



## vitecfv # 10. FV en CUBA vs. MUNDIAL

DR.C. DANIEL STOLIK

6 DICIEMBRE 2021

En las vitecfv #2 y #3 se expresaban variadas oportunidades para desarrollar la estrategia de la energía FV en Cuba dadas por las diversas ventajas propias de la energía FV y a partir del comportamiento mundial siguiente:

### **Desarrollo FV tecnológico mundial alcanzado,**

- Niveles de economía de escala.
- Disminución de los costos.
- Aumento de las eficiencias.
- Aumento de la penetración – integración.
- Creciente del volumen de instalaciones en muchos países.
- Variedad de mejores prácticas e innovaciones.
- Liderazgo de producciones FV de China. Entre otros factores.

### **Desde el punto de vista nacional por:**

- Buen nivel de potencial y radiación solar en todo el archipiélago.
- Existencia de buenos centros y aumento de especialistas FV en el país.
- Posibilidad de encadenamientos específicos.
- Infraestructura creciente del MINEM, la UNE y otras empresas para afrontar el desarrollo FV en el país, entre otros aspectos. Entre otros factores.

La FV en Cuba comenzó y sigue desarrollándose, hace unos 7 años se instaló el primer MWp en el parque en Cantarrana de Cienfuegos, al final del 2020 sumaban más de 70 parques distribuidos por todo el país con una potencia total de 204 MWp. En la estrategia nacional se plantea aumentar al máximo los aportes de la energía FV para la sustitución paulatina de los combustibles fósiles.

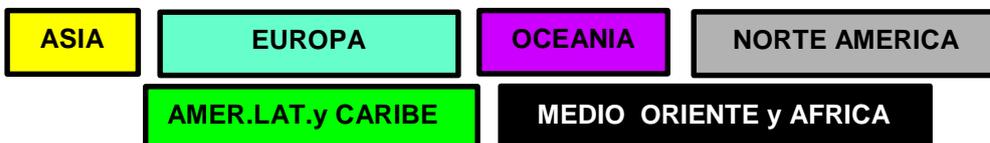
Para definir mejor "a donde llegar" hay que saber bien "que tenemos", y es a eso específicamente que dedicamos este vitecfv#10, sobre todo en comparación con lo que se alcanza a nivel mundial después de un espectacular y sostenido incremento de la energía FV desde que comenzaron sus aplicaciones (ver detalles en "Energía FV para Cuba"). Las comparaciones del comportamiento y las oportunidades de la FV dependen de muchos factores, pero nos referiremos por países específicamente a los niveles de:

- Potencia FV instalada
- Generación de electricidad nacional (MIX).
- Penetración-integración FV.
- Número de habitantes.

Para tener un mejor escenario del nivel FV de lo que tenemos, es necesario también analizar los per capita de potencia FV instalada y los de la energía eléctrica generada entre todas las fuentes. Comenzaremos por la relación del nivel de instalaciones FV por países y posteriormente abordaremos los otros tres parámetros (número de habitantes, Penetración-integración FV (% de energía eléctrica FV generada vs total de energía eléctrica generada por cada país) .

## **INSTALACIONES POR PAISES EN DIC. 2019**

Identificados los países por colores según las regiones:



Primeros 10 países con instalaciones FV acumuladas >10 000 y anual > 3000 kWp:

ACUMULADO			ANUAL		
#	2019	MW FV	2019	MW FV	
1	China	205 000	China	30 100	
2	EEUU	75 000	EEUU	13 300	
3	Japón	62 000	India	9 000	
4	Alemania	49 000	Japón	7 000	
5	India	35 000	Vietnam	4 800	
6	Italia	21 000	España	4 400	
7	Australia	15 000	Alemania	3 900	
8	Reino Unido	13 400	Australia	3 700	
9	Francia	10 570	Ucrania	3 500	
10	Sur Corea	10 500	Corea Sur	3 100	

En la tabla ACUMULADO se muestra el total instalado hasta diciembre 2019, en la ANUAL solo lo instalado durante el año 2019, en cifras aproximadas redondeadas ya que hay diferencias en las distintas fuentes al respecto.

