



## vitecfv # 11. CUBA, MATRICES DE ENERGIA Y FV.

DR.C. DANIEL STOLIK

13 ENERO 2021

La disminución de costos FV no es un comportamiento de hace pocos años, ha sido sostenido, desde su comienzo en la década de los años 50 del pasado siglo XX, cuyo comportamiento del costo promedio aproximado para los módulos de silicio cristalino, primeramente mono y después poli, es el siguiente:

Año	USD/Watt	Año	USD/ Watt	disminución en 20 años
1956	300	1976	80	> 200 USD/ Watt FV
1977	80	1997	5	75 USD/ Watt FV
1998	5	2018	0.30	≤ 30 centavos USD/ Watt FV

En 2020 0,166 (16,6 centavos de USD/ Watt FV)

En un principio los costos de la celda y los módulos FV constituían la mayor parte del costo de las instalaciones FV, ya que los aportes de inversores, estructuras, cableados, instalación etc. eran comparativamente muy pequeñas, pero eso también fue cambiando, el aporte de la celda FV de silicio cristalino al costo del kWh FV final generado por una gran parte de las instalaciones FV es actualmente menor de un centavo de USD/kWh. Los costos records más bajos del kWh FV son actualmente los siguientes:

COSTOS MÁS BAJOS DEL kWh FV EN  
INSTALACIONES FV DE NIVEL UTILITY

PAIS	centavos USD/kWh	AÑO
PORTUGAL	1,32	2020
UAE	1,35	2020
QUATAR	1,45	2020
PORTUGAL	1,66	2019
BRASIL	1,75	2019
MEXICO	2,06	2017
CHILE	2,15	2017
UAE	2,42	2016
CHILE	2,44	2016

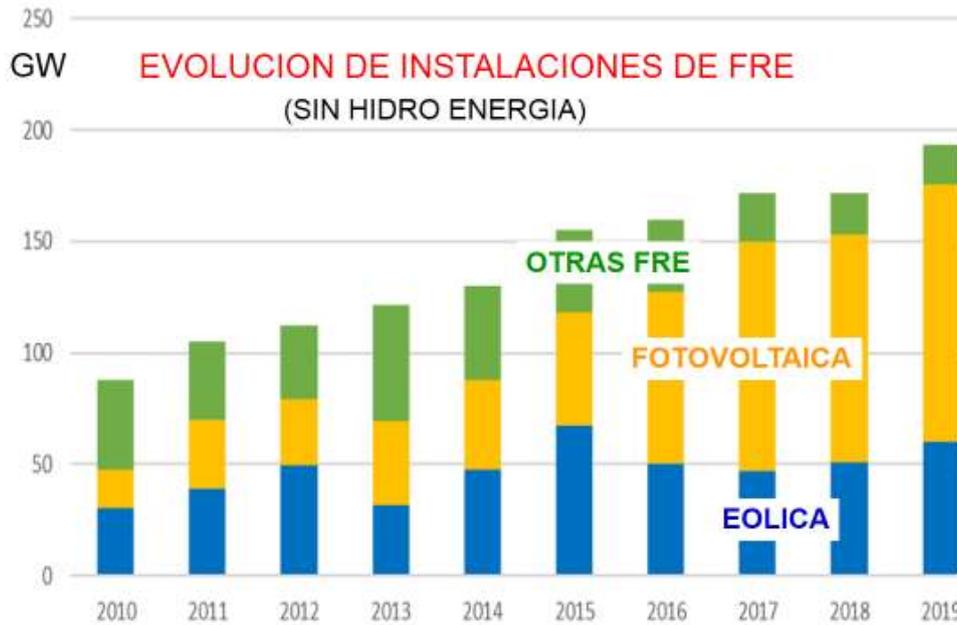
Para Cuba hemos argumentado como podríamos bajar a menos de 5 centavos de USD/kWh FV y tender a 3 o menos en próximos años.

