



Vitecfv # 7 CUBA Y LA FV CENTRALIZADA + DESCENTRALIZADA

DR.C. DANIEL STOLIK

3 DICIEMBRE 2020

Es importante y necesario desarrollar una estrategia fotovoltaica en Cuba combinando las instalaciones FV en las dos grandes vertientes conectadas a red que se complementan:

- Descentralizadas
- Centralizadas

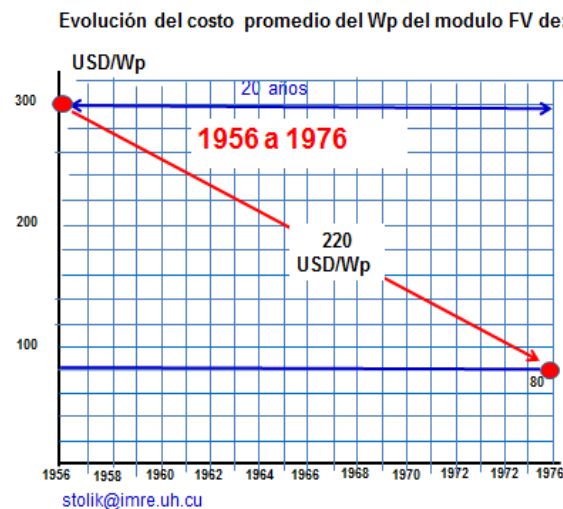
Las descentralizadas son las que se corresponden con el consumo específico in situ, comenzaron siendo remotas - aisladas, después se aplicaron para el autoconsumo eléctrico no conectado a red en el sector residencial, con el desarrollo de la tecnología FV y la conexión de las instalaciones FV a red comenzó también el autoconsumo FV de sistemas de mayor potencia en comercios e industrias.

Las centralizadas fundamentalmente conectadas a red, tributan a través de transmisión y distribución eléctrica a todos los consumidores de la red nacional.

La preponderancia de una sobre otra depende de sus costos, aplicaciones por sectores y características de cada país. Las dos se pueden distribuir geográficamente, las descentralizadas en mayor número de instalaciones pero de menores potencias que deben estar integradas según las condiciones de consumo por los sectores residencial, comercial e industrial. (Ver tema en el capítulo 10 de "Energía fotovoltaica para Cuba").

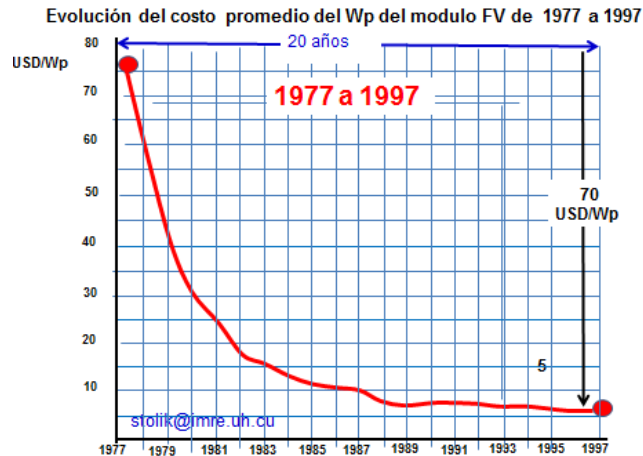
EVOLUCION.

Desde la aparición de la FV predominaron en el mundo las instalaciones FV aisladas – remotas, durante un periodo de 20 años la FV disminuyeron notablemente, los costos de módulos FV por Wp, de unos 300 a aproximadamente 80 USD/Wp, aunque eran todavía extremadamente caras. Al final de dicho periodo la inmensa mayoría eran instalaciones FV aisladas remotas descentralizadas que alcanzaban solamente un total mundial de 1 MW FV.