En 2019 los 10 países principales representaron alrededor del 82 % del total mundial acumulado y del 79 % anual.

Con relacional a la adición anual en 2019, en los 10 primeros países había seis de Asia-Pacífico (China, India, Japón, Vietnam, Australia y Corea), tres países europeos (España, Alemania y Ucrania) y de las Américas (EE. UU.).

Europa instaló alrededor de 21 GW, España 4 GW, seguido de Alemania 3,9 GW, Ucrania 3,5 GW, Países Bajos 2,4 GW y Francia 0,9 GW. EEUU aumentó a 13,3 GW. India 9,9 GW, Japón estimada de 7 GW. Otros mercados o contribuyeron significativamente en 2019, como Vietnam 4,8 GW, Australia, con unos 3,7 GW, Corea 3,1 GW, Brasil (2,0 GW), Emiratos AU (2,0 GW), Egipto (1,7 GW), Taiwán (1,4 GW), Israel (1,1 GW), México 1,0 GW, Turquía 0,9 GW.

En 2019 nivel para ingresar a los 10 principales mercados del mundo durante 2019 fue de alrededor de 3,1 GW (Corea), el más alto nivel histórico y el doble del nivel necesario en 2018.

Países con acumulado entre 2 000 y 10 000 MWp FV instalado:

De 5000 a 10 000 MW

11	España	9 000
12	Holanda	6 700
13	Turquía	6 000
14	Ucrania	5 900
15	Viet Nam	5 700

De 2 000 a 5 000 MW

16	Bélgica	4 600
17	México	4 400
18	Taiwán	4 150
19	Brasil	3 900
20	Canadá	3 300
21	Tailandia	3 000
22	Grecia	2 760
23	Chile	2 650
24	Suráfrica	2 560
25	Suiza	2 520
26	Rep Checa	2 070

## Países con acumulados entre 2 000 y 10 000 MWp FV instalado:

## De 1 000 a 2 000 MW

27	EAU	1 800
28	Egipto	1 650
29	Austria	1 580
30	Rumania	1 390
31	Pakistán	1 330
32	Polonia	1 300
33	Hungría	1 280
34	Israel	1 190
35	Bulgaria	1 180
36	Dinamarca	1 080
37	Rusia	1 060

## De 500 a 1 000 MW

38	Jordania	998
39	Filipinas	992
40	Portugal	828
41	Malasia	882
42	Suecia	644
43	Kazajstán	542
44	Honduras	511

## De 200 a 500 MW

45	Eslovaquia	472
46	Argentina	441
47	Algeria	423
48	Irán	367
49	Saudi Arabia	344
50	Perú	341
51	Bangladesh	284
52	Rep Dominicana	279
53	El Salvador	273
54	Singapur	255
55	Yemen	250
56	Uruguay	248
57	Panamá	242
58	Eslovenia	222
59	Sri Lanka	215
60	Finlandia	215
61	Marruecos	206

## Países con acumulados entre 20 y 200 MWp FV instalado:

## De 100 a 200 MW

62	Indonesia	198
63	Reunión	191
64	Puerto Rico	165
65	Cuba	159
66	Bielorusia	157
67	Malta	154
68	Luxemburgo	150
69	Namibia	135
70	Senegal	134
71	Chipre	129
72	Bolivia	120
73	Estonia	107
74	Lituania	103
75	Guatemala	101

## De 50 a 100 MW

76	Cambodia	99
77	Zambia	96
78	Kenya	95
79	Jamaica	1074
80	Colombia	90
81	Noruega	588 842
82	Mongolia	89
83	Mauritania	88
84	Myanmar	88
85	Mauricio	83
86	Uganda	82
87	Guadalupe	81
88	Martinica	71
89	Croacia	69
90	Gana	63
91	Tunes	62
92	Burkina Faso	62
93	Nueva Caledonia	59
94	Libano	56
95	Mozambique	685
96	Nepal	590 527
97	Armenia	50