El abaratamiento y la producción en economía de escala produjeron espectaculares incrementos de la producción FV.

### PRODUCCION ANUAL MUNDIAL DE MODULOS FV DE 1993 A 2019

AÑO	MW	AÑO	MW	AÑO	MW	AÑO	MW
1993	52	2000	238	2007	3 978	2014	45 965
1994	-	2001	319	2008	7 050	2015	62 664
1995	56	2002	482	2009	11 261	2016	78 060
1996	-	2003	667	2010	21 400	2017	105 142
1997	100	2004	1 160	2011	36 600	2018	115 973
1998	126	2005	1 532	2012	36 487	2019	140 297
1999	169	2006	2 068	2013	39 869	2020	

La hidro energía ha sido y es la FRE con más generación de energía eléctrica, seguida por la eólica mientras que la FV se ha continuado incrementando, tal como se muestra en la siguiente figura de instalaciones anuales en términos de potencia:



En términos de energía, debido a la diferencia por el factor de planta la participación de generación eléctrica por fuente añadida durante 2019, sin hidro, fue de:

**PRODUCCION DE ELECTRICIDAD DE FRE DURANTE 2019**



Fuente: IEA PVPS, GWEC

El aporte de la generación acumulada, más hidro (suma de lo anterior al 2019 + lo añadido) es el siguiente:

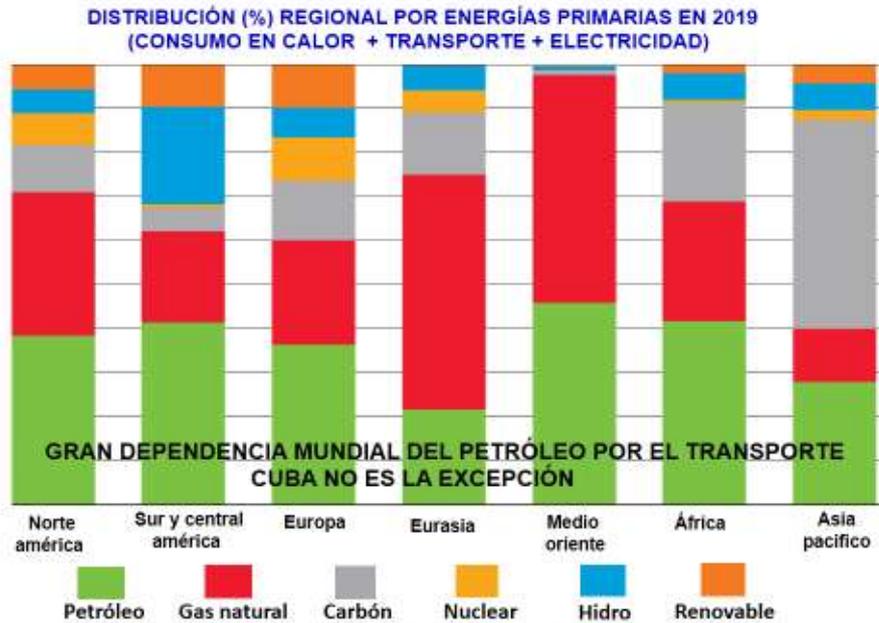
**Hidro 15,9 %, Eólica 5,9 %, FV 2,8 %, Bio 2,2 %, Otros 0,4 %, TOTAL 2019 27,3 %**

Los pronósticos mundiales a largo plazo de crecimiento de la FRE planteadas desde hace varios años son disímiles, pero todas apuntan a una presencia mayor de la eólica y la FV, tendencias expuestas anteriormente (ver en libro Energía FV para Cuba).