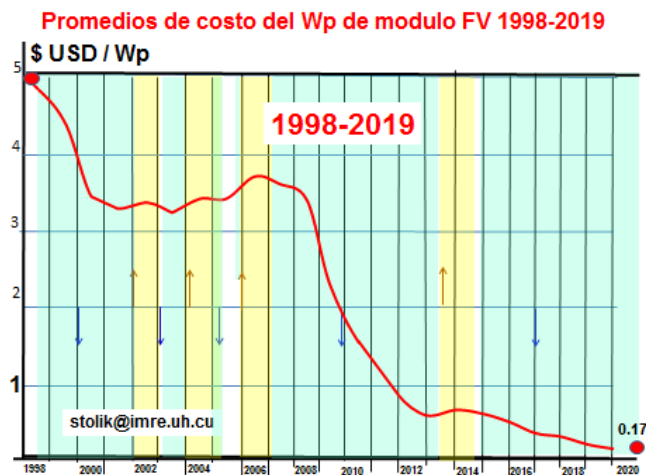
Durante los 20 años posteriores, hasta 1996, continuó la espectacular disminución de los costos de módulos FV en 16 veces, desde unos 80 en 1976 hasta 5 USD/Wp FV

en 1997. La potencia acumulada total instalada mundialmente paso en dichos 20 años de 1 MW FV a unos 300 MW FV.



En este periodo comenzaron las aplicaciones FV descentralizadas conectadas a red, sobre todo en instalaciones de poca potencia en el sector residencial en forma distribuida conectadas o no a red. En la década de los 90 comenzaron en Cuba las instalaciones aisladas en lugares remotos (no conectadas a la red eléctrica).

En el tercer periodo a partir de 1997 continuó el abaratamiento de la tecnología FV, en el mundo la potencia FV instalada conectada a red superaba la remota aislada, convirtiéndose en el motor impulsor de la energía FV. Durante 20 años el Wp de módulo de silicio poli cristalino a puerta de fábrica disminuyó desde alrededor de 5 USD/Wp en 1998 hasta un promedio de 32 centavos de USD/Wp en 2018. Hoy en Diciembre del 2020 el promedio está en cerca de 17 centavos de USD/Wp para los módulos de silicio poli cristalino.



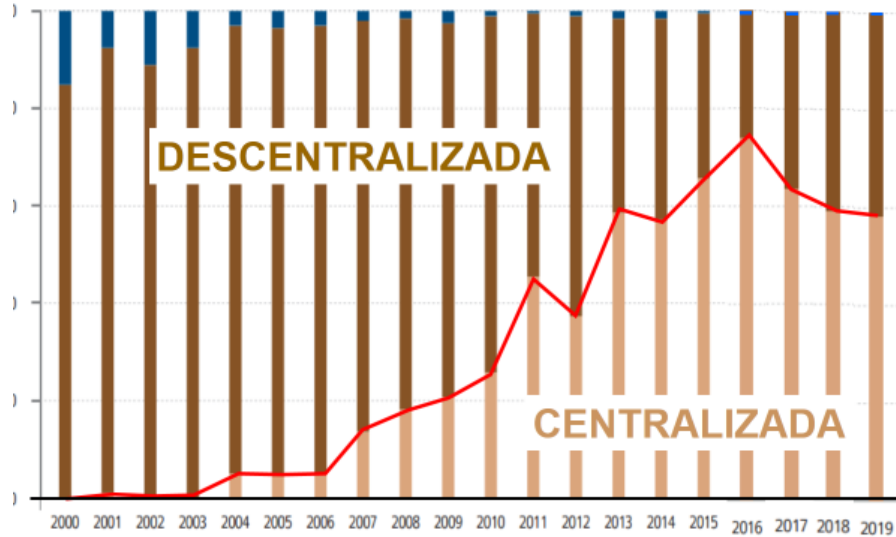
En el anterior grafico están sombreados en amarillo los pocos periodos en que el costo del Wp FV no disminuyó.

Las instalaciones conectadas a red se convirtieron en el motor impulsor del desarrollo FV, lo que a su vez, debido al abaratamiento por economía de escala también continuó beneficiando hasta hoy las instalaciones remotas aisladas no conectadas a la red eléctrica, aunque actualmente es menor de un 3 %.

INSTALACIONES DESCENTRALIZADAS Y CENTRALIZADAS FV.

Comparadas con las aisladas y las descentralizadas, en la primera década del año 2000 comenzó un aumento notable porcentual hasta el año 2016 de la velocidad de instalación de plantas FV centralizadas en instalaciones FV de mayores potencias. A continuación se muestra la relación mundial porcentual entre el año 2000 y 2019.