## De 20 a 50 MW

98	Costa Rica	48
99	Guyana francesa	47
100	Kuwait	43
101	Palestina	43
102	Corea norte	42
103	Ruanda	38
104	Azerbaiyán	37
105	Irak	37
106	Polynesia franc.	36
107	Guam	35
108	Madagascar	33
109	Afganistán	32
110	Barbados	637
111	Ecuador	591 140
112	Nigeria	28
113	Niger	27
114	Macedonia norte	26
115	Tanzania	26
116	Malawi	23
117	Mali	20

## Países con acumulados entre 2 y 20 MWp FV instalado:

118	Congo	19	131	Cabo Verde	8	151	Santa Lucía	4	170	Tuvalu	2
119	Nicaragua	16	132	Costa de Marfil	8	152	Sierra Leona	4	171	Micronesia	2
120	Mayotte	15	133	Antigua Barb.	8	153	Uzbekistán	4	172	Marshall Is	2
121	Maldivas	14	134	Oman	8	154	Moldavia	24	173	Siria	2
122	Samoa	14	135	Surinam	7	155	Guyana	4	174	St Kitts Nevis	2
123	Guinea	13	136	Cook Is	7	156	Montenegro	3	176	Gambia	18
124	Curazao	12	137	BES Islands	7	157	Latvia	3	176	Bahamas	2
125	Eritrea	12	138	Somalia	7	158	Albania	3	177	St Vincent Grd.	2
126	Zimbabue	12	139	Laos PDR	7	159	Trinidad Tob	3	178	Andorra	2
127	Caimán Is	11	140	Kosovo	7	160	Haití	3			
128	Etiopía	11	141	Tonga	6	161	Togo	3			
129	Fiji	10	142	Bahréin	6	162	Montenegro	3			
130	Serbia	10	143	Aruba	6	163	Benín	42			
			144	Belice	297	6	164	Botswana			
			145	Qatar	591 437	5	165	Liberia			
			146	Libia		5	166	Seychelles			
			147	US Virgenes Is		5	167	Solomon Is			
			148	Burundi		5	168	Kiribati			
			149	Samoa Amer.		5	169	Granada			

Otros 15 países tienen instalados 1 MW FV cada uno.

## La FV en 2020

La pandemia afecto mundialmente todas las nuevas instalaciones de generación eléctrica, aunque también afecto la FV, pero tuvo un nivel similar a la del 2019 y fue mucho menor que la de los combustibles fósiles. Aunque todavía no se han informado oficialmente por países las instalaciones FV durante el 2020, muchos países incrementaron sensiblemente las nuevas instalaciones FV durante el 2020, solo como ejemplo mostramos, aproximadamente, la evolución en tres países de nuestra región en los últimos años:

País	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chile	15	22	57	1 125	1 809	2 137	2 650	3 500
México	82	116	173	389	674	2 541	4 427	5 000
Brasil	6	16	27	89	1104	2 078	3 900	7 000

En próximas vitecfv abundaremos en las altas velocidades de instalaciones anuales FV de diversos países.

## Comparación por países

Para situar donde estamos en FV, mostramos a continuación la relación de los siguientes parámetros en 22 países y 3 islas, en orden descendente por % de penetración FV, donde se concentra aproximadamente el 80 % de la instalación FV mundial:

- Superficie (km<sup>2</sup>).
- Capacidad FV (MWp) en 2019.
- Número de habitantes.
- Per capita FV (Watt/hab.) en 2019.
- Penetración FV (%)
- Per cápita de generación de electricidad (kWh/hab.)

