

EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN VIVIENDAS DE BUENOS AIRES: ESTUDIO MICROECONÓMICO DE FACTIBILIDAD

USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY IN HOUSEHOLDS IN BUENOS AIRES: FEASIBILITY MICROECONOMIC STUDY

Cintia Martínez ^π

Andrés Poladian ^α

- **RESUMEN:** En Argentina, el uso de energías renovables es aún incipiente y está muy poco desarrollado. Dentro de las energías renovables, la solar fotovoltaica (SFV), es una de las que posee el mayor potencial de integración al ámbito urbano. En Argentina ya se ha sancionado la ley 24.424/17 de promoción del uso de energías renovables, pero tras dos años de su sanción, poco se ha avanzado en esta materia, especialmente en la ciudad de Buenos Aires y conurbano. Sin embargo, el interés de la población por el uso de este tipo de energías va en aumento. En este trabajo nos proponemos hacer un estudio a nivel microeconómico, de factibilidad y financiero, de la instalación de energía solar renovable en un hogar; instalación que contribuiría a dotar de autonomía energética a las familias y paulatinamente, a realizar la necesaria transición del país, de energía de combustibles fósiles a energías renovables.
- **PALABRAS CLAVE:** Economía Personal. Energía solar. Valuación de proyectos.
- **ABSTRACT:** In Argentina the use of renewable energies is recent and yet not so much extended. Within the renewable energies, the photovoltaic solar (SFV) connected to the network, is between the ones that has the greatest potential for integration into the urban environment. Despite the

^π CIE – Facultad de Ciencias Económicas Universidad de Buenos Aires. Argentina. Email: cintiamartinezfed@gmail.com.

^α CIE – Facultad de Ciencias Económicas Universidad de Buenos Aires. Argentina. Email: andrespoladian@gmail.com.

Economía coyuntural, Revista de temas de coyuntura y perspectivas, ISSN 2415-0630 (en línea) ISSN 2415-0622 (impresa), vol. 5 n°2, 33-58, abr-jun 2020.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.3924740>

de autonomía en el establecimiento de los precios energéticos y la transformación radical de la forma en la cual se concibe la generación, uso y consumo de energía (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987).

El Desarrollo Sustentable ha sido definido por el Informe Brundtland (Naciones Unidas, 1987) como aquel que resuelve las necesidades presentes sin comprometer las capacidades de futuras generaciones para cubrir sus necesidades. Se basa en un principio tridimensional de equilibrio entre el sistema ecológico, económico y social. Los tres sistemas resultan así interdependientes en el proceso de desarrollo de la distribución racional de los recursos.

¿Cómo impacta todo esto en Argentina, y en particular, en Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)? Con respecto a los países europeos, Argentina viene muy retrasada en la utilización de energías renovables. Dentro de Argentina, CABA viene muy por detrás con respecto a Patagonia, Mendoza y Noroeste argentino (NOA).

A la vez que se observa un retraso importante en Argentina con respecto al desarrollo, producción y uso de esta energía, paralelamente, la población muestra una concientización e interés creciente por su uso y por el cuidado del medioambiente. Dada la falta o escasez de políticas públicas desde el Estado nacional y en menor medida, desde los provinciales, los ciudadanos no cuentan con información acerca de: si pueden acceder a instalar ese tipo de energías en sus viviendas; y si esta instalación les generaría ahorros económicos en el tiempo con respecto a continuar utilizando los sistemas de energías fósiles actuales. Se observa una falta de información y concientización de la problemática medioambiental, desde el Estado.

Teniendo en cuenta esta inacción por parte del Estado, en este trabajo nos proponemos analizar si un hogar típico de la ciudad podría tener acceso a la utilización de energía solar, realizando una inversión individual; para ello, se realizó primero un análisis de factibilidad técnica de instalación de paneles solares, tomando una vivienda considerada típica como modelo (pues la vivienda en particular debe tener acceso a una cantidad adecuada de insolación durante un mínimo de cantidad de horas del día), seguido de un análisis económico-financiero que incluye cálculo de valores actuales netos, tasa interna de retorno y costos de oportunidad y/o compra con préstamo del Estado para este fin específico; concluyéndose finalmente, acerca de la baja pero no nula, factibilidad de un hogar promedio de acceder a esta inversión sin ayuda estatal, en la ciudad de Buenos Aires.

2. EL MERCADO ELECTRICO ARGENTINO Y LA MATRIZ ENERGETICA

De acuerdo con el informe 2018 de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), la matriz energética argentina está compuesta básicamente por energía térmica (casi un 65%) y por la hidráulica de grandes proyectos (aproximadamente el 30%). El aporte de la energía nuclear no alcanza el 5%, cubriéndose el resto con energía solar y eólica (consideradas de forma integral por este organismo) e importación de energía (Tabla 1). La necesidad de incrementar el aporte de las energías renovables se justifica por una parte por el declive de las actuales reservas fósiles, pero principalmente por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 1. Porcentaje de aporte por tipos de energía ala matriz nacional, año 2017.

