

TESIS DE MAESTRÍA
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

“Análisis de Factibilidad en la implementación de sistemas de generación de energía fotovoltaica, en barrios de clase media.”

Autor: Mariano Canavesi
Director de Tesis: Dino Otero

Buenos Aires - 2021

DEDICATORIA

A Rubén, mi papá, que siempre me guio.

A Liliana, mi mamá, que siempre estuvo presente para acompañarme.

A Vanesa, el amor de mi vida, junto a Julieta y Leónidas.

Al Dr. Dino Otero, mi tutor de Tesis, por su infinita ayuda, paciencia y ser un excelente profesional.

Resumen

La reciente aprobación de una ley que favorece económicamente a residentes que utilicen paneles fotovoltaicos conectados a la red de distribución eléctrica, permite plantear un nuevo escenario que da lugar a una mayor integración de este tipo de energía. En esta tesis de maestría, el autor analiza la factibilidad del uso de este sistema de abastecimiento en los hogares, de Capital Federal, como fuente de abastecimiento alternativo. Este sistema ya se está utilizando con buenos resultados en varias partes del mundo, mientras que en Argentina solo hay unas pocas instalaciones residenciales. Se estudiaron los principales impactos; técnicos, legales, ambientales y económicos, considerando los beneficios y desventajas en cada uno. Paralelamente se investigó sobre el grado de aceptación de parte de la sociedad y de las distribuidoras de energía eléctrica, quienes cumplen un rol principal en la aplicación del sistema de generación distribuida. Otro factor fundamental en esta tesis, fue la evaluación del costo relacionado con equipos, componentes e instalación de un sistema de generación de energía fotovoltaica, entendiendo el tiempo de retorno de la inversión, el costo de las tarifas eléctricas y la inversión realizada.

Se concluye que la instalación de sistemas de Generación Distribuida en hogares de Capital Federal, impacta positivamente en el medio ambiente, pero que, en el contexto actual de bajas tarifas eléctricas y costos muy elevados de estos equipos, su instalación no es factible.

Palabras Claves

Generación Distribuida

Fotovoltaica

Energía Eléctrica

Sustentabilidad

Solar

Eficiencia

Abstract

The recent approval of a law that economically favors residents who use photovoltaic panels connected to the grid-connected photovoltaic system, allows for a new scenario that leads to greater integration of this type of energy. In this master's thesis, the author analyzes the feasibility of using this supply system in homes, in Capital Federal, as an alternative supply source. This system is already being used with good results in various parts of the world, while in Argentina there are only a few residential facilities, where the availability of the necessary resources to carry them out is verified. The main impacts were studied; technical, legal, environmental and economic, considering the benefits and disadvantages in each one. At the same time, research was carried out on the degree of acceptance by society and electric power distributors, who play a major role in the application of the grid-connected photovoltaic system. Another fundamental factor in this thesis was the evaluation of the cost related to equipment, components and installation of a photovoltaic energy generation system, understanding the return on investment time and the relationship between the purchasing power of the people targeted by the analysis, the cost of electricity rates and the investment made.

It is concluded that the installation of Distributed Generation systems in homes in Capital Federal has a positive impact on the environment, but in the current context of low electricity rates and very high costs of this equipment, this installation is not feasible

Keywords

Distributed generation

Photovoltaic

Electric power

Sustainability

Solar

Efficiency

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	<u>1</u>
1.1 Contexto de la Tesis	<u>1</u>
1.2 Estructura de la Tesis	<u>2</u>
1.3 Objetivo de la Tesis.....	<u>2</u>
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE.....	<u>3</u>
2.1 Situación actual de la Energía Fotovoltaica a nivel mundial.....	<u>3</u>
2.2 Contexto mundial y nacional actual del Sistema de Generación Distribuida	<u>5</u>
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	<u>7</u>
3.1 Consideraciones sobre el sistema de Generación Distribuida en Argentina	<u>7</u>
3.2 Delimitación del problema	<u>9</u>
CAPITULO 4: ENERGIA FOTOVOLTAICA Y SU APLICACIÓN EN LA GENERACION DISTRIBUIDA	<u>9</u>
4.1 La Energía Solar	<u>9</u>
4.2 El Efecto Fotovoltaico	<u>10</u>
4.3 Principales Actores	<u>10</u>
4.5 Composición de un Sistema de Generación Distribuida	<u>13</u>
4.5.1 Panel Fotovoltaico	<u>14</u>
4.5.2 Inversor	<u>15</u>
4.5.3 Medidor Bidireccional.....	<u>15</u>
CAPITULO 5: ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	<u>16</u>
5.1 Impacto Económico.....	<u>16</u>
5.2 Impacto Ambiental.....	<u>17</u>
5.3 Impacto Técnico.....	<u>18</u>
5.4 Aspectos Legales para implementación en CABA	<u>21</u>
5.5 Grado de aceptación por parte de las Empresas Distribuidoras (Edesur/Edenor).....	<u>22</u>
5.6 Análisis FODA.....	<u>22</u>
5.6.1 Matriz FODA.....	<u>23</u>
5.6.2 Matriz de Evaluación de los Factores Internos (EFI).....	<u>25</u>
5.6.3 Matriz de Evaluación de los Factores Externos (EFE).....	<u>26</u>
5.6.4 Conclusiones del análisis FODA.....	<u>27</u>

5.7 Hábitos Ecológicos y Conciencia Ambiental	27
5.8 Grado de Interés Social sobre la Generación Distribuida.....	30
5.9 Rentabilidad de la inversión	32
5.9.1 Consumo de energía promedio	33
5.9.2 Alternativas de inversión	33
5.9.3 Flujo de fondos	38
CAPITULO 6: CONCLUSIONES	39
CAPITULO 7: REFERENCIAS	41
CAPITULO 8: ANEXOS.....	47

Lista de Figuras

Figura 1 - Capacidad instalada de SFV en el mundo 2000-2018. Fuente: SolarPower Europe (2019)	3
Figura 2 - Generación de energía SFV teórica en 2018. Fuente: IEA-PVPS (2019).....	4
Figura 3 - Participación fotovoltaica per cápita en 2017. Fuente: IEA-PVPS (2018)	4
Figura 4 - Top 10 de mayores mercados de capacidad instalada de solar fotovoltaico en 2018. Fuente: SolarPower Europe (2019)	5
Figura 5 - Objetivo energías renovables en 2025. Fuente: CAMMESA (2019).....	8
Figura 6 - Participación por tecnología renovable, sobre el total de la demanda eléctrica de Argentina (%). Fuente: CAMMESA (2019)	9
Figura 7 - Cartas mensuales con la distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal. Fuente: H. Grossi Gallegos (2007)	12
Figura 8 - Ejemplo de un sistema fotovoltaico de generación distribuida. Fuente: Prodatel (2019)	13
Figura 9 - Type of Solar Panels. Fuente: Solar Magazine (2020)	14
Figura 10 - Efficiency Comparison of Technologies. Fuente: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (2019)	14
Figura 11 - Medidor bidireccional. Fuente: Infobae (2018).....	15
Figura 12 - Contribuciones de las diferentes categorías de fuentes a la emisión anual de NOx Fuente: Mazzeo y Venegas (2004)	18
Figura 13 - Corriente lineal. Fuente: Sector Electricidad (2015).....	19
Figura 14 - Corriente no lineal. Fuente: Sector Electricidad (2015).....	19
Figura 15 - Registro oscilográfico de un edificio administrativo. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019).....	20

Figura 16 - Registro oscilográfico de la instalación fotovoltaica. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019).....	20
Figura 17 - Registro oscilográfico de un laboratorio con luminarias LED. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019).....	21
Figura 18 - Evolución de los costos de una instalación GD. Fuente: Irena, (2014)	24
Figura 19 - Matriz de Evaluación de Factores Internos. Fuente: elaboración propia	26
Figura 20 - Matriz de Evaluación de Factores Externos. Fuente: elaboración propia	27
Figura 21 - Hábitos ecológicos Fuente: Univ. de Tres de Febrero. (2016).....	28
Figura 22 - Encuesta sobre las consecuencias de cambio climático Fuente: Univ. de Tres de Febrero. (2016)	29
Figura 23 - Interés de búsqueda en Google (I). Fuente: Google (2020)	31
Figura 24 - Interés de búsqueda en Google (II) Fuente: Google (2020)	31
Figura 25 - Interés de búsqueda en Google (III) Fuente: Google (2020)	32
Figura 26 - Consumo residencial de electricidad promedio. Fuente: elaboración propia en base a datos del Gobierno de la Ciudad (2020)	33
Figura 27 - Simulación N°1 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, (2020).....	35
Figura 28 - Simulación N°2 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, (2020).....	36
Figura 29 - Simulación N°3 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, 2020	37
Figura 30 - Costo variable por año de la tarifa de electricidad en CABA T1-R2 (de 151 a 325 Kwh/mes). Fuente: elaboración propia en base a los datos históricos de Edenor.....	38
Figura 31 - Rentabilidad de la inversión. Fuente: elaboración propia.....	39
Figura 32 - Relación del VAN con la TIR. Fuente: Chain, 2011	39

Índice de abreviaturas

MEA: Éste medio de Europa y África

GD: Generación Distribuida

Kw/h: Kilowatt hora

FV: Fotovoltaica/o

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan aspectos contemporáneos para el desarrollo de la investigación (sección 1.1), que dan basamento al objetivo de la tesis (sección 1.2). Se da una visión de la estructura de la tesis (sección 1.3) y se reseña la producción científica derivada de los resultados parciales (sección 1.4).

1.1- Contexto de la Tesis

La necesidad de satisfacer la demanda de energía en locaciones alejadas de las redes de distribución se ha resuelto en muchos casos con la provisión de equipamiento fotovoltaico de pequeña escala. Desde la década de 1990, numerosos equipos de baja potencia se instalaron en viviendas rurales, complementando de un modo sustentable los generadores convencionales (Cadena, 2014). En el año 2000 se implementó el programa PERMER (Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales), de alcance federal, cuyo objetivo era facilitar el acceso a la energía a poblaciones rurales dispersas (PERMER, 2020). El programa, vigente a 2019, alcanza a pequeños emprendimientos productivos, grupos de viviendas aisladas, puestos sanitarios, destacamentos policiales y escuelas rurales. El equipamiento suministrado incluye linternas solares y equipos de comunicación (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019).

Hasta el año 2015, mediante este programa más de 25 000 usuarios residenciales tuvieron acceso a la energía eléctrica proveniente de la generación fotovoltaica. En 2018, el programa proyectaba entregar equipos solares a 120 000 usuarios rurales (PERMER, 2019).

Para incentivar el uso de energía fotovoltaica en zonas urbanas, faltaba una ley permita y beneficie el uso de estos paneles, en hogares conectados a la red eléctrica. El 2 de noviembre de 2018, la Secretaría de Energía del Ministerio de Hacienda de la Nación informa que mediante el decreto 286/2018 se reglamentó la Ley N° 27.424 de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública. Esta norma permitirá que, mediante la instalación de Equipos de Generación Distribuida, como paneles solares, los usuarios puedan generar energía eléctrica para el autoconsumo e inyectar los excedentes a la red de distribución, en escala residencial y comercial/industrial (Infoleg, 2019).

