

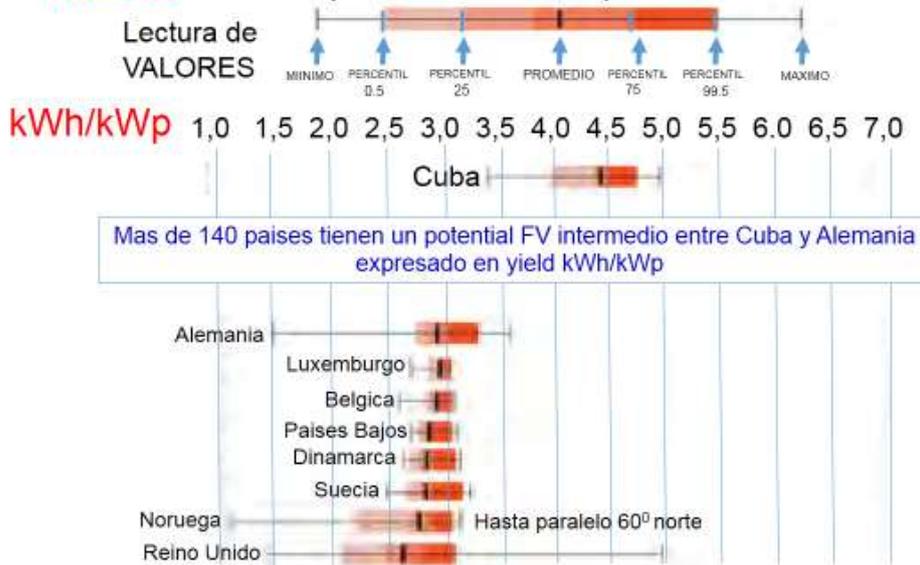
vitecfv # 31. PAÍSES DE MENOR POTENCIAL FV y CUBA

DR.C. DANIEL STOLIK

18 ABRIL 2021

En el # 29 se analiza el comportamiento FV de Australia vs Cuba y en el # 30 el de países insulares. En esta ocasión analizaremos el de los países con menor potencial FV del mundo, en los que puede sorprender, un tanto, la comparación con Cuba. El potencial FV de cualquier país está determinado en primera instancia por el nivel (yield -kWh/kWp) y la distribución geográfica de su radiación solar. Unos más y otros menos, todos los países del planeta cuentan un determinado potencial FV. Entre unos 180 países los de menor potencial FV, que se muestran en orden descendente, son los siguientes: **Alemania, Luxemburgo, Bélgica, Países Bajos, Dinamarca, Suecia, Finlandia, Noruega y Reino Unido.** Con el siguiente yield en comparación con el de Cuba:

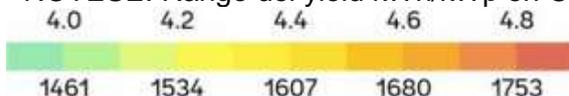
YIELD de Cuba vs países con menor potencial fotovoltaico del mundo



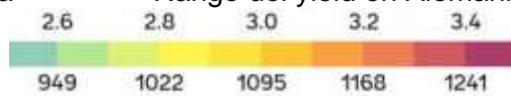
Del referido grupo de menor potencial FV mundial, Alemania es el de mayor yield, donde inclusive el mejor potencial FV que posee es menor que el más bajo de Cuba. Además con una concentración Geográfica hacia el sur, mientras que la de Cuba esta más homogéneamente repartida.



NOTESE: Rango del yield kWh/kWp en Cuba



Rango del yield en Alemania



ALEMANIA

POBLACION 82,3 millones habitantes

Unas 7 veces más que en Cuba

SUPERFICIE: 351 km².

Unas 3 veces más que en Cuba

POTENCIALIDADES POR FUENTES DE ENERGÍA:

Ha dependido de los combustibles fósiles y de la nuclear, pero desarrolla un plan paulatino de sustitución de ambas fuentes de energía en base a las FRE, fundamentalmente eólica y FV. También en la relación a los aportes de FRE están: Hidroeléctrica 8 %, Bioenergía 8 %.

FUENTES RENOVABLES DE ALEMANIA FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
67 421	78 150	83 766	90 325	97 851	104 436	112 514	118 899	125 174	131 739

Eólica acumulada en (MW)

28 712	30 979	33 477	38 614	44 580	49 435	55 580	58 721	60 721	62 184
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 47 % DE LAS FRE

FV acumulada (MW)

25 914	34 075	36 708	37 898	39 222	40 677	42 291	45 156	49 045	53 781
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

LA FV COMPRENDE EL 41 % DE LAS FRE

EÓLICA + FV COMPRENDE EL 88 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 6 668 kWh/ habitante/año.