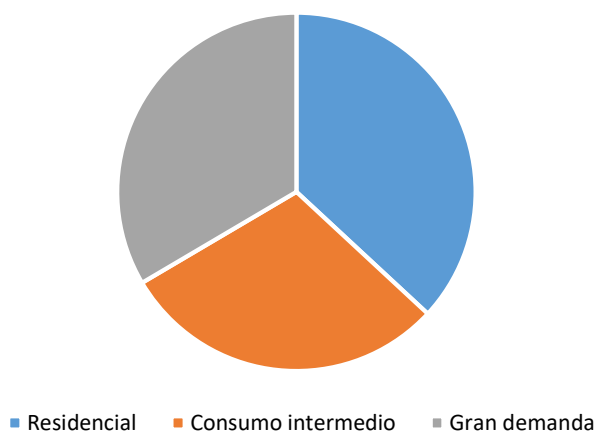
Tipo de energía	GWh	%
Térmica	88.838	64,8
Hidráulica	41.280	30,1
Nuclear	5.716	4,2
Importación	734	0,5
Eólica + solar	632	0,5
Total	137.200	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA, 2018.

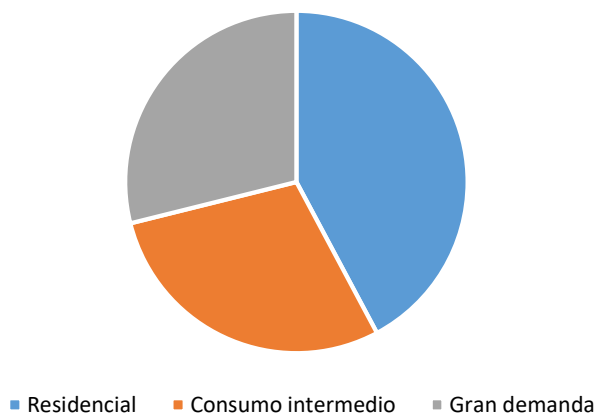
En el gráfico 1 se observa la composición relativa por tipo de usuario, la cual no ha variado demasiado desde el 2008 al 2017. El consumo residencial es el de mayor peso, en el año 2017 representó el 42% del total, siguiendo la incidencia general de los años anteriores (el año 2008 es el más bajo de la serie, con una participación del 37% y el 2016 el más alto con un 43%).

Gráfico 1. Evolución del consumo por tipo de usuario.

Año 2008 – Consumo por tipo de usuario



Año 2017 – Consumo por tipo de usuario



Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA, 2018.

¿Cómo es el desempeño de las distintas regiones en el uso de energías renovables? En el siguiente cuadro podemos apreciar que Patagonia es líder en energía eólica, Cuyo en solar, y Comahue en hidráulica. La zona pampeana (CABA, Gran Buenos Aires o GBA y Litoral) no produce actualmente energía renovable, excepto por una pequeña proporción de energía hidráulica.

Tabla 2. Potencia instalada en mw por tipo y región

Región	Térmica	Hidráulica	Nuclear	Eólica	Solar	Totales	Porcentaje por región
Cuyo	624	1.129			8	1.761	4,9%
Comahue	2.005	4.769				6.773	18,8%
Noa	2.780	218		58		3.057	8,5%
Centro	1.509	918	648			3.075	8,6%
GBA-Lit-Buenos As	14.929	945	1.107			16.981	47,2%
Nea	336	2.745				3.081	8,6%
Patagonia	535	519		168		1.222	3,4%
Totales	22.718	11.243	1.755	227		35.950	
Porcentajes por tipo de energía	63,2%	31,3%	4,9%	0,6%	0,0%		

Fuente: Elaboración propia en base a Cammesa año 2017

Ya adentrándonos en la energía solar específicamente, distinguimos dos tipos de sistemas instalables: los autónomos (*off-grid*) y los conectados a red (*on-grid*). La energía solar fotovoltaica en Argentina reconoce en el país dos situaciones diferenciadas: por un lado, existe cierta capacidad y experiencia en sistemas autónomos, situación que contrasta con la aplicación casi nula de los sistemas conectados a red.

2.1. Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA)

La Argentina cuenta con una población rural caracterizada por la gran dispersión de sus pobladores y, por ende, con un alto porcentaje sin acceso a la energía eléctrica convencional; esto resulta una condición propicia para el uso de sistemas individuales de generación eléctrica utilizando tecnología fotovoltaica (FV). Esto ha propiciado la implementación de una política de subsidios y programas, principalmente direccionada al abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales, de electrificación rural mediante SFA.

La considerable experiencia de la población rural argentina en el uso de energía FV contrasta con la prácticamente nula experiencia de la población urbana, por ello el ciudadano promedio no ha tomado conciencia real de sus características, potencialidades, ventajas y desventajas.

A estos sistemas autónomos también se los denomina *off-grid*.

2.2. Sistemas conectados a red (SFCR)

Este tipo de mecanismo resulta propicio para usarse en áreas urbanas, donde vive el 92% de la población argentina (Banco Mundial, 2018); también es donde se produce la mayor demanda y existe infraestructura previa. Sin embargo, estos sistemas no han tenido aún un desarrollo acorde con sus potencialidades. En general la población urbana no tiene una conciencia profunda de la importancia de la energía, asumiendo un rol pasivo que solo se

ve alterado frente a aumentos en las tarifas o cortes del servicio por exceso de consumo o desperfectos técnicos.