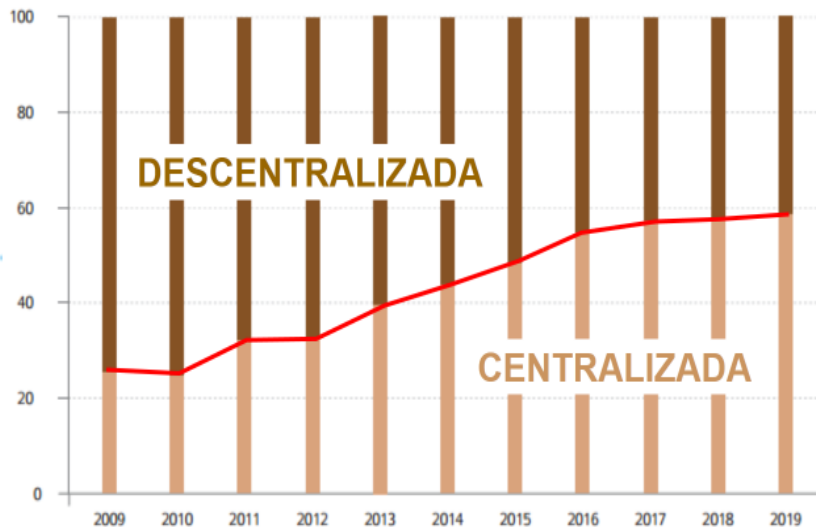
RELACION PORCENTUAL DE INSTALACIONES FV ANUALES
DESCENTRALIZADAS VS CENTRALIZADAS



Realmente en términos absolutos las descentralizadas también aumentaron fuertemente, la potencia total instalada en el año 2000 fue de aproximadamente 1200 MW y de unos 620 000 MW en 2019, o sea, las descentralizadas se incrementaron en más de 500 veces.

Producto del desarrollo de las instalaciones FV distribuidas descentralizadas de autoconsumo en comercios e industrias, a partir del año 2017 comenzó la tendencia hacia una relación porcentual mundial cercana a una tercera parte de las instalaciones descentralizadas y las dos terceras correspondían a las centralizadas. Aspecto que se manifiesta más claramente en la relación porcentual acumulada (diferente al comportamiento anual mostrado anteriormente).

RELACION PORCENTUAL DE INSTALACIONES FV ACUMULADAS
DESCENTRALIZADAS VS CENTRALIZADAS



DISTRIBUCION POR SECTORES Y PAISES

Los costos FV, las disímiles características de los países, entre otros aspectos, fueron definiendo los niveles de instalaciones descentralizadas y centralizadas de la energía FV, en un proceso no de sustitución de alternativas de unas por otras sino de oportunidades que fueron incorporándose. Así algunos pocos países (EEUU, Japón, Alemania, Italia y otros de Europa) comenzaron con lo que se podía hacer en su momento, que era hacer las instalaciones remotas aisladas. Ya con el paso de los años continuaron con el aumento de las instalaciones FV del sector residencial, siguió la paulatina y sostenida incorporación de más países a la utilización de la FV, posteriormente fue sumamente importante las instalaciones conectadas a la red para el desarrollo de la economía de escala FV, seguido del periodo espectacular de las instalaciones centralizadas de nivel utility, por último el aumento de las descentralizadas de autoconsumo FV pero, a diferencia de las residenciales, en sistemas de mayor potencia de los sectores comercial y e industrial. Recalamos que todas estas alternativas enriquecieron las oportunidades de desarrollo de la energía FV, en una ruta crítica diferenciada por países. Veamos algunos ejemplos al respecto: Sombreadas en amarillo las alternativas de mayor potencia, seguidas las de azul y en verde las terceras de menores potencia instaladas.

JAPÓN. Uno de los países que comenzó tempranamente su desarrollo FV:

Japón acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
1992	15	1	2	19
1994	24	5	3	31
2006	89	1 617	3	1 708
2007	90	1 823	6	1 919
2011	103	4741	69	4 914
2019	175	63 000		63 192

En la tabla anterior se denota que en Japón las alternativas de mayores potencias instaladas fueron al principio para las aisladas, seguida de las distribuidas en años posteriores y por último el auge de las centralizadas de nivel utility.

La instalación anual del 2019 en Japón fue la siguiente:

Japón	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
2019 anual	2	1123	5 906	7 031

En 2019 por sectores era: Residencial (< 10 kW) **892 MW**, Comercial (< 50 kW, incluyendo suelo) **2 119 MW**, Industrial (50 kW - 1 MW, incluye suelo) **1 111 MW**, Utility **2 887 MW**.