Varias veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 53 781 MW FV

Cuarto país mundial en potencia FV instalada

PER CÁPITA FV EN 2020: 650 Watt/habitante

Cuando Cuba obtenga un per cápita FV similar al actual de Alemania habrá alcanzado la instalación de unos 7 350 MW FV

LUXEMBURGO

POBLACIÓN 620 000 habitantes

Poco más de la mitad de Cuba

SUPERFICIE: 2 600 km².

Unas 42 veces menor que Cuba

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
139	187	211	225	239	301	318	324	386	451

Eólica acumulada (MW)

45	58	58	58	64	120	120	123	136	166
----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

LA EÓLICA COMPRENDE EL 37 % DE LAS FRE

FV acumulada (MW)

41	75	95	110	116	122	128	131	160	195
----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

LA FV COMPRENDE EL 43 % DE LAS FRE

EÓLICA + FV COMPRENDE EL 80 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 9 400 kWh/ habitante/año.
Más de 6 veces que la de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 195 MW FV
Similar a la de Cuba con 22 veces menos población.

PER CÁPITA FV EN 2020: 311 Watt/habitante
Cuando Cuba obtenga un per cápita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos 3 500 MW FV

BÉLGICA

POBLACIÓN 11, 4 millones habitantes
Similar a la de Cuba

SUPERFICIE: 30 500 km².
3,6 veces más pequeña que Cuba.

POTENCIALIDADES POR FUENTES DE ENERGÍA:
Fundamentalmente: Sol, viento y bioenergía. Gran dependencia de importación de combustibles fósiles.

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4 198	5 122	5 765	5 993	6 363	6 737	7 427	8 262	9 510	11 277

Eólica en acumulada (MW)

1 069	1 370	1 780	1 944	2 176	2 370	2 788	3 268	3 863	4 692
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 41 % DE LAS FRE

FV en acumulada (MW)

1 979	2 647	2 902	3 015	3 132	3 329	3 621	4 000	4 637	5 646
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA FV COMPRENDE EL 50 % DE LAS FRE

EÓLICA + FV EL 91 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 7 100 kWh/ habitante/año.
Varias veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 5 646 MW FV
Con una población similar a la de Cuba y mucho menos sol.

PER CÁPITA FV EN 2020: 491 Watt/habitante
Cuando Cuba obtenga un per capita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos 5 400 MW FV

PAÍSES BAJOS

POBLACIÓN 17,4 millones habitantes
1,5 veces más que Cuba

SUPERFICIE: 41 800 km².
2,6 veces más pequeña que Cuba.

POTENCIALIDADES POR FUENTES DE ENERGÍA:

Fundamentalmente: Sol, viento y bioenergía. Gran dependencia de importación de combustibles fósiles

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO EN DE TODAS LAS FRE

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
3 193	3 473	4 169	4 661	5 738	7 200	7 924	9 867	12 520	17 678

Eólica acumulada (MW)

2 316	2 433	2 713	2 865	3 391	4 257	4 202	4 393	4 484	6 600
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 37 % DE LAS FRE

FV en acumulada (MW)

149	287	650	1 007	1 526	2 135	2 911	4 608	7 177	10 213
-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

LA FV COMPRENDE EL 58 % DE LAS FRE

EÓLICA + FV EL 95 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 6 400 kWh/ habitante/año.

Varias veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 10 213 MW FV

Con vez y media la población de Cuba.

PER CÁPITA FV EN 2020: 586 Watt/habitante

Cuando Cuba obtenga un perca pita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos 6 560 MW FV

DINAMARCA

POBLACIÓN 5,8 millones habitantes

Unas 2 veces menos que en Cuba.

SUPERFICIE: 43 000 km².

2,6 veces más pequeña que Cuba.

POTENCIALIDADES POR FUENTES DE ENERGÍA:

Mayor potencial en eólica

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
5 124	5 949	6 584	6 750	7 109	7 410	8 194	8 894	9 175	9 677

Eólica acumulada (MW)

3 952	4 162	4 819	4 886	5 077	5 245	5 489	6 115	6 103	6 235
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 65 % DE LAS FRE

FV acumulada (MW)

17	402	571	607	782	851	906	998	1 080	1 300
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------

LA FV COMPRENDE EL 13 % DE LAS FRE

Eólica + FV el 78 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 5 780 kWh/ habitante/año.

Varias veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 1 300 MW FV

PER CÁPITA FV EN 2020: 250 Watt/habitante

Cuando Cuba obtenga un per cápita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos **2 800 MW FV**

SUECIA

POBLACIÓN 10,5 millones habitantes

Un poquito menos que Cuba

SUPERFICIE: 450 000 km².