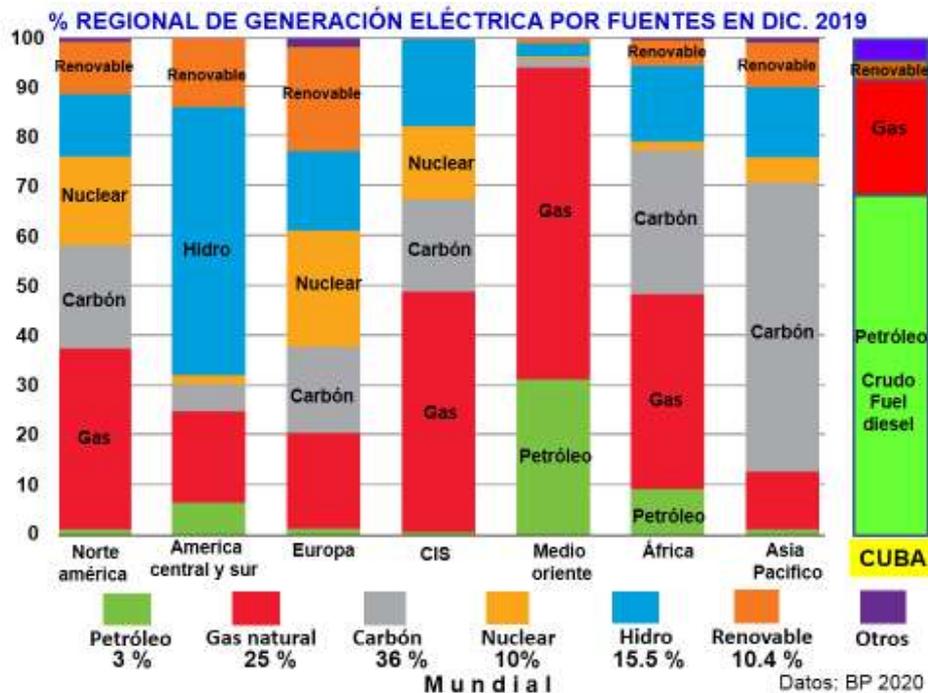
La paridad (costo menor del kWh vs el fósil) FV y Eólica comenzó con el diésel, posteriormente se fue extendiendo este comportamiento y generalizándose al resto los combustibles fósiles, en dependencia del nivel de radiación solar y de la velocidad del viento promedio in situ.

**COMPORTAMIENTO DE LA MATRIZ ELÉCTRICA EN REGIONES VS CUBA.**

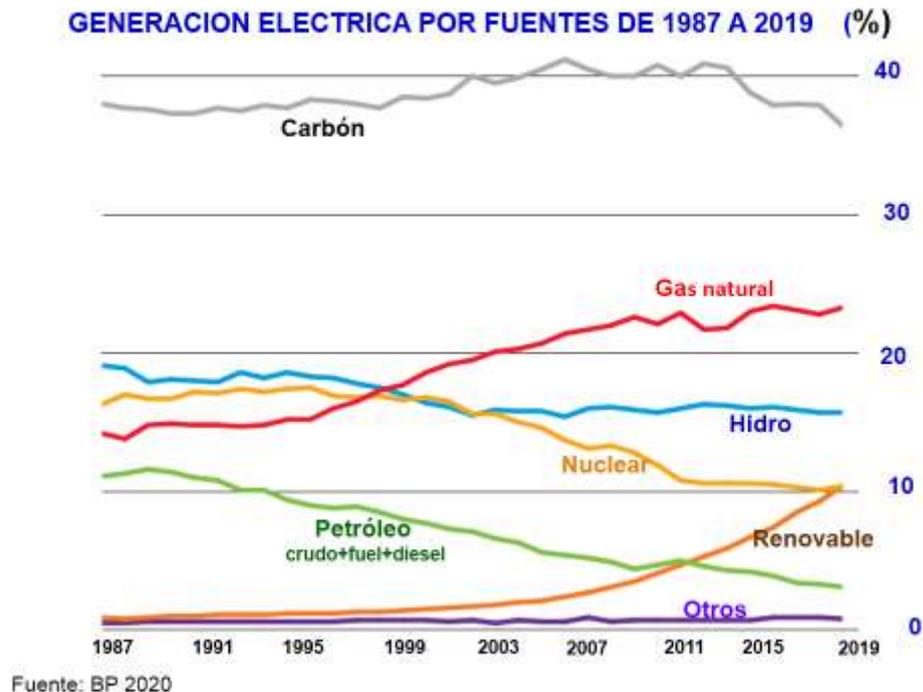
La energía primaria se refiere a todos los tipos de consumos energéticos, como: calor, electricidad, transporte, cuyas matrices energéticas se muestran a continuación:



Las matrices energéticas específicas de generación eléctrica han ido dependiendo menos del petróleo (genérico que incluye los fósiles líquidos: crudo, fuel y diésel)



El propósito de estas comparaciones es demostrar la enorme dependencia de Cuba del petróleo para su generación eléctrica. Nótese que se parece más a la matriz de los países grandes productores de petróleo y gas natural del Medio Oriente, solo que inclusive utilizamos más petróleo y menos gas natural que ellos. Esta es una de las causas del encarecimiento de la generación eléctrica en Cuba.



Mundialmente la generación eléctrica por quema de petróleo (crudo, fuel y diésel) es aproximadamente solo de un 3 %. En la figura anterior (línea verde) se muestra cómo ha ido disminuyendo. El aumento de la renovable (línea naranja) ha sido por la evolución de la eólica más la FV. Podría interpretarse que ese comportamiento va tributando mundial y paulatinamente con buena velocidad a la ansiada y necesaria descarbonización del planeta, pero en realidad para lograr un 100 % de la sustitución de los combustibles fósiles planteadas por muchos países en varias decenas de años, muchas de ellas para 2050, es necesario multiplicar por lo menos 3 veces las instalaciones anuales de FRE, con énfasis en la eólica y la FV.

En la vitecfv # 10 mostramos, que los niveles de penetración de la FV en Cuba son todavía muy pobres comparados con otros países, además que el desarrollo industrial y agrícola del país requerirá, aunque logremos una buena eficiencia energética, mayores consumos energía eléctrica.

Lograr solo un 24 % de generación eléctrica por FRE para el 2030 no tributa a una disminución de la utilización de combustibles fósiles al respecto, es un enorme reto, que ya no es tanto de carácter tecnológico, sino financiero, sobre lo cual continuaremos abundando en próximas vitecfv.

Por su parte la FV, con las oportunidades, ventajas y potenciales que tienen en el país, puede brindar un gran aporte, con la combinación de la generación centralizada + descentralizada, utilizando la flexibilidad de las plantas térmicas, las posibilidades de utilizar el mínimo técnico de las de crudo nacional en función del pico eléctrico fatal vespertino nocturno, el desarrollo FV en todos los sectores (utility, industrial, comercial, social y residencial), la correspondencia carga - radiación solar, el autoconsumo FV, el aumento paulatino del almacenamiento, entre otros factores (ver argumentos y análisis en Energía FV para Cuba, que acaba de obtener premio nacional a la crítica C-T otorgado por el Instituto del Libro).

Realmente ya pasó el tiempo y el proceso de convencimiento que la energía FV es buena y muy necesaria, que se ha impuesto, aunque más bien debido a la disminución de sus costos, que por la lucha llevada a cabo para el muy necesario cuidado del medio ambiente y la mitigación del calentamiento global.

La sustitución de los combustibles fósiles es un proceso largo y paulatino que depende de las características de cada País, entre otros aspectos. Para Cuba es necesario precisar aún más: que hacer, como, cuando, rutas críticas, metas, alternativas de financiamientos, entre otros muchos aspectos específicos para llevar a vías de hecho una estrategia integral mayor, conducente a la sustitución de los combustibles fósiles para la generación eléctrica y el transporte al respecto, aspecto que depende de precisar aún más los términos en la política energética del país. Continuaremos abundando al respecto en las próximas vitedfv.

Dr.C. Daniel Stolik  
stolik@imre.uh.cu