ITALIA. También de los primeros países en desarrollar las instalaciones FV, en la que se muestra una tendencia similar a la del Japón:

Italia acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
1992	7,8	0,1	0,7	8,6
2002	11,7	3,6	6,7	22,0
2003	11,7	7,6	6,7	26,0
2005	12,3	18,5	6,7	37,5
2007	13,1	68,7	18,3	100,1
2009	13,0	682,6	581,4	1277,0
2010	13,0	1 544,6	2 047,5	3 605,1
2018	-	8 449,1	11 658,5	

En Italia durante 2018 se instalaron **440 MW FV** (anual): Residencial (< 10 kW) 178,1MW FV, Comercial (< 50 kW, incluyendo suelo) **99,5**, Industrial (50 kW - 1 MW, incluyendo suelo) **133 MW**, Utility **29,3** MW

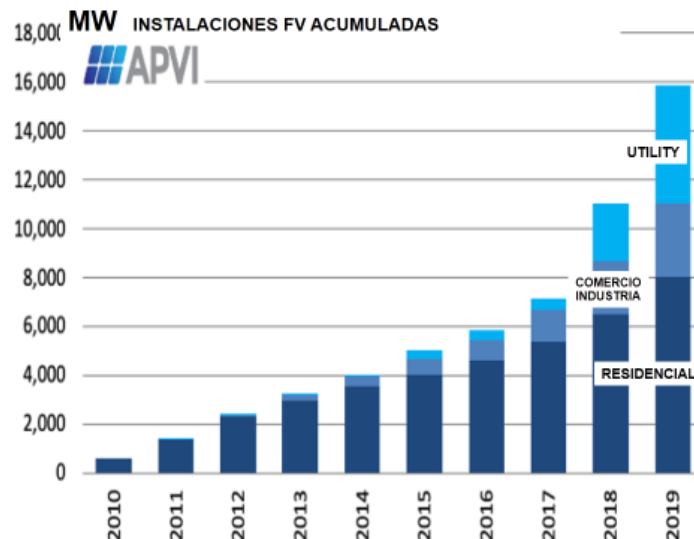
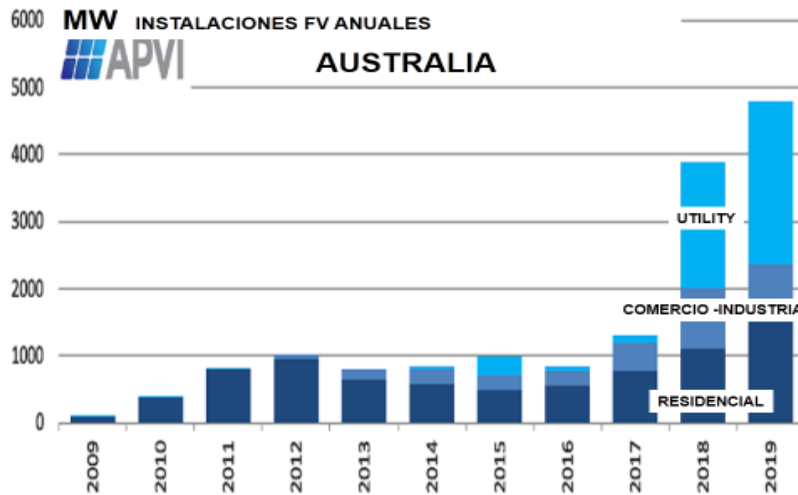
AUSTRALIA. País de unos 25 millones de habitantes, posee el mayor número del mundo de instalaciones FV (más de dos millones) en el sector residencial. Buen nivel de radiación solar y gran incentivo al cliente que paga por factura eléctrica unos 29 centavos de USD por kWh.

Australia acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
1992	7,3	0	0	7,3
1996	15,6	0,1	0	15,7
1997	18,3	0,2	0,2	18,7
2006	60,5	9	0,8	70,3
2011	101	1 268	7,4	1 376
2013	132	3 070	24	3 226
2019	284	10 253	5 783	16 319

Se destaca el aumento de las centralizadas en los últimos años, que en 2019 fue de :

2019 anual	aisladas	Descentralizada	Centralizada	Total MW FV
Australia	25	2 223	2 510	4 758

Auge FV centralizado anual y acumulados en Australia



CHINA. Comenzo un espectacular desarrollo FV, con un gran salto en centralizadas a partir del año 2009.

