



## vitecfv # 41 PROPOSICIONES SOBRE LA FV RESIDENCIAL EN CUBA

DR.C. DANIEL STOLIK

30 JUNIO 2021

Es importante que todos los sectores (utility, industrial, comercial, social y residencial) se incorporen al desarrollo FV como aporte a la paulatina soberanía electro energética del país. En esta ocasión abordaremos la problemática en el sector residencial.

Es sumamente necesario incorporar el sector residencial al aporte FV y al desarrollo electro energético del país, con este propósito en el vitecfv # 9 del 29 de diciembre 2020 expusimos la oportunidad que brinda la aplicación de la nueva tarifa eléctrica al respecto. Para que el aporte sea sustancial es necesario que se hagan masivas las instalaciones FV por parte de una parte importante de los aproximadamente 4 millones de clientes de este sector. Recientemente se publicó la posibilidad de adquirir por los clientes residenciales los kits de instalaciones FV, pero con el mayor respeto estimamos que ello exige un replantamiento de los altos costos anunciados para su compra en MLC y disminuirlos sensiblemente para promover el financiamiento por un número mucho mayor de clientes residenciales, además de otros aspectos que abordaremos a continuación.

### COSAS DISTINTAS REQUIEREN SOLUCIONES DISTINTAS.

Con este apotegma ya esbozado por Aristóteles, estimamos que si bien la fórmula de ganancias aplicada a la venta de producto y equipos en MLC es muy necesaria como claramente se ha explicado, recomendamos que no se haga extensiva a la adquisición y montaje de sistemas FV para el sector residencial, por revestir otro carácter, con el objetivo complementario de disminuir y evitar la erogación por importaciones en MLC de combustibles fósiles. Como hemos argumentado en otros vitecfv, la FV en el sector residencial se basa mayoritariamente en el financiamiento de los propios clientes, pero es necesario viabilizar y promover este aporte mediante costos y financiamientos accesibles, inclusive con incentivos estatales convenientes tanto para el cliente como para el país.

### ARGUMENTOS y PROPOSICIONES.

1.- **POTENCIAL MUNDIAL Y NACIONAL.** La FV ha sido una FRE que ha tenido un vertiginoso desarrollo a nivel mundial que se constata en la siguiente tabla y que se ha convertido junto con la eólica en las fuentes de generación eléctrica más baratas, aspecto que se suma al gran potencial FV en los 110 000 km<sup>2</sup> del país.

#### Evolución de costos de FRE entre 2010 y 2020

FRE	COSTO DE INSTALACION USD/kWp		COSTO DEL kWh Centavos USD/kWh	
	2010	2020	2010	2020
<b>FV</b>	4 731	<b>883</b>	38,0	<b>5,7</b>
Eólica tierra	1 971	1 355	8,9	3,9
Eólica mar	4 796	3 185	16,2	6,4
Bioenergía	2 619	2 543	7,6	7,6
Hidroeléctrica	1 269	1 870	3,8	4,4
Geotérmica	2 620	4 468	4,9	7,1

En Cuba el potencial de clientes residenciales por los distintos tramos de la tarifa eléctrica nueva es aproximadamente de un total de 4 millones, de lograrse

paulatinamente, en más largos plazos, llegar a que un 25 % instale sistemas FV, sumaría un millón de clientes con posibilidades de conectarse a red en el país.

2.- **DIVISIÓN DE FINANCIAMIENTOS HARD Y SOFT.** La barrera mayor para el desarrollo FV del país es la falta de liquidez para poder importar en MLC las componentes de los sistemas FV (módulos, inversores etc.). Con vistas de viabilizar los financiamientos, lograr una masividad en las instalaciones FV del sector residencial y disminuir las erogaciones en MLC de combustibles fósiles, proponemos la alternativa que **el cliente financie el costo Hard de las componentes de importación en MLC e instrumentar el incentivo del financiamiento Soft en CUP por el país.** Para los clientes que no cuenten con MLC se pueden invertir los financiamientos, en MLC por el país y en CUP el cliente, pero los montos a sufragar podrían ser distintos a la variante anterior según análisis a realizar al respecto

3.- **COSTOS POR SECTORES.** Los costos de instalaciones FV se diferencian notablemente por sectores, desde los de nivel utility más baratos hasta los residenciales más caros, tal como se muestra en los distintos ejemplos de costos al respecto en USD/kWp (Ind.-Com – Industrial-comercial)