### Relación (en orden descendente) de países con más de 3 % de penetración FV

País	Superficie km <sup>2</sup> .	MW FV	Población numero	Watt FV Per capita	Penetración FV %	Electricidad kWh/hab.
Hawái (isla)	28 300	1 398	1 500 000	932	16	7 000
Malta (isla)	316	190	440 000	434	14.8	4 726
Honduras	112 492	511	9 746 000	53	14	786
Alemania	357 580	51 980	83 517 000	622	9.0	6 088
Australia	7 741 220	18 630	25 203 000	740	8.7	9 872
Italia	301 340	21 000	60 550 000	347	7.6	4 715
Japón	377 975	62 000	126 860 000	489	7.6	7 480
Grecia	131 957	2 760	10 474 000	263	8.1	5 286
Reunión (isla)	2 512	190	850 000	223	8.0	-
España	505 370	9 000	46 737 000	193	6.4	4 855
México	1 964 375	5 000	127 576 000	40	3.9	2 054
Chile	756 102	3 238	18 952 000	171	8.5	4 085
India	3 287 263	35 000	1 366 418 000	26	7.5	877
Holanda	41 865	6 700	17 097 000	394	6.1	6 374
Bélgica	30 528	4 600	11 539 000	582	5.7	7 101
Israel	20 770	3 000	8 519 000	353	8.7	6 528
Bulgaria	110 879	1 580	7 000 000	226	3.9	4 502
Turquía	783 562	6 000	83 430 000	72	5.1	2 844
Reino Unido	243 610	13 400	67 530 000	200	4.0	5 749
China	9 596 960	205 000	1 433 784 000	143	3.9	4 018
Suiza	41 277	2 520	8 591 000	296	4.3	7 049
Dinamarca	43 094	1 100	5 772 000	193	3.8	5 864
Chequia	78 867	2 100	10 688 000	196	3.5	5 834
Tailandia	513 120	2 720	69 726	40	3.6	2 736
Corea	100 210	7 862	51 843	151	3.1	9 872
Cuba	109 884	200	11 334 000	18	1.4	1 454

### Un detallado análisis muestra que:

El nivel de instalaciones FV en Cuba ha aumentado pero no obstante, es aún muy pequeño comparado con el de otros países que inclusive tienen muchas potencialidades de otras fuentes de ER que Cuba no tiene, fundamentalmente hidroenergía y geotérmica.

La penetración FV del 3 % en Cuba hacia el 2030 es menor hoy que en muchos países con diferentes:

- desarrollos económicos.
- regiones.
- niveles de electrificación.
- potencia FV instalada.
- dimensión en superficie.
- número de habitantes.
- con y sin interconexiones de electricidad con otros países.
- niveles de radiación solar

El nivel per cápita de consumo eléctrico en Cuba es un factor importante ya que se relaciona con el nivel de penetración, por ejemplo, Honduras aparece con un alto nivel de penetración del 14 % pero debido en parte al poco consumo per cápita de electricidad de 786 kWh/hab al año. El nivel per cápita de consumo eléctrico en Cuba lo hemos abordado en otras oportunidades, recalcamos que es muy bajo comparado con el de la mayoría de los países, con una distribución en Cuba mucho mayor para el sector residencial que para el industrial.

Para tener en un futuro niveles de per capita de consumo de electricidad FV similares a la que **ya muestran hoy** muchos países, el nivel de instalaciones FV debe ser mucho mayor, por ejemplo:

Hoy en:	Watt FV Per capita en 2020	Seria en Cuba en MW FV
Alemania	<b>622</b>	7 153
Australia	<b>740</b>	8 510
Hawaii	<b>932</b>	10 718

**En otras oportunidades hemos abordado integralmente con sugerencias y recomendaciones específicas el difícil aspecto del financiamiento de la FV, que es una barrera real, pero se ha convertido en una especie de fatalismo insalvable, que nos obliga a profundizar en alternativas que se deben seguir abordando, en función de continuar argumentando la necesidad, para un pensamiento país, de aumentar sensiblemente el aporte de la FV, para poder disminuir paulatinamente, hasta su eliminación futura, la quema y la enorme erogación en MLC por importación de combustibles fósiles para la generación de electricidad**

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