Los Sistemas conectados a la red están destinados a reducir la factura de electricidad. Resultan adecuados para contextos urbanos, donde se cuenta con una red existente. Se alimentan los consumos eléctricos únicamente durante los horarios diurnos (de radiación solar) y el excedente es inyectado a la red eléctrica. Durante la noche, la energía eléctrica es tomada de la red. Existen dos tipos, con respaldo de baterías y sin ella.

Los sistemas conectados a la red eléctrica interactúan con ésta a través de un inversor, y no requieren almacenamiento de energía. Se los denomina también, sistemas on-grid.

La energía solar fotovoltaica en Argentina reconoce en el país dos situaciones diferenciadas: por un lado, existe cierta capacidad y experiencia en sistemas autónomos, por otro lado, se contrasta con la aplicación casi nula de los sistemas conectados a red.

3. SIMULACIÓN DE UN SFCR EN UN EDIFICIO TIPO EN CABA

Como se mencionó anteriormente, CABA es la ciudad con mayor población de la Argentina y por su alta densidad la tipología residencial por excelencia es representada por los departamentos¹.

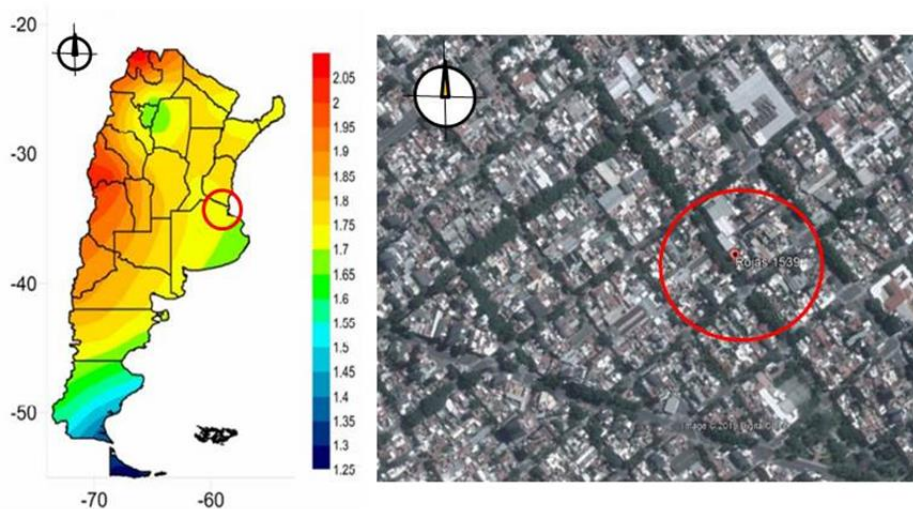
Por ello se selecciona como caso para el estudio de una hipotética implementación de SFCR un edificio residencial en altura ubicado en CABA. Para tal fin se gestionaron los planos de un edificio, se digitalizaron y a través del programa *Sketch-Up* se realizó un modelo en tres dimensiones, con un

¹ Las viviendas denominadas “departamentos” en Argentina, son equivalentes a los “flats” en Estados Unidos o viviendas en propiedad horizontal condómina.

entorno urbano de aproximadamente 200 metros a fin de considerar el efecto de la sombra.

En la figura 1 a la izquierda se señala la ubicación de CABA en el mapa de la Argentina señalada mediante un círculo rojo y a la derecha se muestra el sector urbano considerado (barrio de Villa Crespo) y con un círculo rojo señalando el área en donde se ubica el edificio en estudio.

Figura 1: Izquierda, Carta de irradiación solar anual para planos inclinados ángulo óptimo de la Argentina y ubicación de CABA; derecha, sector urbano de análisis.



Fuente: izquierda Righini& Grossi Gallegos (2011) y derecha Google Earth.

En la figura 2 se muestra el modelo en tres dimensiones con el contexto inmediato de estudio.

A través de la factura de electricidad de los espacios comunes del edificio se obtuvo ese consumo promedio que es de 6.042 kW/año.

En base al análisis de las orientaciones favorables y las superficies disponibles, se elige la posibilidad de ubicar el arreglo fotovoltaico en la terraza de la contra fachada del edificio, porque en la terraza del frente el tanque de agua arroja sombras perjudiciales.

Este sector de la terraza tiene una superficie útil total de 39 m². En la figura 3, se resalta en amarillo la superficie considerada como de mayor potencialidad para la instalación de un SFV, se señala el norte geográfico y las orientaciones más factibles de implementar que son la Noreste y Noroeste.