Por otro lado, desde comienzo de 2016, el gobierno argentino viene trabajando en un plan de actualización de las tarifas eléctricas, las cuales considera que estaban bajas y con elevados subsidios que impactaban negativamente en el gasto público. (Ministerio de Energía y Minería, 2017)¹.

¹ Esta política está actualmente en revisión.

1.2 Estructura de la Tesis

La tesis se estructura en seis capítulos: Introducción, estado del arte, descripción del problema, energía fotovoltaica y su aplicación en la generación distribuida, análisis de factibilidad, conclusiones y bibliografía.

El escrito de tesis comienza con la introducción (capítulo 1), donde se exponen aspectos de contexto sobre el cual se desarrolla la investigación y el objetivo de la tesis. El siguiente capítulo agrega el estado del arte (capítulo 2) que presenta el marco actual de la energía fotovoltaica y de la Generación Distribuida.

Continúa el capítulo que delimita el problema a estudiar (capítulo 3) se presenta un marco contextual actual, acerca de la metodología de Generación Distribuida en Argentina y se continúa con la delimitación del problema. En esta tesis se agrega un capítulo que contempla los detalles técnicos (capítulo 4) donde se explica el fundamento de la energía fotovoltaica y la Generación Distribuida.

El siguiente apartado adiciona el análisis de factibilidad (capítulo 5), en el cual se evalúan los aspectos económicos, técnicos, ambientales y legales, con el objetivo de investigar sobre la viabilidad de la instalación de la Generación Distribuida en el contexto actual. Seguido a este se encuentran las conclusiones (capítulo 6), explicando el resultado de la investigación. En el último capítulo se agregan las referencias (capítulo 7) que listan todas las publicaciones consultadas para el desarrollo de esta tesis.

1.3 Objetivo de la Tesis

Considerando como punto de partida, la reciente aprobación de la ley de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica, el propósito de esta tesis es analizar en qué proporción es factible la utilización de paneles solares, para el abastecimiento de energía eléctrica, en barrios urbanos de clase media conectados a la red, dentro de Capital Federal, mediante la metodología de Generación Distribuida. Se pretenden abarcar los aspectos económicos, ecológicos y legales considerando los beneficios y desventajas en cada uno. Se pretende acercar a toda la comunidad nociones sobre las posibilidades y potencialidades que brinda la tecnología fotovoltaica, a fin de informar y difundir sobre su uso.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2.1 Situación actual de la Energía Fotovoltaica a nivel mundial

La tecnología fotovoltaica está teniendo grandes avances y un gran crecimiento, expandiéndose por gran parte del mundo; se está convirtiendo en una opción de generación de energía competitiva en una gran cantidad de países. En efecto, más de 11 superaron 1 GW de capacidad instalada en 2018, un logro que sólo 9 países alcanzaron en 2017 y 7 en 2016. Hacia fines de 2018, fueron 32 países los que han instalado más de 1 GW, habiendo sido 29 el año anterior (REN21, 2019).

La capacidad instalada mundial de fotovoltaica a finales de 2017 era de 405 GW y creció en un 26% alcanzando los 509 GW en 2018 (Figura 1). También puede apreciarse el salto que tuvo esta tecnología. Es importante destacar, que el gran crecimiento exponencial se produce cuando ingresan en el mercado los países de Asia-Pacífico (APAC), China y los países de Medio Oriente Asiático (MEA), abarcando más de la mitad de la capacidad instalada de esta tecnología (SolarPower Europe, 2019).

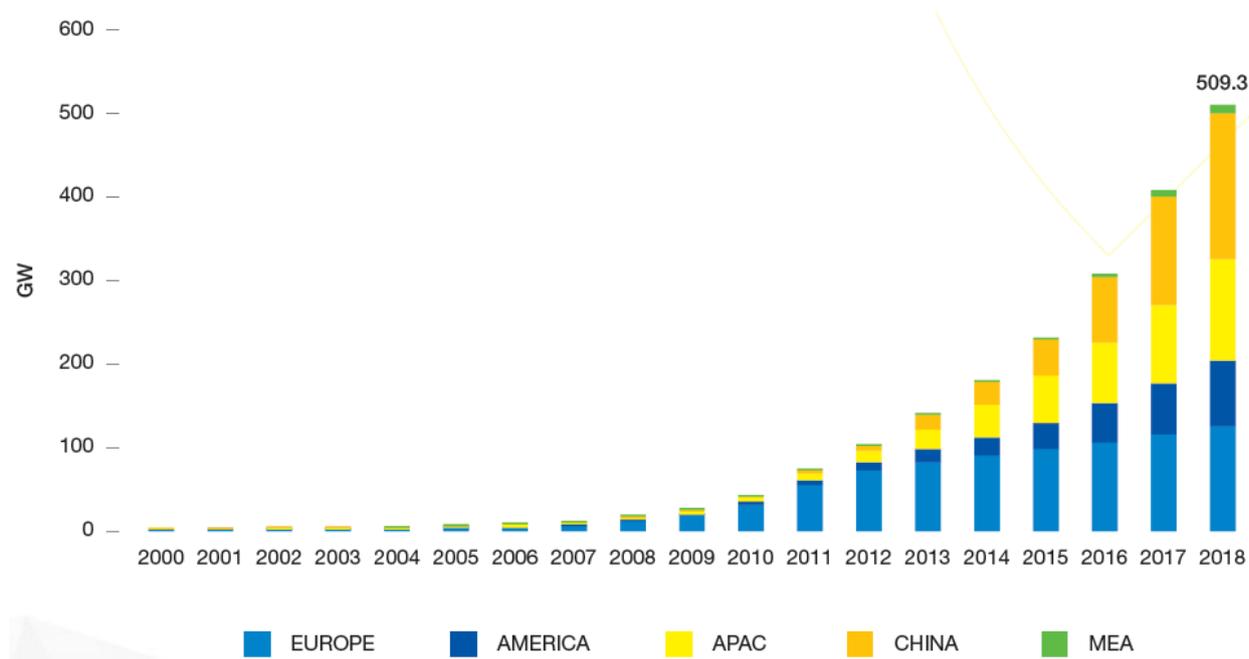


Figura 1 - Capacidad instalada de SFV en el mundo 2000-2018. Fuente: SolarPower Europe (2019)

Si bien en 2018 por primera vez se superaron los 100 GW instalados en un año (3,9 GW más que en 2017) (SolarPower Europe, 2019), las inversiones medidas en unidades monetarias presentaron una disminución, (Figura 19).

Del total de energía generada en el mundo, cada país tiene una contribución determinada (Figura 21), según la capacidad instalada a finales de 2018 (IAE-PVPS, 2019). La Figura 22 muestra la participación de energía fotovoltaica per cápita en 2017 (IAE-PVPS, 2018).

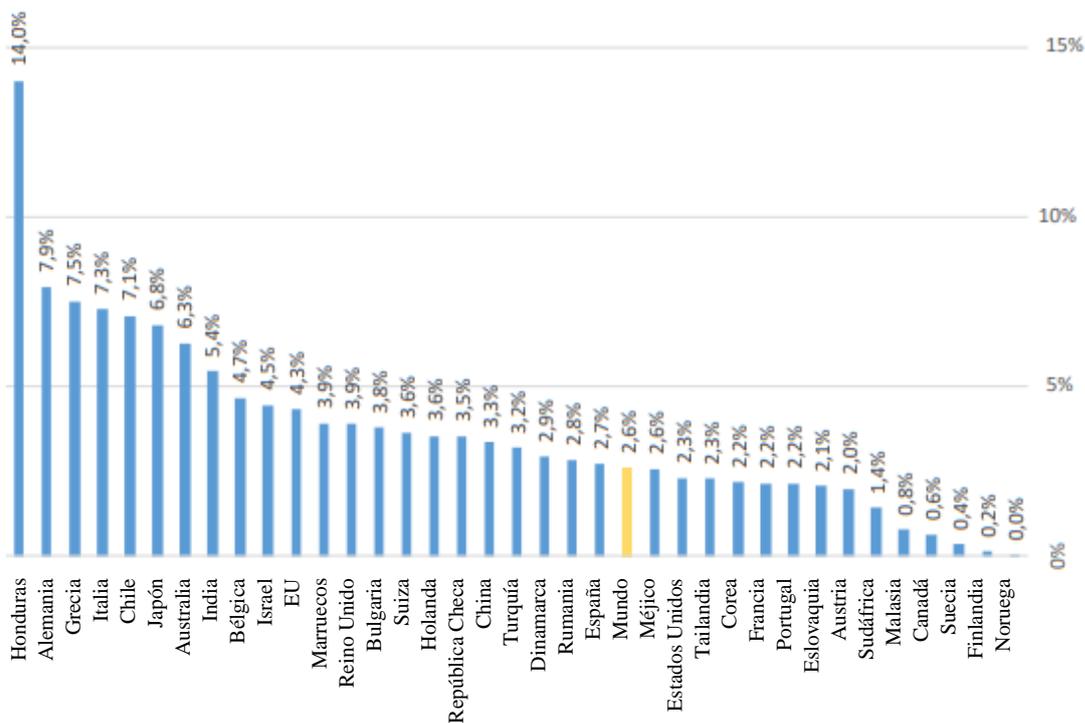


Figura 2 - Generación de energía SFV teórica en 2018. Fuente: IEA-PVPS (2019)

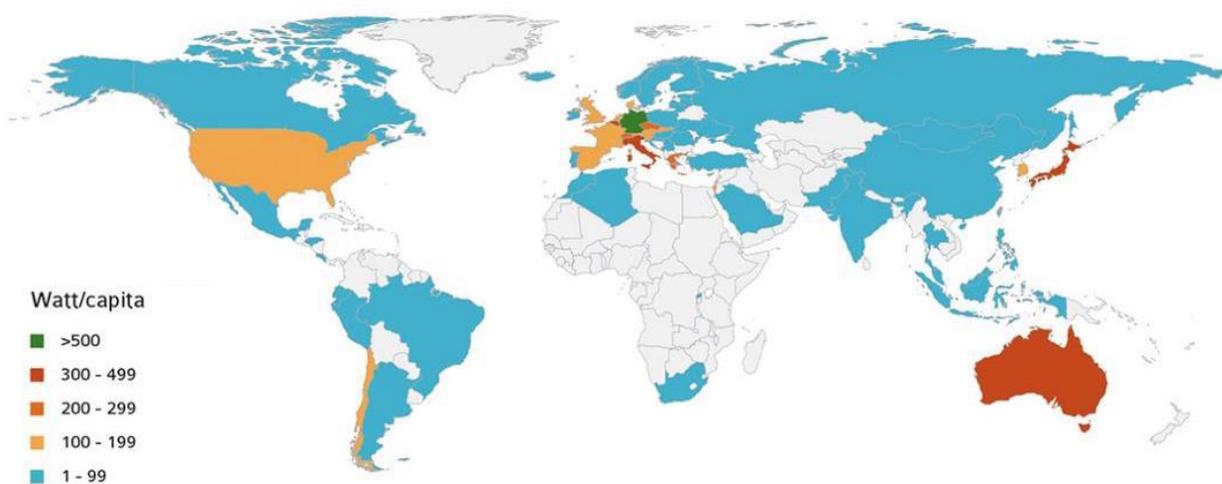


Figura 3 - Participación fotovoltaica per cápita en 2017. Fuente: IEA-PVPS (2018)

Es importante destacar lo siguiente, que un país cuente con una participación baja en la generación de energía eléctrica a partir de la tecnología fotovoltaica, no implica necesariamente, que posean poca capacidad instalada. De hecho, China es el país con mayor capacidad instalada del mundo con 176 GW (seguido muy por detrás por Estados Unidos con 62 GW, Japón con 56 GW y Alemania con 45 GW) y genera solamente un 3,3% de su energía eléctrica con esta tecnología (REN21, 2019). En la Figura 23 se observa que entre los cuatro países nombrados se agrupa el 66% de la capacidad instalada mundial (SolarPower Europe, 2019).