<b>USD/kWp</b>	<b>Módulo + inversor</b>	<b>Costo Hard utility</b>	<b>Costo total utility</b>	<b>Costo Ind.- Com.</b>	<b>Costo total residencial</b>
India	200	420	596	651	658
China	280	400	651	691	746
Alemania	260	440	700	1 136	1 609
España	300	520	761	849	1 397
Italia	300	480	827	1 067	1 357
Francia	280	580	942	1 348	1 840
Corea Sur	320	520	949	1 060	1 196
Australia	310	510	1 061	1 282	1 219
Japón	389	580	1 832	1 717	2 192

En la primera columna están costos del módulo + inversor, la combinación más barata en ambas componentes es de la India con 20 centavos de USD/Wp. En la tabla se identifica en rojo costos hard total utility, en sombreado azul costos total (Hard + Soft), en la 4ta columna costo total utility industrial o comercial, en sombreado amarillo costos totales residencial.

Nótese en la tabla que para muchos países el costo de la componente sola Hard del Utility está entre 400 y 580 kWp, que es en definitiva el segmento que proponemos financiar en MLC por el propio cliente. En el vitec # 40 se muestran 9 países más de Europa con costos total utility entre 700 y 790 USD/kWp y las componentes de los costos Hard entre 360 y 540 USD/kWp. Uno de los retos para Cuba es lograr acercar el costo residencial Hard al del sector utility, tarea compleja que es necesario abordar.

4.- **COMPRA Y DISTRIBUCIÓN DE ECONOMÍA DE ESCALA.** Para acercar los costos residenciales Hard en MLC a los de nivel utility propusimos medidas que expresamos en los vitecfv # 15 sobre COSTOS FV POR SECTORES EN CUBA de Enero 31/ 2021 y #17 COSTOS FV 2021 de feb. 6/2021, como:

- Aprovechar el rango de gran homogeneidad en todo el país del yield (kWh/kWp)
- Realizar las compras de importaciones de componentes en grandes cantidades, no mediante picotillos.
- Hacer un gran esfuerzo financiero para comprar spot a puertas de fábrica .
- Realizar las compras y distribución de componentes en MLC a través de empresas en forma conjunta para todos los sectores.
- Transportar los módulos FV y otros componentes también en conjunto para las instalaciones FV en grandes contenedores para todos los sectores.

- No implementtar ganancias a las compras de módulos, inversores y otros insumos en MLC, o sea, venderlas a precio de costo, la ganancia esta en la compra evitada de combustibles fosiles.
- Entre otros aspectos que se cosideren necesarios.

#### 5.- 600 USD/kWp POR COMPONENTES HARD RESIDENCIAL EN MLC.

De acuerdo con el comportamiento actual de los costos FV y con una adecuada gestión económica, el costo en Cuba de las instalaciones FV en el sector residencial podría estar en unos 1 200 USD/kWp, en algunos países predomina el costo Hard sobre el Soft, en otros el costo Soft es mayor (ver vitezfv # 40). Para Cuba la mayor probabilidad es que el costo Soft (realizado en CUP llevado en términos equivalentes a MLC) sea menor que Hard. Como aproximación para cálculos económicos consideraremos que sean iguales, o sea 600 USD/kWp en MLC y 15 000 CUP/kWp (600 USD equivalentes).

#### 6.- LOS INCENTIVOS CLIENTE Y PAÍS.

Para lograr un gran aporte FV del sector residencial en Cuba debe existir incentivos tanto para el cliente (para la disminución del pago de factura eléctrica), como para el país (por el costo evitado de importación de combustibles fósiles en MLC).

Si el costo de instalación total es de 1 200 USD/kWh, teniendo en cuenta que los costos de O-M FV son los más bajos de todos las fuentes de generación eléctrica y además que la vida útil del sistema FV instalado ha pasado a ser 30 años, el cálculo del costo del kWh FV generado es de 3 centavos USD/kWh. El pago de la mitad por parte del cliente son 1,5 centavos de USD/kWh, o sea 37,5 centavos de CUP/kWh, que resulta un pago menor para todos los tramos de la nueva factura eléctrica (excepto la el primer tramo).

El costo en USD del kWh de electricidad generado por combustibles fósiles para el país es por lo menos de 15 centavos de USD, mientras que el pago en CUP (equivalente a 600 USD/kWp) corresponde a una erogación de ayuda al cliente residencial de solo 1,5 centavos/kWh, mucho menor que el costo evitado en MLC.