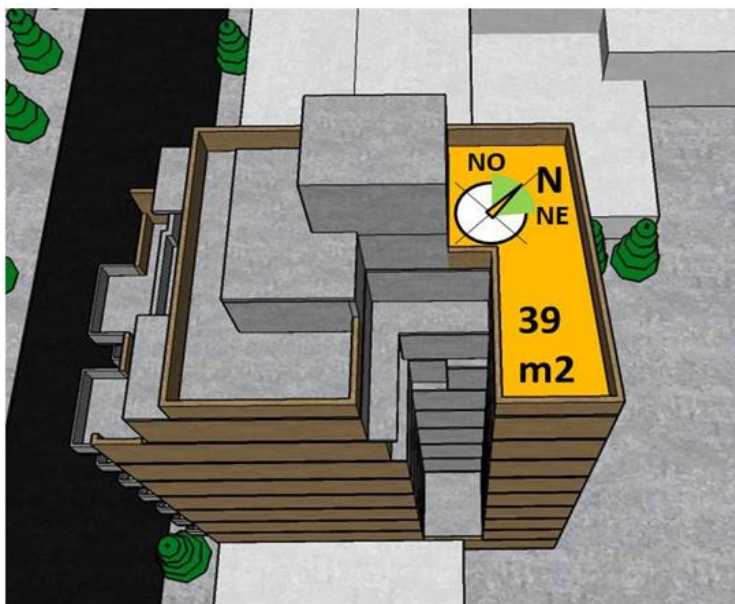
Figura 2: Modelo en 3D del edificio en su contexto inmediato.



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la latitud de CABA ($34^{\circ}35'$ S) se aplica la fórmula de inclinación óptima que es $(0,69 \times \text{latitud } 34^{\circ}35') + 3,7 = 27,40^{\circ}$. Se adopta una inclinación de 28° para el arreglo fotovoltaico.

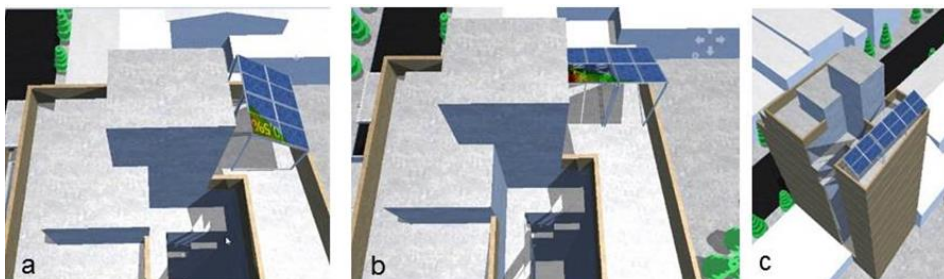
Figura 3: Imagen de la terraza del edificio en donde se señala el norte y la superficie útil.



Fuente: elaboración propia.

En a) se propone un arreglo de 8 módulos fotovoltaicos orientado al Noreste; en b) un arreglo de 8 módulos fotovoltaicos orientados al Noroeste y en c) un arreglo de 12 módulos orientados al Noreste.

Figura 4: Propuestas de arreglos FV simulados.



Fuente: elaboración propia.

A través del programa PV*SOL 2019 se realizó la simulación cuyos principales resultados se transcriben en la Tabla 3.

Los arreglos de 2 kWp (caso a y b) aparecen como más recomendables dado que aportan un 48% del consumo eléctrico, que sería compatible con el consumo diurno (de radiación solar). El arreglo “c” de 3,1 kWp, si generara más energía que la consumida en horarios diurnos, no podría ser volcada a la red para su compensación económica, dado que CABA no ha adherido a la Ley de Generación Distribuida. En un escenario de adhesión de CABA a la ley de GD esta situación debería ser reevaluada.

Los sistemas de 2 kWp tendrían un costo aproximado de U\$S 2.800 y el de 3 kWp de U\$S 3.400. Considerando la realidad de los consorcios de los edificios de CABA resulta poco probable que los vecinos acuerden realizar una inversión de tal envergadura, considerando que aun en la actualidad la energía se encuentra subsidiada en una cierta proporción por el Estado, lo cual genera una fuerte distorsión en los precios de la energía.

Tabla 4. Comparación de las tres propuestas realizadas.

	Unidad	2 kWp(NE)	2 kWp(NO)	3 kWp(NE)
Superficie	m2	13,4	13,4	20
Potencia generador FV	kWp	2,1	2,1	3,1
Rendimiento anual especificado	kWh/kWp	1.389,56	1.398,6	1.409,80
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	%	79,8	76,7	81,0
Inyección en la red	kWh/año	2.890	2.909	4.399
Emisiones de CO ₂ evitadas	kg / año	1.734	1.746	2.639
Consumo partes comunes del edificio	kWh/año	6.042	6.042	6.042
Cobertura generación solar /consumo	%	48	48	73

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, de forma incipiente se implementan líneas de financiamiento, se disminuye paulatinamente los costos de los sistemas fotovoltaicos y la energía convencional se encuentra en un proceso de sinceramiento paulatino con la baja de los subsidios.

Además, se consolida un mayor compromiso ambiental de los ciudadanos que se inclinan paulatinamente por opciones más sustentables.

En este escenario los altos costos económicos de los SFCR se espera que disminuyan en un proceso sostenido de posicionamiento de las energías renovables en el país, siguiendo de forma un tanto retrasada la tendencia internacional

Desde el punto de vista técnico, la instalación es factible y se pueden realizar varias alternativas, de acuerdo con lo descrito en este título. Observado este punto, ahora se debe analizar si desde el punto de vista económico-financiero, un hogar típico de la ciudad de Buenos Aires podría acceder a realizar esta instalación.