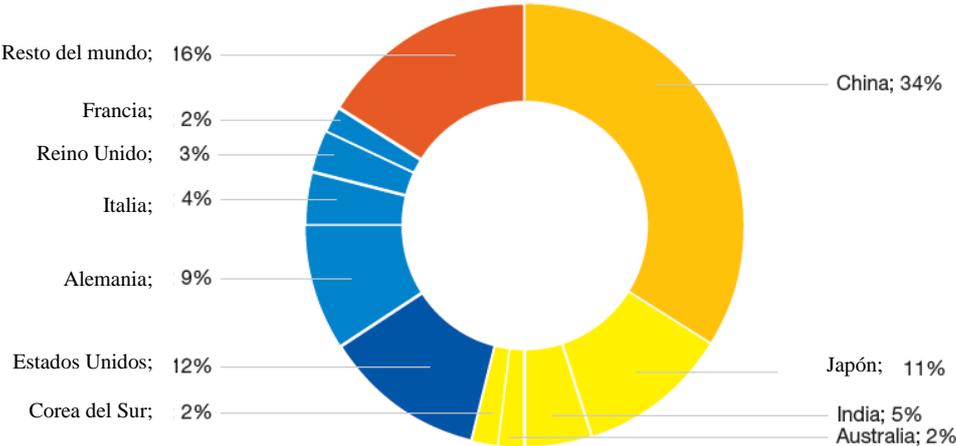


Figura 4 - Top 10 de mayores mercados de capacidad instalada de solar fotovoltaico en 2018. Fuente: SolarPower Europe (2019)

2.2 Contexto mundial y nacional actual del Sistema de Generación Distribuida

Se entiende por suministro de energía eléctrica con Generación Distribuida, al sistema de compensación de saldos, que permite a los usuarios la producción de energía para su propio consumo, pudiendo inyectar el excedente energético a la red pública (Senado Argentina, 2015). En los últimos años, debido al creciente auge de pequeñas instalaciones de energía renovable, el autoconsumo con Generación Distribuida ha comenzado a ser regulado en diversos países del mundo, siendo una realidad en países como Alemania, Holanda, Portugal, Grecia, Italia, Dinamarca, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y México, entre otros. La Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, establece la obligación de racionalizar y acelerar los procedimientos administrativos de autorización y conexión a redes de distribución y transporte de energía eléctrica, instando a establecer procedimientos de autorización simplificados. Igualmente

regula las líneas generales que deben regir el acceso a las redes y funcionamiento de las mismas en relación con las energías renovables (Gobierno de España, 2009).

Con respecto a sudamérica, en 2012, la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (Aneel) de Brasil aprobó la norma por la que se establecieron las condiciones generales para el acceso de las instalaciones de microgeneración (de hasta 100 kW de potencia) y minigeneración distribuida (sistemas de hasta 1 MW de potencia) a los sistemas de distribución de energía eléctrica, creando un sistema de compensación de la electricidad (Renewable Energy Magazine, 2012). En el esquema de Generación Distribuida brasileño, la energía producida por la instalación del consumidor será transferida en calidad de préstamo gratuito al distribuidor, a partir de ahí la unidad de consumo recibirá un crédito en energía activa que podrá ser consumido en los siguientes 36 meses (Renewable Energy Magazine, 2012). En la primera mitad de 2016, los sistemas acogidos al Generación Distribuida en Brasil se sextuplicaron, alcanzando cerca de 30 MW. Los sistemas fotovoltaicos representan el 80% de dicha potencia (Pv Magazine, 2016).

En Chile, la generación distribuida ha sido impulsada mediante la dictación de la Ley 20.571 (22.03.2012), referida a la capacidad de los consumidores de energía eléctrica para generar su propia energía ERNC e inyectar los excedentes a la red de distribución eléctrica (Orellana A. 2013).

Uruguay también fue uno de los primeros países de Sudamérica que ha adoptado una política de generación distribuida, lanzando en 2010 un programa de medición neta para la microgeneración renovable. A través de esta iniciativa, los clientes que tienen equipos que generan energía para su autoconsumo pueden vender el exceso de energía generada a la red eléctrica nacional. En sus facturas mensuales reciben un crédito que se destina a la energía consumida durante ese período (Bloomberg New Energy Finance, 2012).

En Argentina, esta modalidad de ley, se aprobó en noviembre de 2018. Este marco regulatorio sobre el sistema de suministro aquí propuesto, beneficiaría a usuarios, al medio ambiente y a la economía social. El permitir a un hogar conectarse a la red de generación eléctrica local e inyectar energía, privilegia el uso de las energías no convencionales y cuando esto ocurre, el medidor funciona en sentido inverso y en la cuenta sólo se factura el consumo neto. Este sistema es utilizado generalmente por consumidores que poseen una pequeña instalación de energías renovables (eólica o fotovoltaica), y permite verter a la red eléctrica el exceso producido por un sistema de autoconsumo con la finalidad de poder hacer uso de ese exceso en otro momento. De esta forma, cuando la demanda sea superior a la producción del sistema de autoconsumo, la empresa concesionaria del servicio público de distribución de energía eléctrica descontará en el consumo de la red de la factura, los excesos vertidos a la misma. Esto permite hacer uso de la electricidad

producida en exceso, por ejemplo, en vacaciones, por un sistema de autoconsumo fotovoltaico (Secretaría de Energía del Ministerio de Hacienda de la Nación, 2018).

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta un marco contextual actual, acerca de la metodología de Generación Distribuida en Argentina (sección 3.1) y se continúa con la delimitación del problema (sección 3.2).

3.1. Consideraciones sobre el Sistema de Generación Distribuida en Argentina

En Argentina, la reciente promulgación de la Ley No. 27424 bajo el nombre de “Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica”, implica el siguiente paso hacia una mayor proporción sustentable en la generación de electricidad. En términos generales, la ley de Generación Distribuida (GD) es el conjunto de reglas necesarias para impulsar la descentralización del mercado de generación que favorece la participación de los ciudadanos no solo como consumidores o usuarios sino también como productores potenciales (prosumidores), haciendo posible el autoconsumo y la posterior inyección o venta del excedente a los distribuidores.

Con respecto al uso de este sistema, existe una falta de incentivos que se explica principalmente por el bajo costo incurrido en el consumo de electricidad por los usuarios (como resultado de la congelación de las tarifas de los servicios públicos y el programa de subsidios existente). Por lo tanto, el uso de mecanismos como la facturación neta para promover inversiones en GD no eran interesantes. Sin embargo, en la actualidad, como el proceso para la eliminación de subsidios ha progresado mucho y se ha reorganizado la estructura tarifaria, las herramientas y mecanismos conducir a un conjunto de beneficios que pueden ayudar a alcanzar progresivamente la paridad de la red se consideran críticos y sentar las bases para desarrollar y apoyar a la GD². Además, los especialistas afirman que la GD ofrece, al mismo tiempo, otras ventajas o se beneficia desde un punto de vista social y económico, como la creación de empleo calificado (desde la energía autoproducción a la asociada con la fabricación de equipos de unidades generadoras, el desarrollo de una industria sustentable, la reducción del efecto invernadero por emisiones de gases, menos inversión de requisitos para obras de infraestructura a gran escala (o ahorro de recursos para la planificación central), así como la menor dependencia de los combustibles fósiles (INTI, 2017). La ley GD establece los términos y condiciones legales y contractuales en función de los cuales la generación de electricidad a partir de recursos renovables por los usuarios de la red está permitida

² Esto puede cambiar con el nuevo gobierno.

para el autoconsumo e inyección potencial a la red. Además, los proveedores de servicios públicos están obligados a facilitar la implementación de la actividad referida, mientras se asegura el libre acceso a la red. La ley también propone la creación del Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS), dirigido a proporcionando los recursos y financiamiento necesarios para promover la GD a través de préstamos, subsidios y reembolsos; y el régimen de incentivos para la fabricación nacional de sistemas, equipos y suministros para la GD de fuentes renovables (FANSIGED), destinado a impulsar la fabricación nacional de equipos, sistemas y suministros relacionados con GD renovable. Finalmente, con respecto al procedimiento de facturación elegido (es decir, el sistema que se utilizará para la red o compensar el valor de la electricidad consumida de la red contra la electricidad inyectada a la misma), la ley GD establece el método de facturación neta, mediante el cual el valor monetario de la electricidad demandada e inyectada se compensa con una serie de pautas establecidas en la sección 12 (KPMG,2017).

En términos generales, y como se mencionó, las fuentes renovables actualmente no tienen un considerable peso en la potencia total instalada para la generación local de electricidad (solo 2%, es decir, 0,8 GW); una situación que se ha mantenido sin cambios durante los últimos 20 años (ver Figura No. 1). Sin embargo, se espera que con base en la Ley N ° 27191 y los resultados del programa RenovAr, este escenario puede cambiar a medio plazo, incluso si consideramos que los objetivos de la Ley incluyen lograr una participación del 20% de las energías renovables en la generación total de electricidad para 2025; un objetivo que la ley GD puede ayudar a alcanzar si, además, se promueven políticas y medidas destinadas a impulsar la DG de energías renovables.

