1992	1996	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
MW	3	10,3	82,4	324	1139	2918	6 153	17 372	32 462	38 200	41 000	49 000	53 000

Como hemos analizado en otras ocasiones, Alemania al igual que EEUU y Japón, comenzaron el desarrollo FV por el sector residencial, pero en la medida que se incrementaban las instalaciones FV paulatinamente fue aumentando el número de instalaciones, la potencia promedio FV y ampliándose en todos los sectores. Desde el punto de vista de distintas FRE, en Alemania al principio predominó la hidroeléctrica y un poco de bioenergía, pero con el transcurso de los años fue cambiando, tal como se muestra en el siguiente gráfico:



La evolución de la distribución promedio por potencia de los sistemas FV fue incrementándose de la siguiente forma:



% DEL NÚMERO DE INSTALACIONES VS % POTENCIA PROMEDIO 2020

kWp	< 10	10 a 100	100 a 500	> 500
% Número de instalaciones	36	61	2	1
% Potencia promedio	33	15	15	37

Alemania tiene actualmente más de 2 millones de instalaciones FV conectadas a red. Con **< 10 kWp** posee 36 % del número total de instalaciones, que generan el 33 % de la electricidad FV, mientras que el 1 % del número de instalaciones FV con **> 500 kWp** genera el 37 % de la FV. Hoy cerca de 900 instalaciones superan cada uno los 4 MWp FV, con promedio de unos 10 MW por instalación, en Alemania a diferencia de otros países, también

líderes FV, no posee parques FV gigantes, el mayor de todos tiene 187 MW FV, mientras que en el mundo más de 70 parques FV superan los 250 MW cada uno y el récord está en India con 2 500 MW FV.

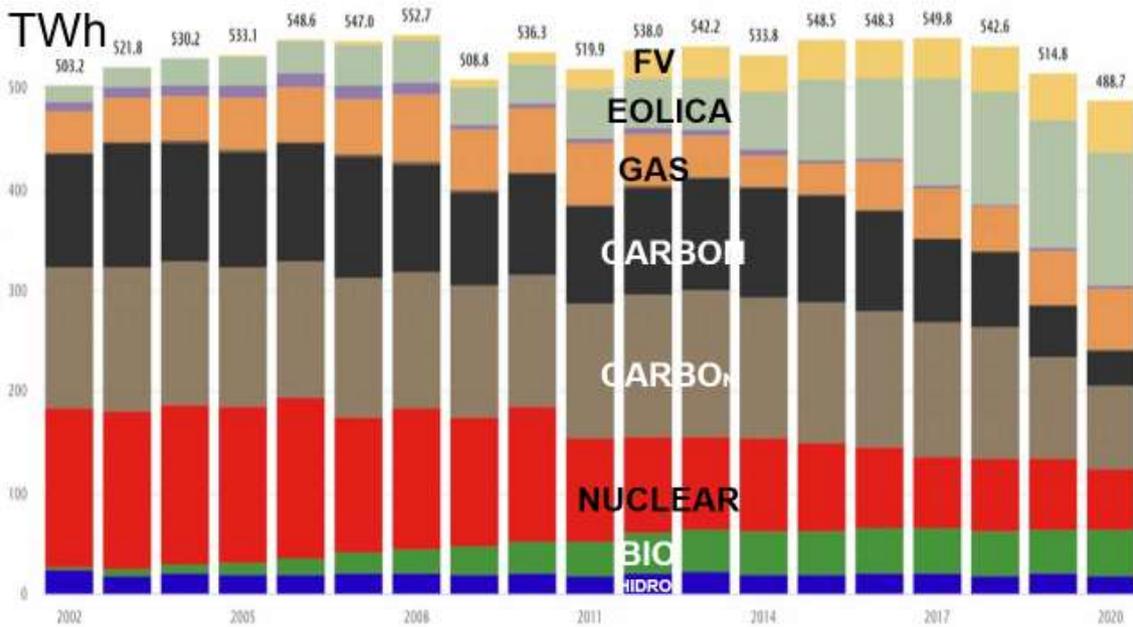
En Cuba al comienzo del desarrollo de los parques FV se aceptó nuestra recomendación, y así ha sido, de hacer una distribución de un mayor número de parques FV entre 1 y 5 MWp diseminados por todo el territorio nacional con el objetivo de aplanar estadísticamente la curva de generación FV. Para posteriormente con el transcurso del tiempo ir aumentando el número de instalaciones, así como el promedio de potencia.

Es importante recalcar que para países como Cuba, que comenzaron mucho después la estrategia FV, no se debe repetir mecánicamente la historia como la de Alemania, u otro país, sino hacer un análisis integral de lecciones aprendidas.