4. ANALISIS DE FACTIBILIDAD Y FINANCIERO

Ante la falta de políticas públicas concretas que promuevan la inversión de los hogares en paneles solares, nos gustaría saber si un hogar de clase media de CABA, podría acceder a realizar esta inversión por sí mismo.

Cuando se evalúa un proyecto de inversión en una empresa, a menudo es más útil expresar el beneficio futuro en términos de flujos de efectivo que de utilidades. Si equiparamos la inversión en energías renovables en el hogar, con una inversión financiera o de capital en cualquier actividad económica, nos interesara proyectar los flujos de efectivo que demandara la inversión; las utilidades que obtendríamos en un proyecto comercial, aquí se traducirán en ahorro de gastos frente a la alternativa de no realizar la inversión y continuar con el uso y pago de energías térmicas.

Tras haber realizado el análisis de factibilidad técnica para una vivienda tipo departamento, a continuación, analizamos la factibilidad económica.

Para estudiar la factibilidad de instalación de energía SFV en CABA, se calcularon los VAN (valor actual neto) correspondientes a dos alternativas: que el departamento utilice alguna tecnología FV disponible en el mercado, contra la alternativa de continuar utilizando energía térmica. Combinado con ello, también se calculó el costo de oportunidad de invertir en paneles, versus la colocación en el mercado financiero de ese capital. De ahora en más,

denominamos “agente económico” de manera genérica, a la familia o persona que habitan el departamento tomado como modelo. De esta manera, definimos tres escenarios:

1. Escenario uno: el agente económico adquiere e instala un equipo *on-grid*.
2. Escenario dos: el agente económico adquiere e instala un equipo *off-grid*, que deberá complementar con energía térmica, dada la menor capacidad de generación de este equipo frente al primero.
3. Escenario tres: el agente económico continúa con el uso de energía térmica, a la vez que invierte el capital que hubiera utilizado en la compra del equipo solar, en bonos del Tesoro.

En los tres escenarios se realiza la suposición de que no habrá variación de precios relativos, entre la energía solar y la energía térmica, a lo largo de los 15 a 20 años de vida útil de las instalaciones solares.² Tampoco se ha incluido la ganancia posible por venta de excedentes a la red, dada la incertidumbre respecto al precio al cual podría hacerse, ni los costos medio-ambientales derivados del uso de la energía tradicional, dada la falta de contabilización a nivel estatal y privado, de estos costos.

En la tabla 4 se detallan los precios encuestados, que son precios promedio calculados a partir de la información suministrada por tres empresas del medio, que importan estos equipos de China. Todos los valores están expresados en dólares de Febrero 2019. El agente económico paga al contado el equipo solar.

² Si bien es de esperarse que los precios de la energía SFV disminuyan con el tiempo.

Tabla 4. Precios de equipos on y off-grid importados, en Argentina. En dólares de Feb. 2019

Tipo de instalación		1 kWp	2 kWp	3 kWp	5,7 kWp
Superficie necesaria (aproximada)	<i>m</i> 2	6,8	13,6	20	39
Energía máxima generada (aprox.)	<i>kWh/año</i>	1.500	3.000	4.500	8.550
1. <u>Equipos on-grid</u>					
Materiales	<i>u\$s</i>	2.300	3.364	4.386	7.085
Instalación	<i>u\$s</i>	900	1.000	1.100	1.200
Subtotal sin iva	<i>u\$s</i>	3.200	4.364	5.486	8.284
<u>Total con iva</u>	<u><i>u\$s</i></u>	<u>3.840</u>	<u>5.237</u>	<u>6.583</u>	<u>9.941</u>
Precio por kw	<i>u\$s</i>	3.840	2.618	2.194	1.775
2. <u>Equipos off-grid</u>					
Kit solar con mano de obra	<i>u\$s</i>				
1.090					
Wh/día		1.000			
1.000					

Fuente: Encuesta propia a tres empresas del medio

Escenario 1

Se considera que el agente adquirió un equipo *on-grid* al contado. El consumo mensual del departamento es el promedio aproximado para un departamento de dos ambientes, esto es, 250 kwh mensuales. El equipo adquirido tiene una potencia de 2 kilovatios pico, que son la potencia máxima de generación de un panel en horas de insolación plena; con este equipo, el departamento puede hacer frente a la demanda de todos los consumos eléctricos y adicionalmente, si el equipo cuenta con una batería, en el futuro puede vender la energía que no utilice a la red.

Teniendo en cuenta equipo y materiales y mano de obra de instalación, la inversión inicial será de u\$s5.281. Estos equipos tienen una vida útil de 15

a 20 años, por lo que el flujo de fondos se desarrolla a lo largo de 20 años. El gasto de mantenimiento de este equipo es mínimo, consiste simplemente en el recambio anual de una barra de magnesio, estimándose este costo (materiales y mano de obra) en u\$s 42. De esta inversión inicial se descuentan los ingresos producidos por el ahorro en energía térmica, resultando un VAN de esta inversión de us\$ -2.496 (pérdida)³.