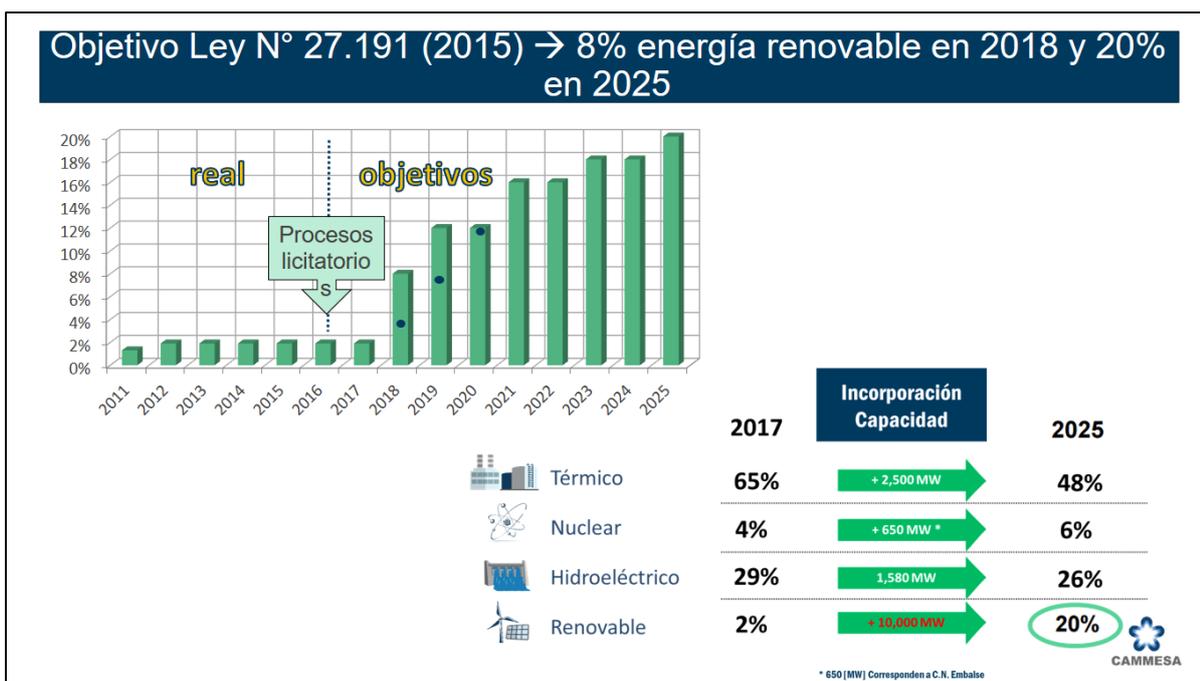


Figura 5 – Objetivo energías renovables en 2025. Fuente: CAMMESA (2019)

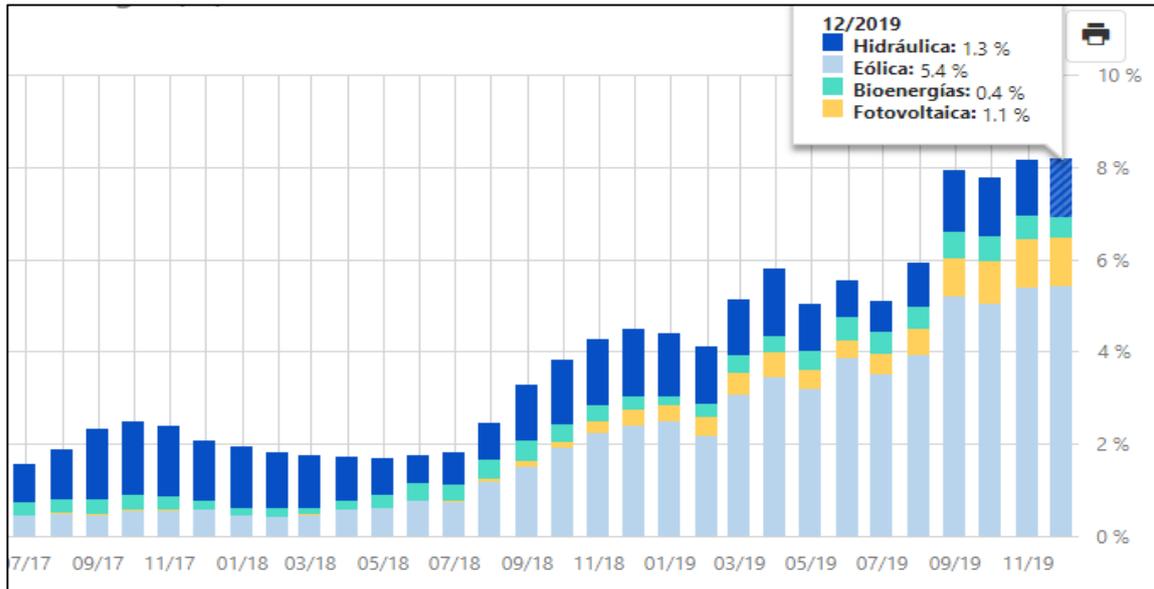


Figura 6 – Participación por tecnología renovable, sobre el total de la demanda eléctrica de Argentina (%). Fuente: CAMMESA (2019)

3.2. Delimitación del Problema

La promoción de la generación de energía y participación de las fuentes renovables forma parte de un objetivo estratégico para el gobierno argentino. Mediante el uso de fuentes de energía renovables poder alcanzar dos objetivos prioritarios: mejorar el abastecimiento eléctrico y mitigar el cambio climático, poniendo como objetivo lograr una participación del 20% de las energías renovables en la generación total de electricidad para 2025. Sin embargo, hoy representa solo el 2%, habiéndose mantenido en ese valor durante los últimos 20 años.

CAPITULO 4: ENERGIA FOTOVOLTAICA Y SU APLICACIÓN EN LA GENERACION DISTRIBUIDA.

4.1 La Energía Solar y el Efecto Fotovoltaico

La Energía solar, es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo, en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas

condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m² en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia (Barberá Santos, 2014).

El Efecto Fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad.

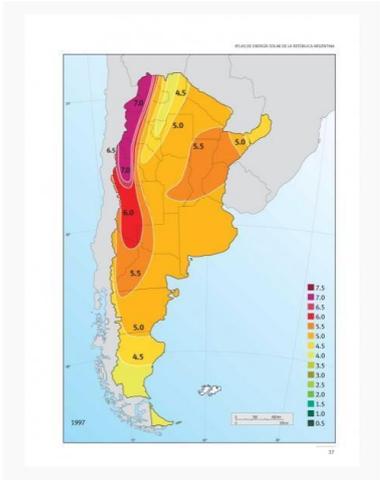
4.2 Principales Actores

En un esquema de Generación Distribuida existen cuatro partes fundamentales: un Usuario-Generador, un Distribuidor, un Ente Regulador y la Autoridad de Aplicación.

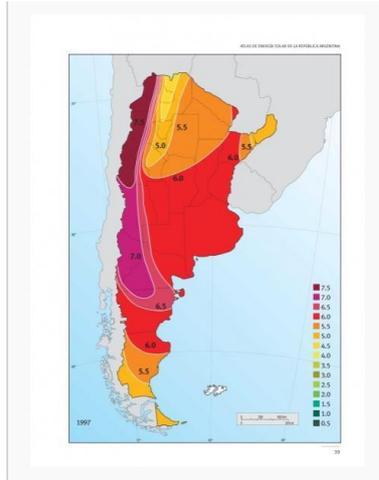
- El Usuario-Generador es un cliente del Distribuidor que ha conectado un equipo de generación distribuida de origen renovable en los términos de la Ley 27.424 y su normativa complementaria.
- El Distribuidor es el prestador del servicio de distribución de energía eléctrica en el área de concesión que le ha sido otorgado, y bajo el marco de la Ley 27.424 se encuentra obligado a comprar todo el excedente de energía eléctrica que el Usuario-Generador inyecte en su red.
- El Ente Regulador, es quien controla el cumplimiento de la normativa técnica y los requerimientos de la ley, regula las tarifas de los servicios, y aplica sanciones por incumplimiento. El Ente Regulador actúa de intermediario entre el Usuario-Generador y el Distribuidor, ante conflictos.
- La Autoridad de Aplicación del Régimen es la Secretaría de Gobierno de Energía, quien ha delegado facultades y funciones en la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. La Autoridad de Aplicación establece objetivos nacionales y lineamientos generales, determina la normativa técnica y los estándares de calidad, implementa los mecanismos de promoción y fomento, y verifica el cumplimiento de los objetivos propuestos (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019).

4.3 Análisis de Zonas de Irradiación

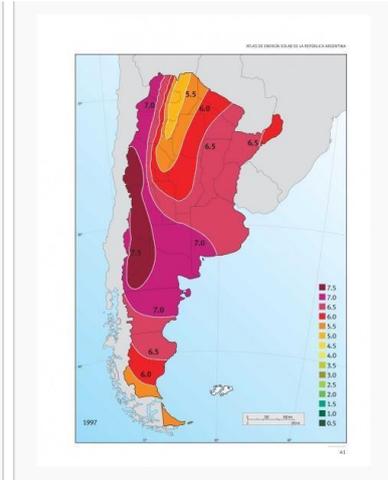
La energía solar fotovoltaica, utiliza como recurso principal la radiación proveniente del sol para su transformación en energía eléctrica. De esta manera resulta fundamental, conocer la distribución espacial y temporal de la radiación solar en el territorio argentino para su potencial utilización. Para ello se recurre al Atlas de Energía Solar de la República Argentina donde se observa por medio de mapas mensuales 100 la distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria en el plano horizontal (en kWh/m²) (Rossi Gallegos & Righini, 2007).