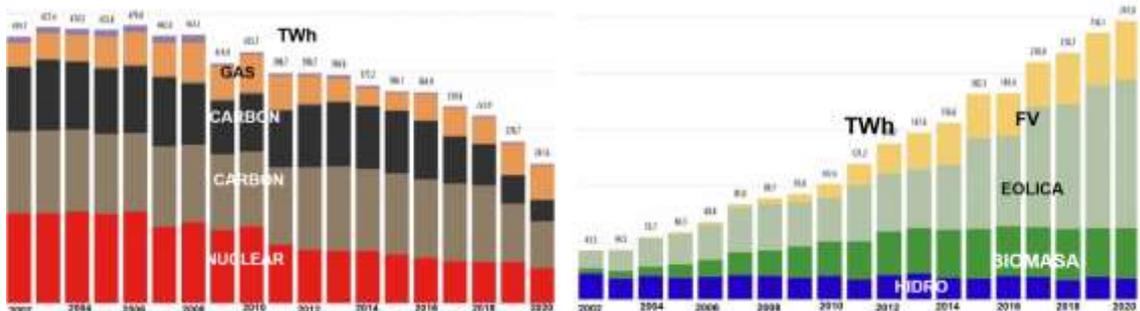
MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ALEMANIA

A la altura del año 2000 Alemania no llegaba a los 100 MW de potencia FV acumulada, la generación de electricidad entonces era en base a carbón, seguido por gas natural y nuclear, la evolución de la matriz eléctrica 2002 – 2020 se muestra a continuación:

MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA ALEMANIA 2002 - 2020



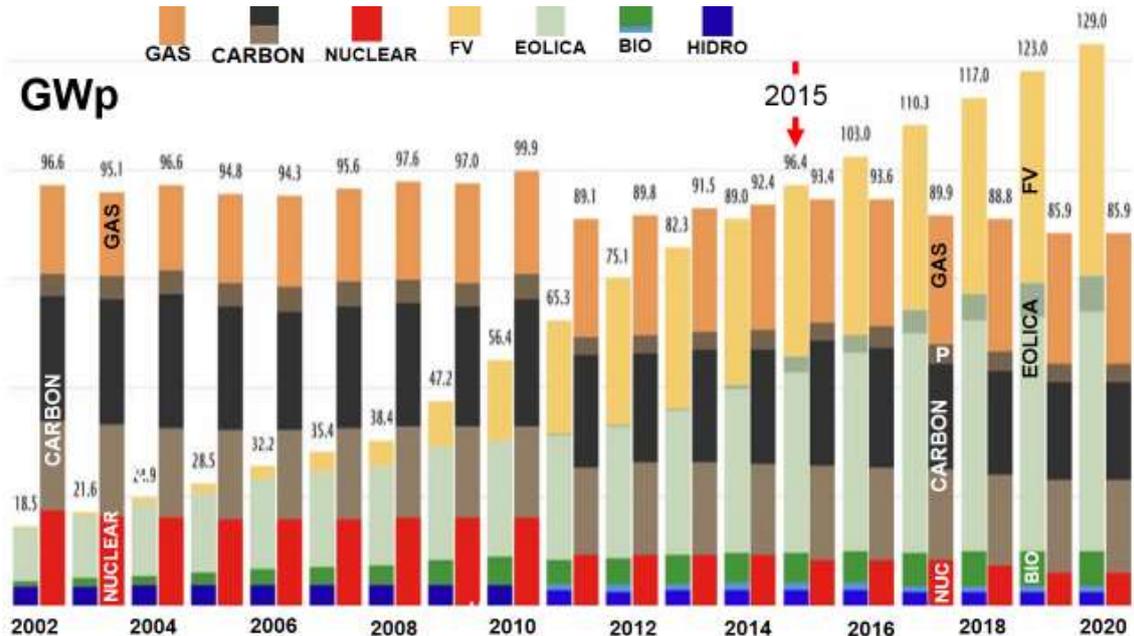
DESGLOSE DEL GRÁFICO ANTERIOR EN:
FÓSIL-NUCLEAR 2002 - 2020 **RENOVABLES 2002 - 2020**



Nótese que durante la década disminuyó la fósil-nuclear y aumentó las de FRE. Alemania no tiene prácticamente generación eléctrica vía petróleo (crudo, fuel y diésel), mientras que Cuba

no tiene nuclear, ni carbón, pero casi todo es petróleo, por lo que son dos situaciones distintas que requieren medidas diferenciadas específicas.