Por otro lado, comparamos el VAN de la inversión y mantenimiento del equipo solar, con el VAN del pago anual de energía térmica a una empresa proveedora de energía eléctrica tradicional⁴. Como criterio de cálculo del VAN, como todos los flujos son de costos y gastos, la alternativa más conveniente desde el punto de vista financiero será la del VAN positivo, cuando lo hubiera, y la del gasto menor, cuando no hubiera beneficios.⁵ A precios de febrero 2019, el departamento consume anualmente u\$s 187 que paga a la empresa de energía eléctrica, sumando un VAN en 20 años de u\$s-2.334, compuesto solamente por gastos de consumo pues la inversión inicial ya se encuentra totalmente amortizada. En cuanto a los gastos de mantenimiento de un sistema eléctrico tradicional, los cambios de repuestos y/o cambios estructurales de largo plazo, pueden llegar a igualar el gasto acumulado en barras de magnesio del equipo solar, por lo cual, consideramos que ambos gastos de mantenimiento se netean.

Para este primer escenario, resulta más conveniente en términos de VAN, el uso de energía térmica, pues continuando con su utilización, se produce un ahorro del 6,5% sobre la inversión y uso de paneles. Pero este

³Como tasa de descuento se utilizó la tasa de plazo fijo en dólares a 365 días que ofrecen los bancos privados, en promedio.

⁴Dada la vivienda seleccionada como modelo para la simulación, en el barrio de Villa Crespo de Caba, los precios de energía eléctrica son los correspondientes a la empresa Edesur.

ahorro es pequeño, resultando casi indiferente invertir o no en paneles. Cabe aclarar que este escenario se vería modificado si del flujo de fondos del equipo solar, pudieran deducirse ingresos por venta de energía sobrante. Al no saber cómo lo considerará en términos de precios esta venta, la próxima legislación en materia de energías renovables, entonces no lo hemos pronosticado ni incluido en el cálculo. Pero es un punto muy importante para tener en cuenta en el futuro cercano, porque podría mejorar absolutamente la decisión a favor de la inversión en paneles.

Escenario 2

En esta alternativa, se evalúa la compra e instalación de un equipo *off-grid*, en relación con el uso de la energía térmica. Un equipo *off-grid* es un sistema que no se puede conectar a la red eléctrica nacional o provincial, por lo tanto, el usuario no puede vender energía solar sobrante a la red.

Como estos equipos son de una capacidad más limitada de generación (básicamente sirven para proveer de agua caliente al departamento, aunque puede destinarse a otros usos), entonces el agente deberá complementar su demanda de energía con la que provee la red tradicional. Es un equipo interesante para hacer frente a los cortes de luz que la red tradicional produce con más o menos habitualidad en el verano.

El departamento consume la misma cantidad de energía que en el caso anterior (250 kwh mensuales), de los cuales el equipo solar suministra la mitad. La inversión inicial en este equipo es de us\$890 más mano de obra de instalación, resultando un VAN positivo de u\$s75, incluyendo en ese cálculo los flujos de egresos necesarios para completar con energía térmica lo que no alcanza a producir el equipo *off-grid*. Este VAN se compara con el resultante

del uso de energía tradicional, u\$s-2.334, resultando que en esta segunda alternativa sí se produce un ahorro interesante con la inversión en este equipo.

Además, en términos de independencia energética del consumidor con respecto a cortes de luz y/o aumento de tarifas provenientes del suministro tradicional, el agente terminaría optando por realizar la inversión.

Escenario 3

En este escenario, se parte del escenario 2, en donde se obtiene una ganancia al invertir en energía FV (en el escenario 1 no se obtienen ganancias). Se comparan las alternativas del escenario 2 con el costo de oportunidad generado por realizar una inversión en bonos del Estado en dólares que generan un 8% de intereses anuales⁶. En este caso, en términos de VAN, es mucho más conveniente invertir en bonos y recuperar ese capital al final del periodo, mas intereses; es decir, en la inversión financiera, se obtiene un VAN positivo de us\$ 408 frente a los us\$ 75 del VAN del mix off-grid. La tasa interna de retorno (TIR) de la inversión en el mix energético es de 5,4% frente a la TIR de la opción bonos, que es del 6,2%.

El resumen de los tres escenarios puede verse en el siguiente cuadro:

Tabla 5: Comparación de VAN de los tres escenarios, en dólares feb. 2019

	Solar	Térmica	Bonos
Escenario 1	-2.496	-2.334	
Escenario 2	73	-2.334	
Escenario 3	73		408

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Se tomó como ejemplo la emisión de Bonar con TNA del 8%. Se realiza la suposición de que tras el vencimiento del bono y su rescate, se vuelve a reinvertir en un bono de iguales características.

Dadas las oportunidades financieras actuales, en el último escenario, es más sencillo para el agente económico, invertir en Bonos, que realizar el costoso trabajo de realizar una modificación en su hogar.