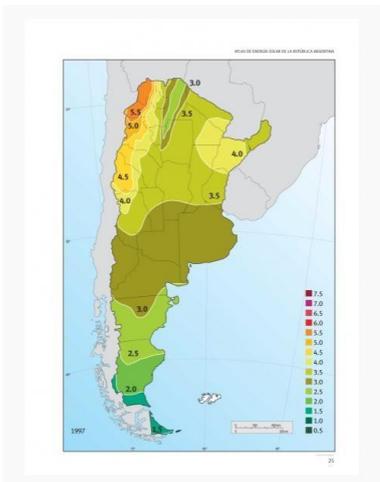
ENERO



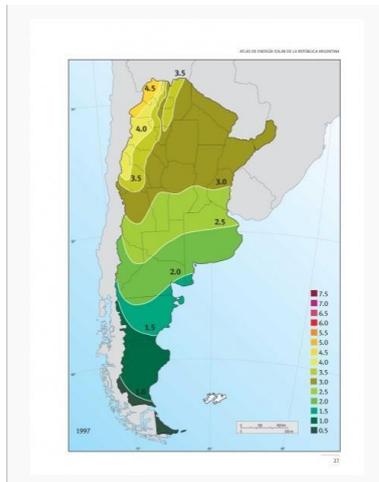
FEBRERO



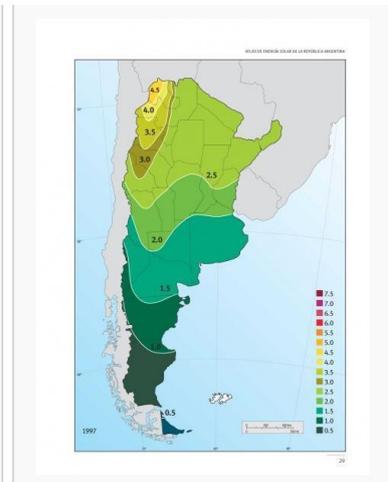
MARZO



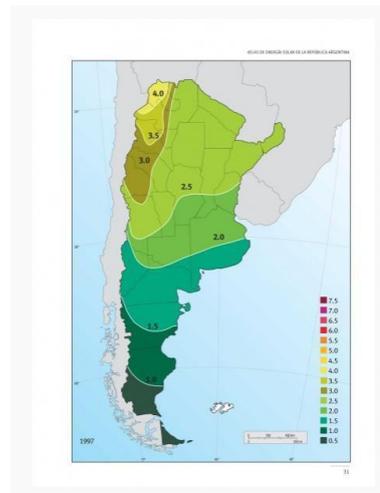
ABRIL



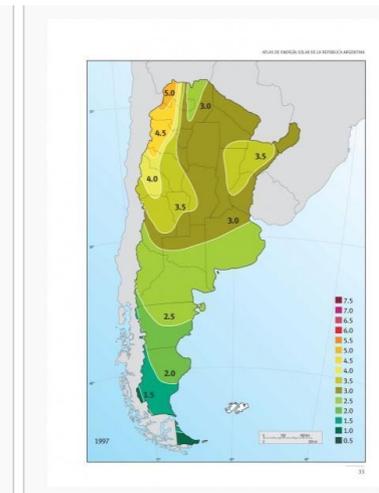
MAYO



JUNIO



JULIO



AGOSTO



SEPTIEMBRE

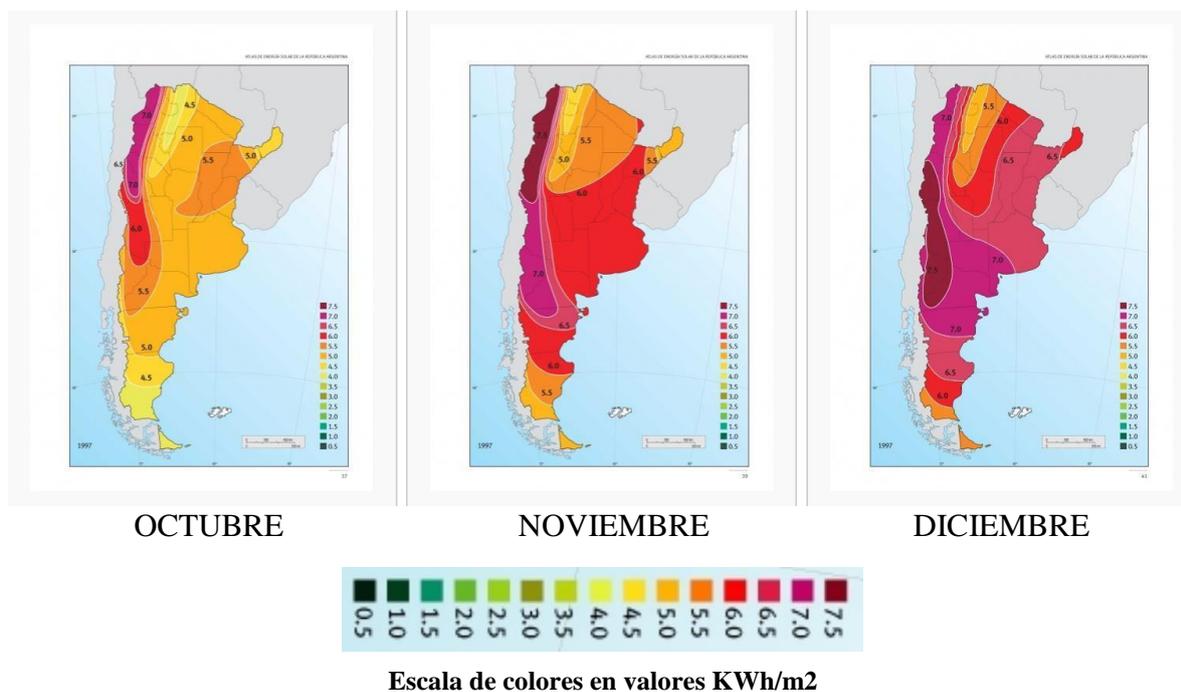


Figura 7- Cartas mensuales con la distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal. Fuente: H. Grossi Gallegos (2007).

Estos mapas solares permiten visualizar la variabilidad espacial y temporal de la radiación solar y aportan una información muy valiosa para las tecnologías que utilizan este recurso energético, como lo son los paneles fotovoltaicos.

La República Argentina tiene una gran disponibilidad de áreas con altos valores de radiación solar por unidad de superficie, la mayor parte de las provincias tienen valores promedio anuales superiores a 1.5MWh / m2 / año.

Al noreste y centro del país, las provincias de Río Negro, Neuquén, Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, La Pampa, San Luis, Córdoba, Formosa, Corrientes, Santiago del Estero, Chaco, Santa Fe, Entre Ríos y Misiones tienen una radiación promedio en el rango de 1.5 a 1.6 MWh / m2 / año.

Las regiones del noroeste y Cuyo poseen altos promedios de radiación durante todo el año. Las provincias con mayor potencial, teniendo valores más altos que los alcanzados en el resto del país, son Catamarca, Salta, San Juan, Jujuy, La Rioja y Tucumán.

Concluyendo, hay algunas provincias que están prácticamente fuera del mapa de irradiación utilizable, ya que no solo tienen valores anuales promedio inferiores a 1,5 MWh / m2 / año, sino que también muestran una gran variación entre el invierno y el verano. Santa Santa Cruz, Tierra del Fuego y parte del territorio de Chubut.

La manera en que los sistemas de generación de energía se acoplan al sistema nacional de distribución de electricidad es denominado "sistemas de generación distribuida, las tecnologías solares fotovoltaicas para uso residencial pueden instalarse en techos inclinados y planos de casas, edificios, escuelas o negocios, así como en el suelo.

4.5 Composición de un Sistema de Generación Distribuida

En el siguiente diagrama, se explica básicamente el funcionamiento de un sistema de generación distribuida, alimentado por energía solar.

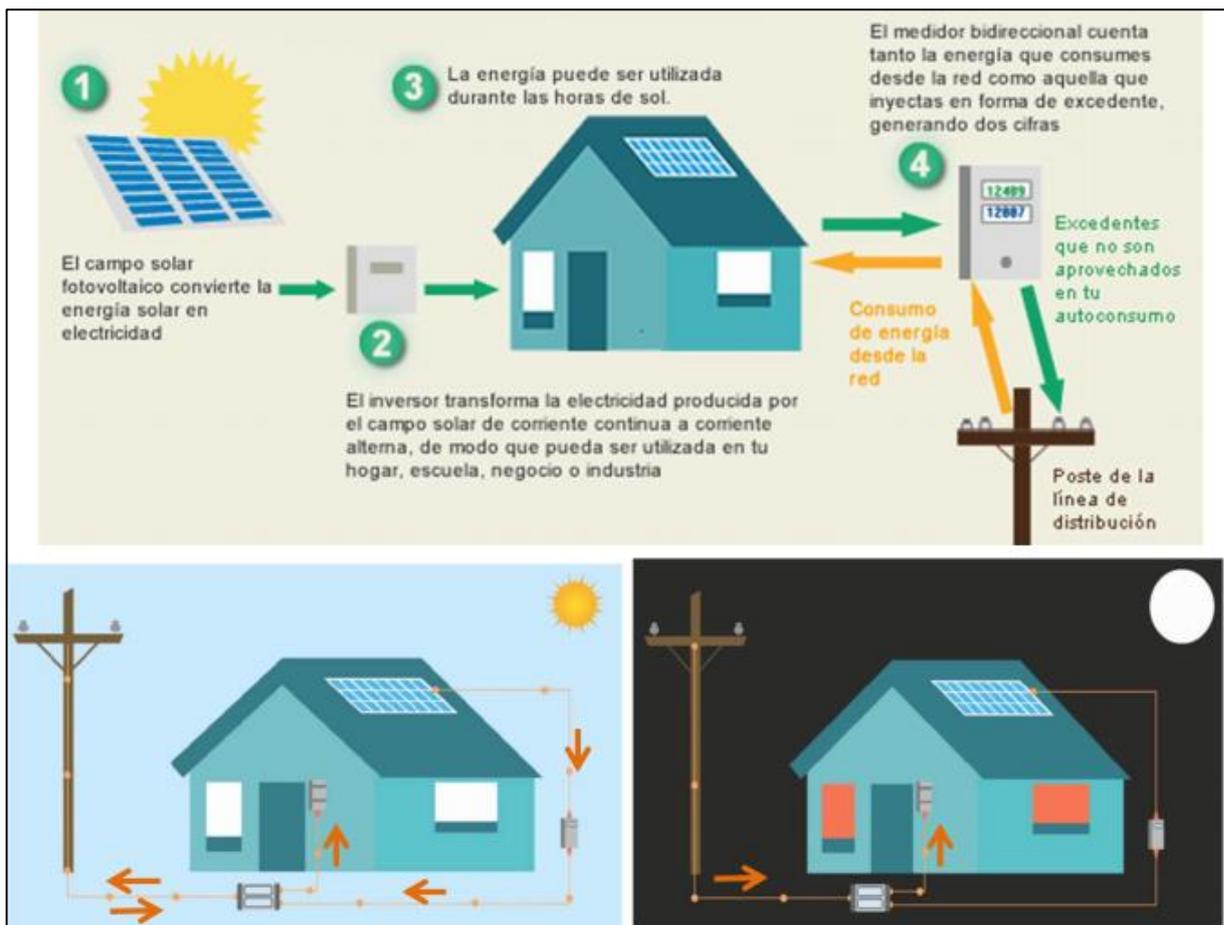


Figura 8 – Ejemplo de un sistema fotovoltaico de generación distribuida. Fuente: Prodatel (2019)

El campo solar fotovoltaico convierte la energía solar en electricidad. El inversor transforma la electricidad producida por el campo solar de corriente continua a corriente alterna, de modo de poder ser utilizada en el hogar. La energía generada durante las horas de sol puede ser consumida o inyectada a la red. El medidor bidireccional cuenta tanto la energía que se consume desde la red como aquella que se inyecta en forma excedente generando dos valores. A continuación, se explican brevemente los principales componentes.