POTENCIA ANUAL INSTALADA 2002 – 2020



Las FRE fueron alcanzando la fósil-nuclear, en 2015 la FRE fue mayor ese año pero el acumulado seguía siendo menor, situación que se reversionó en 2020 año en que las FRE generaron el 50,5% de la electricidad en Alemania.

MATRIZ ELÉCTRICA DE ALEMANIA EN 2020



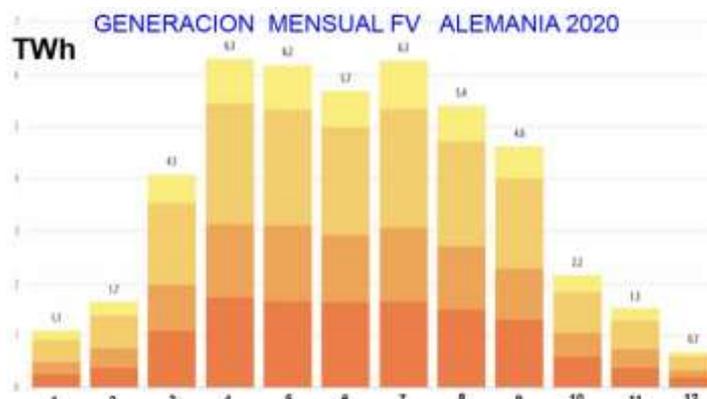
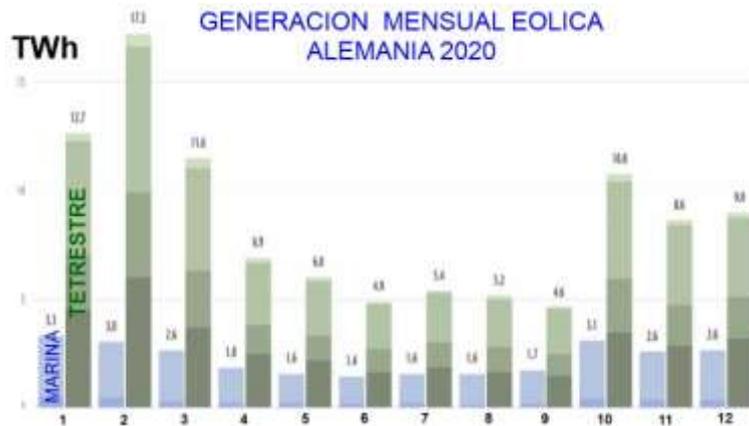
Alemania aunque cada año disminuye la generación eléctrica vía carbón (con dos variantes Brown y hard), todavía en 2020 es la segunda fuente, después de la eólica, en generación eléctrica. Una lección aprendida en Alemania es el resultado de aumentar sostenidamente cada año las FRE, mientras disminuye la fósil, tarea aún pendiente en Cuba.

EÓLICA + FV

La transición energética de Alemania contempla un aporte mayor de la eólica y la FV para cumplir con el objetivo NetZero 2050 de Alemania. Es importante señalar que Alemania se plantea el aporte de fuentes de almacenamiento diferido de electricidad, después de aumentar notablemente las instalaciones eólicas y fotovoltaicas, con más de 180 TWh generada entre las dos en 2020. Pero al mismo tiempo continúa explotando al máximo, las posibilidades de la generación instantánea.

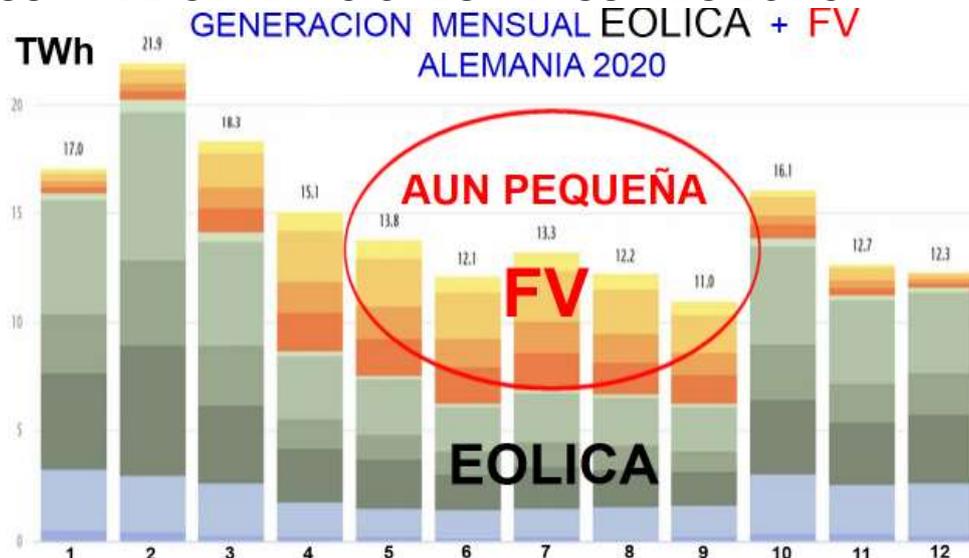
COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