En términos financieros, no existirían incentivos claros para el agente económico para invertir en un equipo SFV; siempre teniendo en cuenta de no se ha incluido en el presente análisis la venta de excedentes de energía. Esto conlleva a la necesidad de que el Estado promueva la inversión en estos sistemas a partir de una política de créditos subsidiados para las familias, especialmente en los sectores y regiones de menores ingresos. El otorgamiento de créditos subsidiados se enmarcaría en una política conducente a que el país cumpla con los objetivos de Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas y además, de que todos los ciudadanos puedan ejercer su derecho al acceso a energía asequible y sustentable (segura o limpia). En la actualidad, el 13% de la población mundial no tiene acceso a la electricidad moderna según Naciones Unidas. En Argentina, según datos de la Universidad Católica Argentina, el 24,6% de los hogares no tenían acceso a la red de gas natural en 2015.

Compra con préstamo bancario

Durante el año 2019, el Banco Nación Argentina ha lanzado créditos a sola firma, en pesos, para que las familias puedan financiar la compra de paneles solares. Si bien tienen la facilidad de ser créditos a sola firma, la tasa nominal anual ofrecida es del 73%, haciendo muy cara la financiación de esta compra (siempre y cuando continuemos comparando los VAN y TIR de invertir en equipos fotovoltaicos o continuar con el uso de energía tradicional, con la misma metodología). Si la inflación anual continuara a este ritmo del 50% anual, los intereses en dólares ascenderían a us\$5.055 en el caso de una compra de equipo on grid para la casa, mientras que si la inflación fuera del 30% anual,

los intereses a pagar serían 9.736, en los seis años de plazo máximo del préstamo. Ambos valores se sumarían a los VAN de la compra de paneles, manteniendo las conclusiones con respecto a la dificultad de que resulte atractiva esta inversión frente a los precios aun accesibles de la energía térmica.

5. LA SITUACION EN OTRAS PROVINCIAS

Desde la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, perteneciente al ministerio de Hacienda, se emitió la disposición 83/2019 que reglamenta a la 27.424/17; esta disposición se refiere a los prometidos regímenes de beneficios promocionales para incentivar la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

El artículo 28 de la citada ley aprueba un beneficio promocional en forma de certificado de crédito fiscal para ser aplicado a pagos de impuestos nacionales, entre otros tantos incentivos para promover el uso de energías no convencionales. Este beneficio es para los equipos on grid y será de us\$0,25 por vatio de potencia instalada, hasta un máximo de us\$ 16.000. Se otorgará solo a los residentes de las provincias que hayan adherido al Régimen de Generación Distribuida establecida por la ley 27.424. Las provincias adheridas hasta el momento son Mendoza, Tucumán, Córdoba, San Juan, Tierra del Fuego, Rio Negro, Catamarca, Chubut y La Rioja. Por su parte la oficina de recaudación impositiva de la nación (AFIP) ha emitido recientemente la Resolución General N° 4511/2019 que reglamenta el otorgamiento de estos certificados de crédito fiscal, para la cancelación de los impuestos a las ganancias, a la ganancia mínima presunta, al valor agregado e internos, en carácter de saldo de declaración jurada y anticipos, cuya recaudación se encuentra a cargo de esta Administración Federal.

Algunas provincias no adhirieron a este régimen de generación distribuida nacional, pero están delineando su propia legislación provincial. Jujuy, por ejemplo, sancionó la ley provincial N° 6.023, la cual establece un régimen de promoción y beneficios, entre los que se destacan: la exención del impuesto al sello, reducción de la alícuota del 50% en los impuestos sobre ingresos brutos, y prioridad en recibir apoyo y asistencia de los fondos de promoción para aquellos contratos específicos de la actividad de generación de energía a partir del aprovechamiento de fuentes renovables.

A su vez, en la provincia ya se ha inaugurado el parque solar Cauchari, el más grande de Sudamérica con 1.180.000 paneles solares, ubicados en la puna jujeña a 4020 metros de altura sobre el nivel del mar. El Parque Solar Cauchari fue construido con financiamiento del Banco chino Eximbank (Export-Import Bank of China), y pertenece a la empresa de energía y minería provincial JEMSE, cuyo proyecto fue adjudicado durante la Ronda 1 del programa RenovAr. El proyecto estará completo con la inclusión de una línea de transporte y una estación transformadora que inyectará la energía al Sistema Argentino de Interconexión.

De esta forma, Jujuy se posiciona como una de las provincias con mayor generación de energía renovable, intentando así llegar a la meta propuesta del 12% de abastecimiento energético en todo el país proveniente de fuentes de energía renovables para el 2020.

Mendoza, es otra de las provincias que fomenta el uso de las energías renovables. A través de sus leyes provinciales n° 9084, y n° 7549, proponen entre otras medidas de promoción, la eximición de todo gravamen impositivo provincial, por el término de diez años, a las actividades de producción de equipamiento mecánico, electrónico, electromecánico, metalúrgico y eléctrico

que realicen empresas radicadas o a radicarse, de origen nacional o internacional, con destino a la generación, transporte, distribución, uso y consumo de Energía Eólica y/o Solar en el territorio de la Provincia de Mendoza.