4.5.1 - Panel Fotovoltaico

La tecnología de fabricación más difundida se basa en el uso de silicio. Este elemento es purificado y modificado químicamente para lograr las propiedades requeridas. Esta tecnología permite obtener eficiencias de conversión del orden del 18%. La mayoría de los módulos fotovoltaicos que se comercializan son básicamente de alguna forma de silicio dado que presenta la mejor relación de rendimiento en función de su precio. Las tecnologías de mayor rendimiento son más caras y tienen aplicaciones específicas como por ejemplo la industria aeroespacial. (Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, 2019)

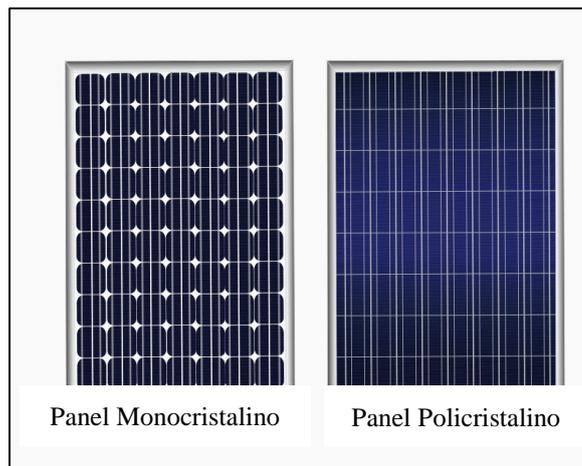


Figura 9 - Tipos de Paneles Solares. Fuente: Solar Magazine (2020)

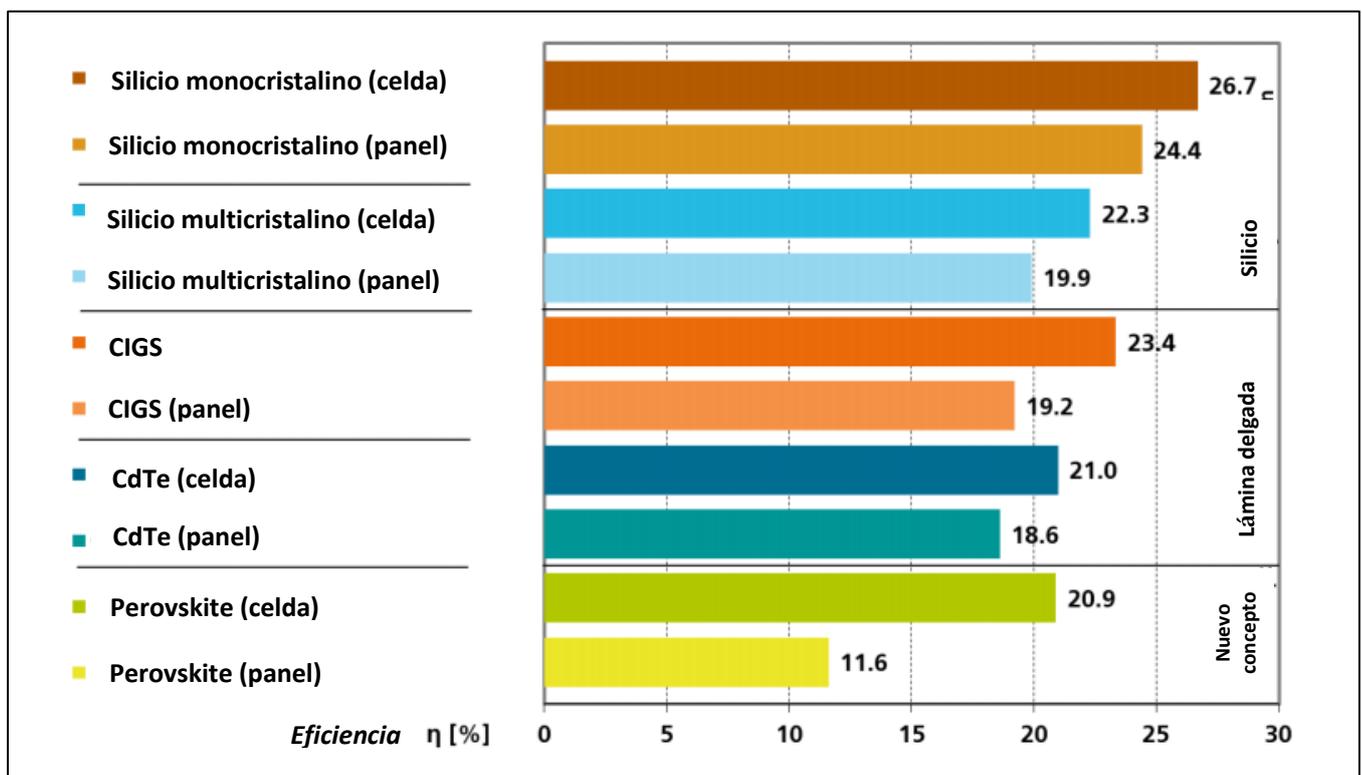


Figura 10 - Comparación de Eficiencia de Tecnologías. Fuente: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (2019).

4.5.2 - Inversor

Un inversor o convertidor es un dispositivo que transforma la energía corriente continua en energía de corriente alterna (su rendimiento está entre el 85 % y el 95%). Su uso es necesario para alimentar los receptores domésticos que funcionan en corriente alterna. Generalmente, el inversor se conecta a la salida del regulador.

Los parámetros característicos de un inversor son:

Tensión nominal: es la tensión que se debe aplicar a los terminales de entrada del inversor

Potencia nominal: es la potencia que puede suministrar el inversor de forma continua, Capacidad de

sobrecarga: el tiempo en que puede suministrar una potencia considerablemente superior a la nominal.

Rendimiento: relación entre la potencia presentada a la salida y a la entrada del inversor. Está expresado en porcentajes alimentados por el inversor en relación con su potencia nominal en tanto por ciento.

Forma de onda: la salida del inversor es una energía de corriente alterna que se caracteriza por su forma de onda, valor eficaz y frecuencia de la tensión. En el caso ideal, la forma debería ser perfectamente sinusoidal con un valor eficaz de 230v y una frecuencia de 50Hz (A. Colmenar Santos, 2015)

4.5.3 - Medidor Bidireccional

El medidor bidireccional, cuenta tanto la energía que se consume desde la red eléctrica, como aquella que se inyecta en forma de excedente, generando, por lo tanto, dos valores. El usuario, puede vender este excedente directamente a una distribuidora eléctrica a un precio regulado. En consecuencia, el cliente únicamente paga a su compañía distribuidora el consumo neto (J. Vega de Kuyper, 2018).



Figura 11 – Medidor bidireccional. Fuente: Infobae (2018)

Una vez terminada la instalación fotovoltaica y aprobada por un instalador certificado, la empresa distribuidora Edenor o Edesur, proveerá de un medidor bidireccional para ser instalado en la vivienda por un profesional que cumpla una serie de calificaciones. Fuentes: (Edenor, s.f.), (Edesur, s.f.).

CAPITULO 5: ANALISIS DE FACTIBILIDAD

5.1 Impacto Económico

Dado la complicada estructura de subsidios indirectos y directos y precios regulados, es muy complejo definir cuál es el valor real de la energía colocada en una vivienda de CABA. En el momento de estimar los beneficios de instalar energía solar en CABA, es esencial calcular cuál es el costo ahorrado por generar esta energía. El costo de la energía en una vivienda de CABA puede calcularse según los siguientes componentes:

- La generación de electricidad, implicado el costo del combustible y el costo de operación y mantenimiento de la central térmica.
- Pérdidas de energía en la red de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Valor Agregado de Distribución.

Para estimar el costo de generación se debe contemplar cuál es la energía que se desplaza al generar nueva energía renovable. Usualmente, al incorporar nuevos sistemas de generación, se apartan los equipos más ineficientes, consumiendo el combustible más costoso. Por lo tanto, podemos estimar que la energía solar en CABA desplaza la generación eléctrica en turbinas alimentadas por gas oíl. Desde abril de 2018 hasta marzo de 2019, Central Puerto generó 9.981 GWh, de los cuales un 4% fue producido mediante el consumo de gasoil, dando como resultado un valor de 399.240.000 KWh

(Central Puerto, 2019a). Este valor de energía eléctrica, fue realizada con los generadores CEPUCC11 y CEPUCC12, que son los que utilizan este combustible.

Mientras que la potencia instalada de sistemas solares fotovoltaicos esté en el orden de pocos kW o MW esta hipótesis se sostiene; a medida que la potencia instalada aumente significativamente habrá que considerar un mix de combustibles y equipos, incluyendo gas y fuel oil. Partiendo del rendimiento declarado de estas máquinas, se calcula que, en promedio, tienen un rendimiento térmico de 1.604 kCal/kWh (Central Puerto, 2019b).

Esto corresponde a un consumo de 0,57 m³ de gasoil por MWh generado considerando una densidad de 325 kg/m³ y un poder calorífico de 8580 Kcal/kg (CAMESSA, 2020a). Hasta abril de 2020, el precio del gas oil declarado por CAMMESA es de 488,19 USD/m³. De la misma

manera, tendremos en cuenta el costo del flete de transportar el combustible desde el puerto, hasta la central en cuestión, que tomando un promedio del flete hacia Central Puerto (7,22 U\$D /m³) y Central Costanera (9,27 U\$D /m³) (CAMESSA, 2020b), da como resultado 8,24 USD/m³.

El costo de combustible considerado, entonces, es de 496,5 U\$D/m³; esto redundará en un costo de generación eléctrica de **283 U\$D/MWh**. Vale aclarar que, para este análisis, solo consideraremos el impacto en el ahorro de gasoil. Sin tener en cuenta gastos operativos ya que las centrales generadoras térmicas también utilizan otros combustibles que no son el foco de este análisis. Posteriormente a la generación, existe un costo asociado a la distribución de electricidad, desde las centrales hacia los consumidores. Sin embargo, este costo no lo consideraremos, ya que la Generación Distribuida fotovoltaica, necesita también de esta red distribuidora, por lo que este costo no podría prescindirse, aunque posiblemente sería menor. Como conclusión, podemos decir que un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución de la ciudad de Buenos Aires, por cada MWh producido, genera un valor (o desplaza un costo) correspondiente a **283 U\$D/MWh**.

5.2 Impacto Ambiental

Los motores diesel emiten una mezcla compleja de contaminantes, que incluye tanto material gaseoso como sólido. El material sólido en el escape diesel se conoce como partículas de diesel (DPM). Más del 90% de DPM tiene menos de 1 µm de diámetro (aproximadamente 1/70 del diámetro de un cabello humano), y por lo tanto es un subconjunto de partículas de menos de 2.5 micrones de diámetro (PM_{2.5}). El DPM generalmente está compuesto de partículas de carbono ("hollín", también llamado carbono negro o BC) y numerosos compuestos orgánicos, que incluyen más de 40 sustancias orgánicas causantes de cáncer conocidas. Los ejemplos de estos productos químicos incluyen hidrocarburos aromáticos policíclicos, benceno, formaldehído, acetaldehído, acroleína y 1,3-butadieno.

El escape diésel también contiene contaminantes gaseosos, incluidos compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno (NO_x). Las emisiones de NO_x de los motores diésel son importantes porque pueden sufrir reacciones químicas en la atmósfera que conducen a la formación de PM_{2.5} y ozono (The California Air Resources Board, 2017). Se sabe que las partículas de escape diésel son un carcinógeno humano basado en los hallazgos de tasas elevadas de cáncer de pulmón en grupos ocupacionales expuestos a gases de escape diésel (U.S Department of Health and Human Services, 2011).

En este análisis se tendrán en cuenta los dos principales contaminantes producidos en la combustión de gasoil; óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), un gas que tiene un rol fundamental en el efecto invernadero. Un estudio de la calidad del aire en el que se evalúa el grado de contribución de diferentes fuentes,

muestran que las centrales térmicas Central Puerto y Central Costanera, representan la principal fuente de NOx.