#### 7.- ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN A RED.

Nos concentraremos en las variantes siguientes de conexión a red del sector residencial:

1.- FIT-FEED IN TARIFF (TARIFA DE INYECCIÓN), 2.- NB – NET BILLING (FACTURACIÓN NETA). 3.- NM-NET METERING (MEDICIÓN NETA)

1.- FIT-FEED IN TARIFF. Pago por acuerdo mutuo o legal de energía eléctrica inyectada a la red, requiere de dos relojes contadores, uno para dar y otro para recibir, ha sido utilizado en varios países, al principio como promoción de desarrollo FV con pago al cliente mucho más alto que la de la tarifa eléctrica tomada de la red, la que ha disminuyendo con el paso de los años.

2.- NET BILLING. También es de intercambio de dar y recibir electricidad o de autorizar solo a inyectar, los costos pueden se alternativos en función de tarifas acordadas. Es una variante muy cercana al Net Metering pero requiere de dos relojes contadores. Es una variante para el caso de un cliente que inyecta más electricidad de lo que recibe desde la red.

3.- NM-NET METERING. En el acuerdo no media dinero sino energía, a través de un solo reloj bidireccional que rota hacia delante y hacia atrás, en dependencia si se está recibiendo o inyectando electricidad. Estimo que es una buena variante que brinda una buena alternativa cuando el objetivo del cliente es disminuir el pago por tarifa de electricidad consumida desde la red eléctrica para evitar el pago de los tramos superiores de la tarifa eléctrica. Estimo que para empezar es una buena alternativa

para Cuba, que simplifica el procedimiento, por no mediar pago en dinero sino en intercambio de energía, o sea, a igual costo.

## 8.- EL SECTOR RESIDENCIAL EN AYUDA AL INDUSTRIAL.

### CONSUMO DEL SECTOR INDUSTRIAL EN CUBA

Por su gran importancia primeramente analizaremos el comportamiento del consumo de electricidad del sector industrial. En el vitem # 19 de febrero 16 de 2021, de acuerdo con los datos de la Serie del Anuario Estadístico (Capítulo 10 Minería y Energía) de la ONEI, comparamos la generación y consumos de electricidad por sectores entre 2000 y 2019 en Cuba, que recordamos a continuación:

AÑO	GENERACIÓN GWh	CONSUMO ESTATAL GWh	CONSUMO POBLACIÓN GWh	PÉRDIDAS GWh
2000	15 032,2	8 415,5	4 246,1	2 370,6
2019	20 703,2	8 017,7	9 256,9	3 428
DIF.	+ 5 671	- 397.8	+ 5 010.8	+ 1 057.6

En el consumo industrial se incluye el Insumo (electricidad que autoconsumen las plantas fósiles), que no llega a los consumidores externos en todos los sectores.

### EL CONSUMO ESTATAL ESTA DIVIDIDO EN LOS SIGUIENTES SECTORES:

AÑO	INDUSTRIA	CONSTRUCC.	AGROPEC.	TRANSPORTE	COMERCIO	OTROS
2000	4 856,2	57,2	224,7	96,8	345,2	2 835,4
2019	4 873.9	91,9	304,2	288,2	456,6	2 002,9
DIF.	+17.7	+ 34.7	+ 79.5	+ 191.4	+ 111.4	- 832.5

Entre 2000 y 2019 el aumento del consumo ha sido mucho mayor en el sector residencial, comportamiento que por supuesto tributa a un mejor nivel de vida de la población, el problema es otro y radica en el bajo nivel de consumo eléctrico del sector industrial y su evolución para garantizar el desarrollo económico del país. En 20 años, el consumo en el sector industrial disminuyó en 17.7 GWh, no debe haber dudas de la necesidad de aumentar el consumo en el sector industrial, la FV puede tributar a este propósito en forma notable, aspecto que de acuerdo con el análisis integral que realizamos, se relaciona con los argumentos de incrementar sensiblemente la estrategia FV hasta 2030 y a más largo plazo.