La ley también establece que no se cobrará regalías por la utilización de la energía cinética del viento ni la energía solar. A su vez, el artículo 12 de la ley n° 7549 establece desgravar del impuesto inmobiliario a los predios utilizados como granjas eólicas que tengan equipos de fabricación nacional.

Actualmente, Mendoza cuenta con seis parques de generación de energía de fuente solar.

Si bien en ambas provincias no hay subsidios directos a los usuarios que deseen adquirir equipos solares, sí existen regímenes de promoción, con incentivos fiscales para las empresas fabricantes y/o ensambladoras de paneles solares, lo cual en el mediano plazo redundará en menores costos de los equipos. Resulta muy notable el contraste en CABA, en donde no existen regímenes similares.

6. LA SITUACION EN OTRAS PROVINCIAS

En términos exclusivamente financieros, a nivel microeconómico, para una unidad familiar tipo de la Ciudad de Buenos Aires, dados los precios actuales de la energía eléctrica, resulta más rentable optar por obtener una renta en el mercado financiero que instalar algún sistema de paneles solares en el hogar.

Si se excluye la posibilidad de invertir en el mercado financiero, en el caso de un departamento, se produciría un ahorro de dinero a lo largo de los

20 años de vida útil promedio de los paneles, en el caso de un equipo off-grid, pero necesita complementarse con el suministro térmico tradicional.

En general, en términos exclusivamente económico-financieros, no existirían incentivos claros para el agente para invertir en un equipo SFV; siempre teniendo en cuenta de que, por ahora, no es tan fácil predecir a qué valores podría el agente vender los excedentes de energía. Si se analizan conceptos como el de autonomía energética, el agente económico puede encontrar factible y positivo comprar un equipo *off-grid* con sus propios ahorros, resultando en un ahorro a largo plazo con respecto al uso de energía tradicional.

Como el desarrollo sustentable se basa en tres ejes: el económico, el social y el ecológico, las conclusiones anteriores podrían ser bien diferentes si se pudieran contabilizar aspectos sociales y medioambientales. En este trabajo falta valorizar el impacto sobre los recursos naturales del país o de la región, de la utilización de energías renovables y sobre la comunidad, al promover estos sistemas la consecución de la autonomía energética de las familias, en especial en áreas rurales y lejanas de los centros urbanos.

La implementación de políticas de créditos subsidiados para las familias y personas desde los Estados Provinciales y Nacionales, complementada con beneficios fiscales a la importación y a la producción local de equipos, resulta indispensable dado nuestro contexto económico, para la paulatina sustitución de energías renovables por las no renovables. También, para cumplir con los objetivos de Naciones Unidas de desarrollo sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

- APrA (2014): *Seminario intervenciones urbanas con energía solar fotovoltaica. Manual.* Agencia de Protección Ambiental, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.
- CAMMESA (2018): *Informe Anual 2017.* Buenos Aires.
- CEPAL (2018): *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* LC, G.2681, Rev.2. Enero 2018. Santiago de Chile.
- COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA (2018): *Síntesis del mercado eléctrico mayorista de la República Argentina, Octubre 2018.*<http://datos.minem.gob.ar/dataset/sintesis-del-mercado-electrico-mayorista>
- GRUNAU, B. (2008): *Solar Energy Feasibility Study for a typical On-Grid Residence in Fairbanks.* Cold climate housing research center. AK, USA.<http://www.cchrc.org/>
- IRENA (2018): *Renewable Power Generation Cost in 2017.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- NACIONES UNIDAS (1987): *Nuestro futuro común.* (Informe Bruntland).
- NACIONES UNIDAS (2019): *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy.
- PIREZ, P. (2000): *Relaciones de poder y modelos de gestión: la energía eléctrica en la ciudad de Buenos Aires, 1900-1960.* *Desarrollo Económico* Vol. 40, No. 157. Buenos Aires.
- PRIETO, P. (2012): *La energía neta de la solar fotovoltaica en España. Los límites del desarrollo renovable.* *Mientras Tanto* No. 117: Los límites del crecimiento: crisis energética y cambio climático. Barcelona.
- SALASOVICH, J. and MOSEY, G. (2011): *Feasibility Study of Economics and Performance of Solar Photovoltaics at the Refuse Hideaway Landfill in Middleton, Wisconsin.* National Renewable Energy Laboratory, technical report 6A20-49846. Golden, Colorado, USA.

SANABRIA OROZCO, A. (2016): *Análisis costo-beneficio de la implementación de tecnologías de energía con paneles solares en la ESE Hospital San Cristóbal*. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/>

VILLALONGA, J. (2013): *Energías renovables: ¿porqué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016?* Fundación AVINA Argentina.

WEBER, D. (2012): La ecología política de la “Energiewende” en Alemania. *Ecología Política* n° 44, Barcelona.

UCA (2019): Observatorio de la Deuda Social Argentina. <http://uca.edu.ar/es/observatorio-de-la-deuda-social-argentina>

World Bank (2018). <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>.

ABREVIATURAS UTILIZADAS

AFIP: Administración Federal de Ingresos Públicos.

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico.

GD: Generación Distribuida.

SFV: Energía solar fotovoltaica.