Anualmente más del 50% de las emisiones de esos gases provienen de las centrales térmicas (Mazzeo y Venegas, 2004)

Tipo de fuente	NOx (ton/año)	%
Centrales térmicas	29600	51,69
Vehículos	18905	33,02
Transporte de pasajeros	5689	9,94
Residencias	1970	3,44
Aviones	419	0,73
Comercios	394	0,69
Pequeñas industrias	284	0,50
Total	57261	100

Figura 12 - Contribuciones de las diferentes categorías de fuentes a la emisión anual de NOx Fuente: Mazzeo y Venegas (2004)

Los generadores de electricidad que utilizan gasoil, similares a los que se encuentran en Central Puerto tienen factores de emisión promedio de 723 kg CO₂/MWh y 4,99 Kg SO_x/MWh (Chandrasekharam & Bundschuh, 2002)

En cuanto al factor de emisión de óxidos de nitrógeno, se toma un promedio de generadores semejantes, siendo este valor de 13,7 Kg NO_x/MWh (Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, 2004).

Como conclusión, podemos estimar que por cada MWh generado por medio de un sistema fotovoltaico en la ciudad de Buenos Aires, se evitaría la emisión de 723 Kg CO₂, 5 Kg SO_x y 13,7 Kg NO_x.

5.3 Impacto Técnico

En la alimentación hacia la red de distribución eléctrica, desde un hogar que utiliza abastecimiento de energía fotovoltaica, debemos tener en cuenta el análisis de la corriente, para evitar problemas principalmente en los transformadores que forman parte de esta red.

Actualmente en una típica vivienda residencial puede encontrarse un número importante de cargas no lineales: televisores, computadoras personales, equipos de audio, hornos a microondas, lámparas fluorescentes, LED, etc., las que introducen una elevada distorsión armónica en la red de distribución. Muchos de estos dispositivos utilizan fuentes convertidoras de c.a. a c.c., que en esencia consisten en diodos rectificadores de onda completa que alimentan a un condensador conectado en paralelo con la carga. La continua carga y descarga del condensador provoca distorsiones en la forma de onda de la corriente presentando crestas puntiagudas. Las cargas no lineales originan corrientes armónicas que se propagan en las redes de transmisión y distribución

eléctrica, afectando los índices de calidad del suministro. Esto puede producir problemas de calentamiento en las líneas y transformadores de distribución (Suarez & Di Mauro, 2005). La corriente lineal, tiene una forma sinusoidal, que sigue a la tensión con una simple constante (Figura 11).

Una carga se considera no lineal si su impedancia cambia con el voltaje aplicado. La impedancia cambiante significa que la corriente consumida por la carga no lineal no será sinusoidal incluso cuando esté conectada a un voltaje sinusoidal (Figura 12). Donde se puede apreciar la distorsión.

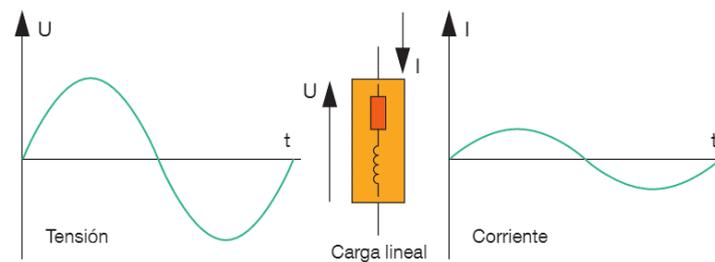


Figura 13 – Corriente lineal. Fuente: Sector Electricidad (2015).

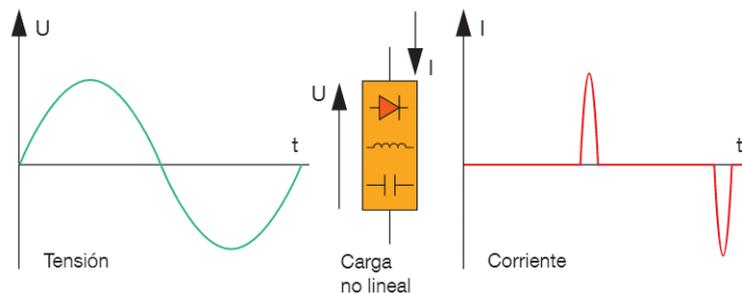


Figura 14 - Corriente no lineal. Fuente: Sector Electricidad (2015).

En un estudio reciente (Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, 2019), analizaron con qué grado de distorsión, la corriente es inyectada a la red de distribución eléctrica, desde un circuito de generación fotovoltaica. Realizaron una serie de mediciones, con el siguiente esquema:

- 1) Medición de un edificio administrativo.
- 2) Medición de un parque fotovoltaico con inversores de última generación.
- 3) Medición de una carga puntual constituida por un conjunto de tubos LED.

Caso 1:

Se trata de un edificio administrativo de 13 kW ubicado en la localidad de Benavidez. se realizó un registro oscilográfico de la corriente inyectada en la red, (Figura 13). En el mismo se observa

que la onda de tensión es virtualmente senoidal, y que la onda de corriente se encuentra fuertemente deformada debido al tipo de carga alimentada.



Figura 15 – Registro oscilográfico de un edificio administrativo. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019)

Caso 2:

Se trata de un parque fotovoltaico de 7,4 KW, compuesto de 20 paneles solares 350 W, un inversor Solar Edge y 20 optimizadores P350W, ubicado en la UTN FRGP conectado a la red de alimentación de la compañía distribuidora, a la que entrega la energía generada. Se realizó un registro oscilográfico de la corriente inyectada en la red (Figura 14). Se observa claramente que la onda es virtualmente senoidal, con una pequeña componente de ruido eléctrico más allá de la casi inexistente deformación armónica.

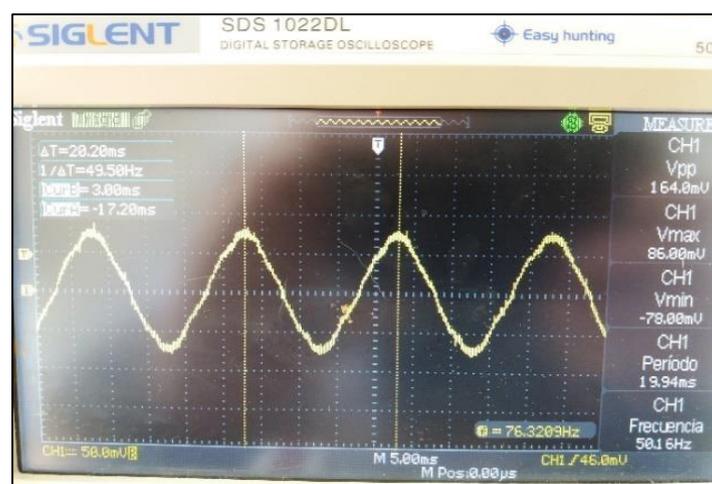


Figura 16 – Registro oscilográfico de la instalación fotovoltaica. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019)

Caso 3:

A los fines de comparación se realizó esta medición sobre una batería de tubos LED de un laboratorio de la facultad, siendo esta la única carga aplicada. La selección se basó en comparar el impacto de la carga que se sabe de alto contenido armónico, de manera de poder comparar el efecto sobre la red de este tipo de cargas frente al que produciría un parque solar.

Se realizó un registro oscilográfico de la corriente inyectada en la red (Figura 15).

Se observa claramente la importantísima distorsión armónica que introducen este tipo de cargas introducen en la red y cómo estas pueden reducir la potencia útil que un transformador podría entregar sin deteriorarse.

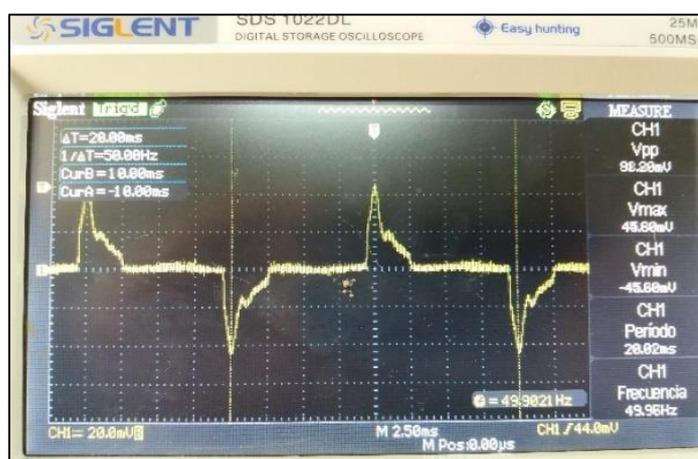


Figura 17 – Registro oscilográfico de un laboratorio con luminarias LED. Fuente: Giampaolo G., Tamburini C., Crivicich R. & Canzian A, (2019)

Como conclusión, podemos decir que la distorsión armónica debida a paneles solares con inversores de última generación resulta baja (6%); en tanto que, se observa una elevada distorsión en un edificio con luminarias LED del orden del 40% en promedio. Lo anterior demuestra que la inyección a la red del excedente domiciliario, no generará mayores problemas en la red.

5.4 Aspectos Legales para la implementación en CABA

El día 14 de mayo de 2019, La Ciudad Autónoma de Buenos Aires adhirió a la ley nacional N° 27.424, por la cual se establece el “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica” y su normativa complementaria. La Ciudad de Buenos Aires se sumó al régimen nacional, por lo que dará exenciones impositivas a quienes inyecten electricidad de generación propia a la red general de distribución.

Esta decisión adoptada por la Legislatura local, mediante una ley sancionada este jueves, dispone que se exima del pago del Impuesto sobre los Ingresos Brutos a la “actividad de inyección a la red de excedentes de energía eléctrica generada por el usuario-generador” Igualmente se libera de Impuesto de Sellos “a los instrumentos que se suscriban para el desarrollo de la actividad de generación eléctrica de origen renovable por parte de los usuarios-generadores de la red de distribución para su auto consumo y para la eventual inyección de excedentes a la red”. Además, el “usuario-generador “tendrá una reducción de un veinte por ciento en los Derechos de Delineación y Construcción” (Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019).

5.5 Grado de aceptación por parte de las Empresas Distribuidoras (Edesur/Edenor)

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica, Edenor y Edesur son las responsables por la gestión de las solicitudes y habilitaciones de usuarios para poder ser también generadores. Por tal motivo, es de suma importancia el nivel de aceptación de estas empresas del sistema de Generación Distribuida.

Edenor, en su página web (Edenor, s.f.) muestra una gran cantidad de información, sobre la Generación Distribuida. En esta, se explica detalladamente como acceder a este tipo de conexión, y como realizar fácilmente el trámite para que la empresa conceda un medidor bidireccional a quien lo solicite siempre y cuando cumpla con los requisitos normativos de una instalación realizada por un instalador certificado.

Edesur, muestra en su sitio web (Edesur, s.f.), información y facilidades de las mismas características que Edenor, para acceder a este tipo de conexión.

Como conclusión podemos estimar que tanto Edenor como Edesur, muestran un gran compromiso y aceptación, para incentivar a los usuarios a ser generadores.