China anual	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
2001	4,5	0,01	0	4,51
2004	8,8	1,20	0	10
2005	6,4	1,3	0,2	7,9
2008	29,5	10	0,5	40
2009	17,8	34,2	108	160
2019	0	12 200	17 900	30 100

CANADA. País de menos radiación solar que también comenzó con un desarrollo FV temprano:

Canadá 2018 acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
1994	1,3	0,20	0,01	1,51
2008	27,48	5,17	0,06	32,72
2009	35,2	12,25	47,12	94,57
2011	61,05	131,16	366,11	558,29
2018	-	1 088,01	2 007,34	3 095,35

TAILANDIA.

Tailandia acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
2005	22,11	-	1,77	23,88
2010	49,22	-	19,57	49,22
2011	29,88	-	212,28	242,68
2016	33,80	129,68	2 282,64	2 446,12
2018	11,43	598,86	2 827,05	3 437,34

OTROS PAISES CON DESARROLLO FV RECIENTE

ISRAEL

Israel	aisladas	Descentralizada	Centralizada	Total MW FV
2012	-	232	40	272
214	-	284	304	588
218	-	524	831	1 358

Israel durante 2018 instaló: Residencial (< 10 kW) 10 MW FV, Comercial-Industrial (< 50 kW, incluye suelo) 111 MW, Utility 291 MW

MALASIA

Malasia acumulado	aisladas	distribuidas	centralizadas	Total
2012	1,00	10,46	15,83	27,29
2014	1,00	90,75	79,00	170,75
2017	8,90	230,19	88,92	328,01
2018	35,64	302,68	399,42	737,74
2019	41,53	371,12	715,59	1 128,25

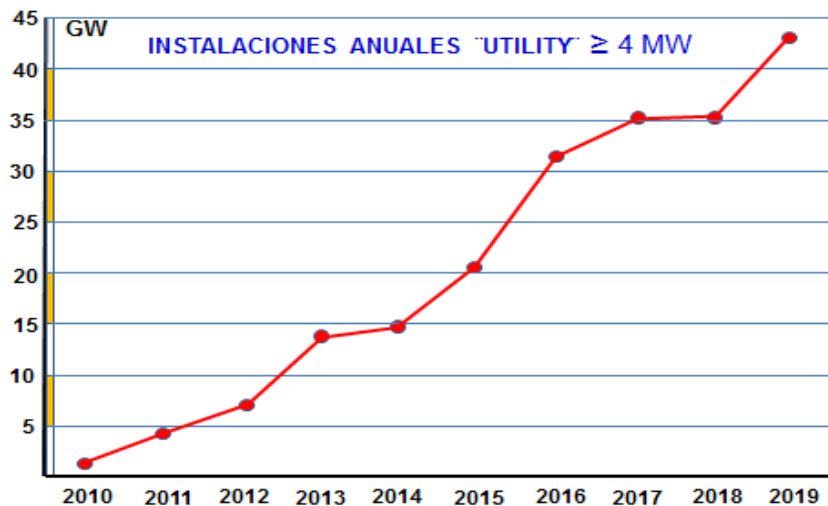
En Malasia:

Durante el año 2019 se instalaron 389,51 MW FV (anual): Aislada **5,89 MW**, Residencial (< 10 kW) **3,25 MW**, Comercial (< 50 kW, incluye suelo) **25,60 MW**, Industrial (50 kW - 1 MW, incluye suelo) **37,81 MW**, Utility **317,67 MW**

En 2019 habían instalados acumulados: Residencial **9,17 MW** en **439** sistemas, Comercial **35,73 MW** FV en **379** sistemas, Industrial y utility **355,76 MW** en **286** sistemas.

PLANTAS FV UTILITY

La potencia de plantas FV que suministran la energía a las empresas eléctricas (denominadas del inglés "utility") son muy diversas. El aumento de estas instalaciones propició que la potencia acumulada (suma de instalaciones anuales) FV de nivel utility, pasara en 5 años para plantas mayores de 4 MW FV, de unos 20 000 MW acumulados en 2014 a más de 200 000 MW. La evolución del incremento anual desde 2010 fue el siguiente:



Las plantas utility en la medida que se multiplican se van convirtiendo también en distribuidas, como se muestra en el siguiente ejemplo de la distribución por países en Julio del 2020, en orden decreciente por potencia total instalada:

Países con más de 4 MW FV/planta.