EÓLICA Y FV



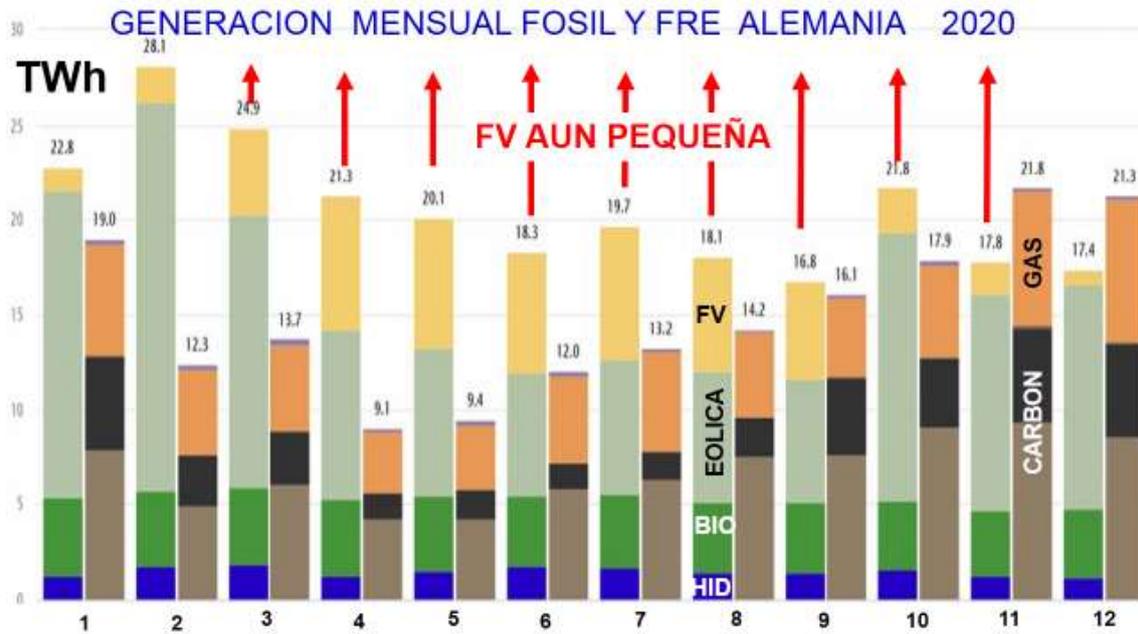
Como es sabido, ambas fuentes tienen intermitencias, que tienen soluciones, unas con la utilización de fuentes de consumo instantáneo, las que realmente componen el mayor % de la generación tanto eólica como FV y otras mediante consumo diferido (almacenamiento), que va aumentando su necesidad en la medida que se incrementan sensiblemente las instalaciones de ambas. Una de las formas de paliar la intermitencia es cuando hay probabilidad de combinar en forma instantánea generación eléctrica de distintas FRE, como se plantea en Alemania entre la eólica y la FV, aunque está claro depende de la distribución horaria y geográfica de cada FRE.

SUMA DE GENERACIONES MENSUALES EÓLICA Y FV



En Alemania se produce una gran complementación, donde se hace evidente la reserva que tiene la FV de aumentar las instalaciones para la generación eléctrica diurna. Esto es un gran ejemplo de búsqueda de complementaciones entre FRE, que por supuesto depende de las posibilidades y características específicas de cada país.

Pero además las posibilidades no solo están en la combinación entre FRE, sino que también pueden participar las fuentes no renovables, sobre todo durante una buen diseño de la transición energética. Como es conocido he defendido la idea de utilizar también los mínimos técnicos de la generación vía crudo en Cuba (ver libro FV para Cuba). Pues bien en un informe de este año de Alemania se plantea en principio esta posibilidad, según se constata en el siguiente gráfico..



En Cuba la estrategia de transición energética debe contemplar el análisis de estas posibilidades.

El vitecfv se está haciendo extenso, en ocasiones próximas continuaremos con los análisis, incluyendo otros países, pero haciendo siempre referencia a barreras y oportunidades para Cuba.

Dr.C Daniel Stolik