4 veces mayor que Cuba

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
23 469	24 293	24 645	25 528	26 869	27 805	28 179	29 180	31 156	32 883

Eólica acumulada en (MW)

2 764	3 606	4 194	5 088	5 819	6 435	6 611	7 300	8 681	9 688
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 29 % DE LAS FRE

FV acumulada en (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
12	24	43	60	104	153	244	428	714	1 417

LA FV COMPRENDE EL 4 % DE LAS FRE

Eólica + FV el 33 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 12 154 kWh/ habitante/año.

Muchas veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 1417 MW FV

PER CÁPITA FV EN 2020: 135 Watt/habitante.

No obstante depender menos de la FV, cuando Cuba obtenga un perca pita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos **1 512 MW FV**

FINLANDIA

POBLACIÓN 5,5 millones habitantes

La mitad menos de Cuba

SUPERFICIE: 338 000 km².

3 veces mayor que Cuba

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
5 282	5 329	5 632	5 863	6 258	6 862	7 628	7 698	8 006	8 702

Eólica acumulada en (MW)

199	257	447	627	1 005	1 065	2 044	2 041	2 284	2 474
-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 28,4 % DE LAS FRE

FV acumulada en (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
7	8	9	11	17	39	82	140	222	391

LA FV COMPRENDE EL 4,5 % DE LAS FRE

Eólica + FV el 33,5 % DE LAS FRE

Hidroeléctrica acumulada en (MW)

3 196	3 196	3 224	3 248	3 249	3 250	3 272	3 287	3 273	3 241
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 37 % DE LAS FRE

Eólica + FV+ Hidro el 62 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 15 200 kWh/ habitante/año.

Muchas veces mayor que el de Cuba.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020: 70 MW FV

PER CÁPITA FV EN 2020: 135 Watt/habitante.

No obstante depender menos de la FV, cuando Cuba obtenga un perca pita FV similar habrá alcanzado la instalación de unos **1 512 MW FV**

NORUEGA

Un caso particular que cuenta con el 100 % de FRE

POBLACIÓN 5,3 millones habitantes

Dos veces menos que Cuba.

SUPERFICIE: 324 000 km².

Tres veces mayor que Cuba.

FUENTES RENOVABLES FRE 2011 – 2020

TOTAL ACUMULADO DE TODAS LAS FRE (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
30 632	31 365	32 002	32 252	32 394	32 814	33 251	34 396	35 912	37 212

Eólica acumulada (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

LA EÓLICA COMPRENDE EL 10 % DE LAS FRE

FV acumulada (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
10	10	11	13	15	27	45	68	120	152

LA FV COMPRENDE EL 0,4 % DE LAS FRE

Eólica + FV el 11 % DE LAS FRE

NORUEGA DEPENDE MAYORMENTE DE LA HIDROELÉCTRICA COMO FRE QUE SE MUESTRA EN LA SIGUIENTE TABLA

Hidroeléctrica acumulada en Noruega 2011-2020 (MW)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
29 969	30 509	31 033	31 240	31 372	31 817	31 912	32 530	32 797	33 003

LA HIDROELÉCTRICA COMPRENDE EL 88 % DE LAS FRE

CONSUMO DE ELECTRICIDAD PER CÁPITA: 24 500 kWh/ habitante/año.

Una de los mayores de todo el mundo.

INSTALACIONES FV ACUMULADAS EN 2020:

No obstante depender menos de la FV en 2015 tenía 15 MW FV instalados y en el 2020 152 MW.

PER CÁPITA FV EN 2020: 28 Watt/habitante.

Es el per cápita FV más bajo del grupo analizado, no obstante, aunque pequeño para Noruega, cuando Cuba obtenga un per cápita similar habrá alcanzado la instalación de unos **315 MW FV**

COCLUSIÓN

Como habíamos expresado, los ejemplos anteriores son de los países con menos potencial FV del mundo, encaminados en la estrategia de lograr paulatinamente llegar al 100 % de la generación eléctrica por FRE, donde se muestra el papel que está jugando, en la mayoría de estos casos, de menor radiación solar, la eólica, la FV y otras FRE

Al igual que en los ejemplos, mostrados anteriormente, de Australia y de los países insulares, se repiten aspectos que influyen en el parámetro de penetración FV a alcanzar, como:

- Consumo eléctrico (de todo el MIX) mayor que el de Cuba
- Mayor potencia FV por habitante.

¿CABEN PARA CUBA LAS EXPERIENCIAS MOSTRADAS DE LOS PAÍSES CON MENOS POTENCIAL FV?

La respuesta tanto del SI como del NO tienen cabida, con la existencia de varias aristas para analizar con vistas a fertilizar el diseño de una buena estrategia del país para la sustitución paulatina de los combustibles fósiles de acuerdo con nuestras características, por lo que dejo de nuevo aplazado el necesario debate al respecto.

Dr. Daniel Stolik
stolik@imre.uh.cu
danielstoliknov@gmail.com