	Pais	Número de Plantas	Total MW
1	China	1 853	77 571
2	EE.UU.	1 811	45 912
3	India	1 033	34 214
4	España	284	7 248
5	Japón	363	6 864
6	Reino Unido	862	6 295
7	Alemania	761	6 218
8	México	53	5 790
9	Australia	86	5 122
10	Vietnam	79	4 634
11	Francia	507	4 566
12	Brasil	43	3 006
13	Chile	109	2 945

14	Sur Africa	47	2 502
15	Emiratos A. U,	6	2 076
16	Canadá	140	1 953
17	Italia	190	1 832
18	Filipinas	63	1 813
19	Ucrania	35	1 766
20	Egipto	33	1 643
21	Tailandia	127	1 447
22	Rusia	97	1 363
23	Argentina	29	1 327
24	Turquia	141	1 215

Con relación a las instalaciones centralizadas ha sido muy acertada la política en el país de desarrollar mayor número de instalaciones utility dispersas por todo el territorio nacional de parques entre 1 y 5 MWp con el propósito de disminuir las fluctuaciones de radiación solar debido a las sombras provocadas por el paso de nubes.

Después de alcanzar un buen nivel de distribución geográfica de parques FV se sugiere comenzar, también en forma distribuida, aumentar la potencia de las instalaciones utilities. El problema para lograr este aumento no es tanto tecnológico sino de política energética a más largo plazo.

Actualmente en muchos países se logran instalar parques de notables mayores potencias. En diciembre del año 2019 se habían instalado 81 parques FV gigantescos con más de 200 MW cada uno, distribuidos en número de plantas de la siguiente forma:

- 30 plantas entre 200 y 299 MW.
- 5 300 y 399 MW
- 5 400 y 499 MW
- 8 500 y 599 MW
- 3 600 y 699 MW
- 1 700 y 799 MW
- 2 800 y 899 MW
- 3 1000 y 1200 MW
- 3 1500 y 1600 MW
- 1 más de 2000 MW

Distribuidos por países: 27 en EEUU, 10 en China, 9 en India, 3 en Brasil, 2 en México, 2 en Emiratos A. U., 2 en Ucrania y 1 por cada país en: Chile, Japón, Francia, España, Saudí Arabia y Egipto.

61 parques se construyeron en los últimos 8 años: 1 en 2012, 3 en 2013, 3 en 2014, 5 en 2015 - 14 en 2016, 9 en 2017, 11 en 2018 y 13 en 2019.

ESTRATEGIA

En Cuba las instalaciones centralizadas y descentralizadas, deben ser parte de la estrategia de desarrollo FV, a través del aumento de parques centralizados que aporten a baja y media tensión (aunque también en un futuro tener en cuenta las posibilidades del aumento de las potencias con inyección a alta tensión) y por el otro lado por el desarrollo de las instalaciones de autoconsumos descentralizados "behind the meter", en los sectores industrial y comercial, los cuales continúan desarrollándose mundialmente con buen nivel.

No obstante que la FV conectada a red es mundialmente de un 97 %, la economía de escala FV lograda a nivel mundial y la disminución de los costos FV ha propiciado, sobre todo en países con insuficiente cubrimiento de electricidad, el incremento de las instalaciones remotas – aisladas, al respecto la potencia total mundial se incrementó desde 2010 unas 10 veces, desde unos 3 500 MW que paso a más de 30 000 en 2019. En Cuba las necesarias instalaciones FV aislada-remota no conectada a red han tenido un tremendo impacto social en zonas alejadas de la extensa red eléctrica del país, pero la potencia total instalada en Cuba no debe pasar a muy largo plazo de algunas decenas de MW FV.

Como hemos mostrado, las instalaciones por sectores son notablemente disímiles por países. En -Energía FV para Cuba- se sugieren alternativas de estrategia por sectores de corto, mediano y largo plazos, consistente en una estrategia FV de poder tener aproximadamente 3000 MW para el 2030 entre instalaciones centralizadas en parques FV a partir de una primera etapa a la que se le sumaria el desarrollo de las instalaciones FV distribuidas descentralizadas conectadas a red en auto consumo FV, fundamentalmente en los sectores industrial y comercial más con énfasis en los altos consumidores de energía eléctrica (ver más argumentos en-Energía FV para Cuba-)