### CONSUMO INDUSTRIAL

AÑO	Total industrial	Industrial insumo	Industrial externo
2000	4 856,2	927,5	3 928,7
2019	4 873.9	1 943,8	2 930.1
DIF.	+ 17.7	+ 1016.3	- 998,6

El aparente aumento del sector industrial no es real ya que está incluido el insumo, la disminución del consumo industrial según cálculo de datos del anuario publicado por la ONEI fue de 998.6 GWh entre 2000 y 2019. La pérdidas más los insumos suman un 26 % del total de la generación.

### DIFERENCIA ENTRE GENERACIÓN Y CONSUMO ELÉCTRICO

AÑO	GENERACIÓN	INSUMO	PÉRDIDAS	CONSUMO
2000	15 032,2	927,5	2 370,6	11 734.1
2019	20 703,2	1 943,8	3 428,5	15 330.9
	+ 5 671	+ 1 016.3	+ 1 057.9	+ 3 596.8

### COMPARACIÓN PORCENTUAL RESIDENCIAL VS INDUSTRIAL

En 2018	MUNDIAL	CUBA
RESIDENCIAL	27 %	60 %
INDUSTRIAL	42 %	19 %

El consumo del sector industrial en 2019 fue de un 19 % solamente, el aumento de la FV en las industrias debe plantearse tanto en las existentes como en las de nueva

creación, el desarrollo del turismo también precisa de mayores consumos, a esto se le suma el incremento paulatino y sostenido del desarrollo del transporte eléctrico.

La FV sola no puede resolver el reto, pero puede dar un buen aporte a este propósito, ya que la FV “se pinta” para darle electricidad a las industrias, mucho más barato que el MIX actual entre otras bondades expresadas en otras “Señales FV”.

Los sectores deben tributar todas al desarrollo FV aunque de formas distintas:

- Para el nivel utility mediante financiamiento de presupuesto estatal que se recupera en pocos años y tiende a establecer el autofinanciamiento por costo fósil evitado, sobre todo de importación.
- El aumento del sector industrial debe ser compartido por presupuesto estatal más inversión sectorial, el estatal puede tributar en variantes de incentivos que continuaremos abordando en otras ocasiones.
- El residencial se basa mayoritariamente en la posibilidad del financiamiento de los propios clientes ayudado por los incentivos ya señalados, pero.....

### ¿CÓMO EL SECTOR RESIDENCIAL PUEDE AYUDAR A OTROS SECTORES?

El consumo mayor del sector residencial se produce a las horas vespertinas nocturnas que origina el pico con una fuerte rampa de crecimiento en horas cuando la generación FV se ausenta. Pero los sectores social, comercial y sobre todo industrial son más susceptibles de consumo diurno cuando la generación FV es mayor. El consumo residencial precisa de utilizar generación no FV ya sea instantánea (como plantas flexibles) o diferida (como baterías eléctricas), pero por el día puede producir un exceso que lo inyecta a la red eléctrica y que sería aprovechado por los consumidores diurnos, como los del sector industrial. Este factor unido a la propia generación FV instalada en las industrias contribuye al aplanamiento de la curva de carga.

### CONCLUSIONES.

El consumo de electricidad por unos 4 millones de clientes en el sector residencial es mayor de 9 000 GWh al año, de lograr paulatinamente que un 25 % se incorpore a la instalación FV sincronizados a la red, significa consumir por vía FV cerca de 2 000 GWh de electricidad por aproximadamente un millón de los clientes residenciales, para este objetivo se propone una venta de unos 600 USD/kWp, con un alto monto de costo evitado de fósil importado. Para este propósito se requiere una adecuada instrumentación legal y organización estructural, donde se incluyan instaladores estatales y/o cuentapropistas, con el cumplimiento de las normas de instalación, O-M y también de seguridad, como las de descargas eléctricas, que precisan de anclajes a tierra, los que mayormente no se ha acostumbrado a realizarse en las edificaciones de Cuba.

Sirvan estos argumentos y proposiciones para ser debatidos, fertilizados, perfeccionados, lograr un buen aporte del residencial al desarrollo FV por todos los sectores del país, en función del cambio paulatino de la matriz energética del país y la consecuente eliminación de la enorme erogación de MLC por compra de combustibles fósiles. La opción residencial tributa a la componente distribuida y descentralizada de la generación y el consumo de electricidad que se complementa con las bondades de la centralizada y la presencia de una robusta red eléctrica que transmite el fluido eléctrico prácticamente en forma instantánea.

Dr.C. Daniel Stolik  
[stolik@imre.uh.cu](mailto:stolik@imre.uh.cu) -