5.6 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica que sirve para evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de un proyecto, negocio empresarial o de cualquier otra situación que requiera una decisión. (Office of Government Commerce, 2009)

Para mejorar su precisión, su rigurosidad y facilitar la toma de decisiones, varios autores han desarrollado propuestas. Destaca la de Fred David, quien plantea el objetivo de realizar una “auditoría estratégica”, equivalente al diagnóstico interno citado que incluye las oportunidades y las amenazas. La propuesta difiere del FODA tradicional, pues propone utilizar matrices donde se determinan los factores claves del éxito y, posteriormente, se definen las características y se le otorga un peso a cada característica y una calificación (matrices EFI y EFE) (Bonilla, 2003).

5.6.1 Matriz FODA

A partir de este análisis se realizará una evaluación del entorno interno (Fortalezas y Debilidades) y externo (Oportunidades y Amenazas) de la implementación de un sistema de GD.

Fortalezas

- *Gratuidad y Perpetuidad de la fuente*

La ventaja que poseen las energías renovables es que obtienen energía de procesos cíclicos naturales de donde se obtiene energía sin generar cambios en el medio ambiente. El sol es un recurso natural y perpetuo.

- *Bajo costo de generación*

Aunque la inversión inicial alta, los costos de operación y mantenimiento son casi nulos.

- *Reintegro por inyectar a la red el excedente*

Siempre que los paneles reciban luz solar, se generará electricidad que aportará a disminuir el consumo de la red eléctrica, o bien aportará el excedente a la misma, recibiendo un descuento en la factura.

- *Sustentable*

No contaminan la atmósfera, no producen gases de efecto invernadero ni tampoco contaminación del agua. Además, no produce contaminación acústica, ya que su generación es silenciosa.

- *Gran vida útil*

Estas instalaciones tienen una duración promedio, garantizadas por sus fabricantes, de 25 años.

Oportunidades

- *Demanda creciente*

Debido al desarrollo de nuevas tecnologías y los cambios sociales y de vida diaria existen nuevas necesidades de electricidad. Por ejemplo, el aumento de los sistemas de calefacción y refrigeración ha incrementado el consumo a nivel hogares.

- *Conciencia Ambiental*

Hay una creciente tendencia de conciencia ambiental y el desarrollo de energías limpias ha visto un auge importante. Cada día aumenta el pensamiento ecológico y se busca mejorar o al menos reducir la contaminación.

- *Apoyo gubernamental*

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires adhirió a la ley nacional N° 27.424, por la cual se establece el “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica” y su normativa complementaria

- *Avance de la tecnología*

La innovación en materiales y procesos de fabricación, históricamente tuvieron un gran impacto en la disminución de los costos de los componentes de los equipos fotovoltaicos y el aumento de eficiencia de los mismos. El precio de las placas solares fotovoltaicas ha descendido entre un 65% y un 75% entre 2009 y 2013, y el precio de la energía lo ha hecho un 80% desde 2008, con una tendencia a la baja en los próximos años (El periódico de la energía, 2014).



Figura 18 – Evolución de los costos de una instalación GD. Fuente: Irena, 2014

Debilidades

- *Baja eficiencia*

Desafortunadamente, las tecnologías existentes tienen rendimientos muy bajos en comparación con otras fuentes de energía; esto significa que la energía producida es aproximadamente un tercio de la energía que teóricamente podría producirse (las células de primera generación que son las más comunes, tienen rendimientos de alrededor del 33%, mientras que, por ejemplo, una turbina eólica puede tener un rendimiento entre 40 y 50%

- *Alta inversión inicial*

El desembolso de dinero para realizar la instalación, es considerable.

- *Ocupación de superficie*

Los paneles solares requieren que se destine un área de la casa para la instalación.

- *Ubicación donde reciba luz solar*

Las celdas fotovoltaicas deben ubicarse de manera tal que puedan recibir luz solar.

Amenazas

- *Incidencia del clima*

La radiación solar varía según la climatología. Existe una variación en las cantidades producidas de acuerdo con la situación del tiempo (lluvia, nubes, granizo) que dificultan la previsión energética

- *Subsidios estatales a la tarifa de electricidad*

El servicio eléctrico domiciliario se encuentra subsidiado desde hace varios años, siendo este un factor que incide fuertemente en la decisión de invertir en energía fotovoltaica.

- *Caída del precio del petróleo*

Si esta fuente de energía disminuye su precio por tiempo indefinido a un valor considerablemente bajo, es muy posible que esto afecte negativamente la competitividad de la energía fotovoltaica.

- *Devaluación de la moneda*

Debido a que estas instalaciones poseen componentes importados, una devaluación de la moneda impactaría en el precio hacia el alza.

- *Restricciones a las importaciones*

Las políticas tomadas respecto a aranceles, limitación de cupos y cualquier otra medida que pueda impactar en la importación de componentes.

5.6.2 Matriz de Evaluación de los Factores Internos (EFI)

En dicha matriz, se listan los factores más relevantes que afectan o pueden afectar al proyecto estudiado y su entorno, asignándoles un peso relativo a cada uno y a su vez una calificación que varía entre 1 y 4. Para la elaboración de esta matriz se utiliza el siguiente procedimiento (García, 2013):

- Preparar una lista de aquellos factores que participen en mayor grado en el éxito de la gestión empresarial, incluyendo tanto fortalezas como debilidades, asignando a los mismos un porcentaje representativo de la incidencia en el factor elegido.
- El porcentaje adjudicado a un factor dado indica la importancia relativa del mismo para alcanzar el éxito en la industria a que pertenece la empresa, independientemente que el factor clave represente una fortaleza o una debilidad interna; se incluirán aquellos factores de mayor repercusión en el desempeño de la empresa, los cuales llevarán el peso más alto, cuyo total sumará la unidad. Según que el factor represente una debilidad mayor

- (calificación 1), una debilidad menor (calificación 2), una fortaleza menor (calificación 3) o una fortaleza mayor (calificación 4). dicha calificación numérica será de menor a mayor dentro los límites establecidos (1 a 5 o 1 a 10).
- Las calificaciones se refieren a la empresa, mientras que el peso a la industria a que pertenece la misma.
- Multiplicar el peso de cada factor por la calificación que le corresponda para determinar un valor ponderado para cada variable.
- Sumar las calificaciones ponderadas de cada variable para determinar el total ponderado de la empresa.

Sea cual fuere la cantidad de factores que se incluyan en una matriz EFI, el total ponderado puede expresarse de un mínimo de 1 a un máximo de 4, o sea una calificación promedio de 2,5; en esa forma, los totales ponderados muy por debajo de 2,5 caracterizarán a las empresas débiles lo interno, mientras que las calificaciones por arriba de 2,5 indicarán una posición interna fuerte

Matriz EFI

Factores críticos para el éxito	Peso	Calificación	Total ponderado
Fortalezas			
Gratuidad y Perpetuidad de la fuente	0,15	4	0,60
Bajo costo de generación	0,10	4	0,40
Reintegro por inyectar a la red el excedente	0,08	4	0,32
Sustentable	0,07	4	0,28
Gran vida útil	0,15	3	0,45
Debilidades			
Baja eficiencia	0,05	2	0,10
Alta inversión inicial	0,20	1	0,20
Ocupación de superficie	0,10	1	0,10
Ubicación donde reciba luz solar	0,10	1	0,10
Total	1,00		2,55

Figura 19 – Matriz de Evaluación de Factores Internos. Fuente: elaboración propia

5.6.3 Matriz de Evaluación de los Factores Externos (EFE)

Esta matriz permite resumir y evaluar la información del entorno de carácter económico, social, cultural, demográfico y ambiental de la empresa.

El procedimiento a seguir para valorizar esta matriz es similar a la anterior, con la única diferencia que la selección, asignación y calificación se realiza sobre los distintos conceptos que constituyen las oportunidades y amenazas.

Factores críticos para el éxito	Peso	Calificación	Total ponderado
Oportunidades			
Demanda de energía creciente	0,10	3	0,30
Conciencia Ambiental	0,13	4	0,52
Apoyo gubernamental	0,13	4	0,52
Avance de la tecnología	0,08	4	0,32
Amenazas			
Incidencia del clima	0,07	2	0,14
Subsidios estatales a la tarifa eléctrica	0,23	1	0,23
Caída del precio del petróleo	0,10	1	0,10
Devaluación de la moneda	0,08	1	0,08
Restricciones a las importaciones	0,08	2	0,16
Total	1,00		2,37

Figura 20 – Matriz de Evaluación de Factores Externos. Fuente: elaboración propia

5.6.4 Conclusión del Análisis FODA

La matriz EFI da un resultado de 2,55, el cual al ser superior al valor de quiebre (2,50) indicando que la GD tiene una posición interna fuerte. Con respecto a la EFE, su valor menor a 2,50, indica que tiene una posición externa débil, estando más expuesto a ser perjudicado por las amenazas que a ser beneficiado aprovechando las oportunidades

5.7 Hábitos Ecológicos y Conciencia Ambiental

Como se detalló en el FODA; siendo la sustentabilidad una gran fortaleza de la GD, se analizará detalladamente en qué grado se encuentra actualmente el interés social sobre este campo.

El aspecto sustentable, es una fortaleza en la aplicación de GD en los hogares, cuyo pilar es la conciencia ambiental manifestada desde la generación Millennial.

Los jóvenes nacidos entre 1981 y 1995, conocidos como Millennials, son "los más conscientes con el medio ambiente y la sostenibilidad", estos jóvenes tienen entre 25 y 39 años y marcan un cambio generacional en referencia al cuidado del medio ambiente. La influencia de los niños sobre sus padres a base de "molestarlos para que hagan algo", surte efecto pues incomodan a sus progenitores tratando de que arreglen aquello que se hace erróneamente en sus casas y que actúen de acuerdo con lo aprendido en las aulas. aseguró a Efe la directora de Forum for the Future, Sally Uren (Millennials, los más conscientes con el medioambiente, 2016).

Se realizó un estudio sobre el nivel de compromiso que tiene la población en términos ambientales (Universidad de Tres de Febrero, 2016). El marco de la encuesta es el siguiente:

- Área geográfica: Área Metropolitana de Buenos Aires.
- Población bajo estudio: personas residentes en Capital Federal y Gran Buenos Aires, de 16 años a más.

- Fecha de realización: la encuesta fue realizada entre los días 12 al 15 de abril del 2016.
- Diseño muestral: se aplicó un diseño de marco muestral telefónico. La recolección de la información se realizó mediante soporte IVR.
- Tamaño de la muestra: 885 casos
- Error muestral bajo un supuesto de MAS: +/-2,4%.
- Nivel de confianza: 95,5%.

De este extenso estudio, se extraen dos estadísticas relevantes para la Tesis en cuestión:

1) Un 93% de los consultados indicó que en sus hogares fueron remplazadas las lamparitas tradicionales por otras de bajo consumo. Asimismo, un 82% de ellos expresó que en sus viviendas se mantienen apagadas las luces y los electrodomésticos que no están en uso; mientras que un 73% afirmó que procura siempre cerrar las canillas (por ejemplo, al momento del lavado de dientes, lavado de platos y utensilios de cocina) y repararlas cuando es necesario para evitar el desperdicio de agua.

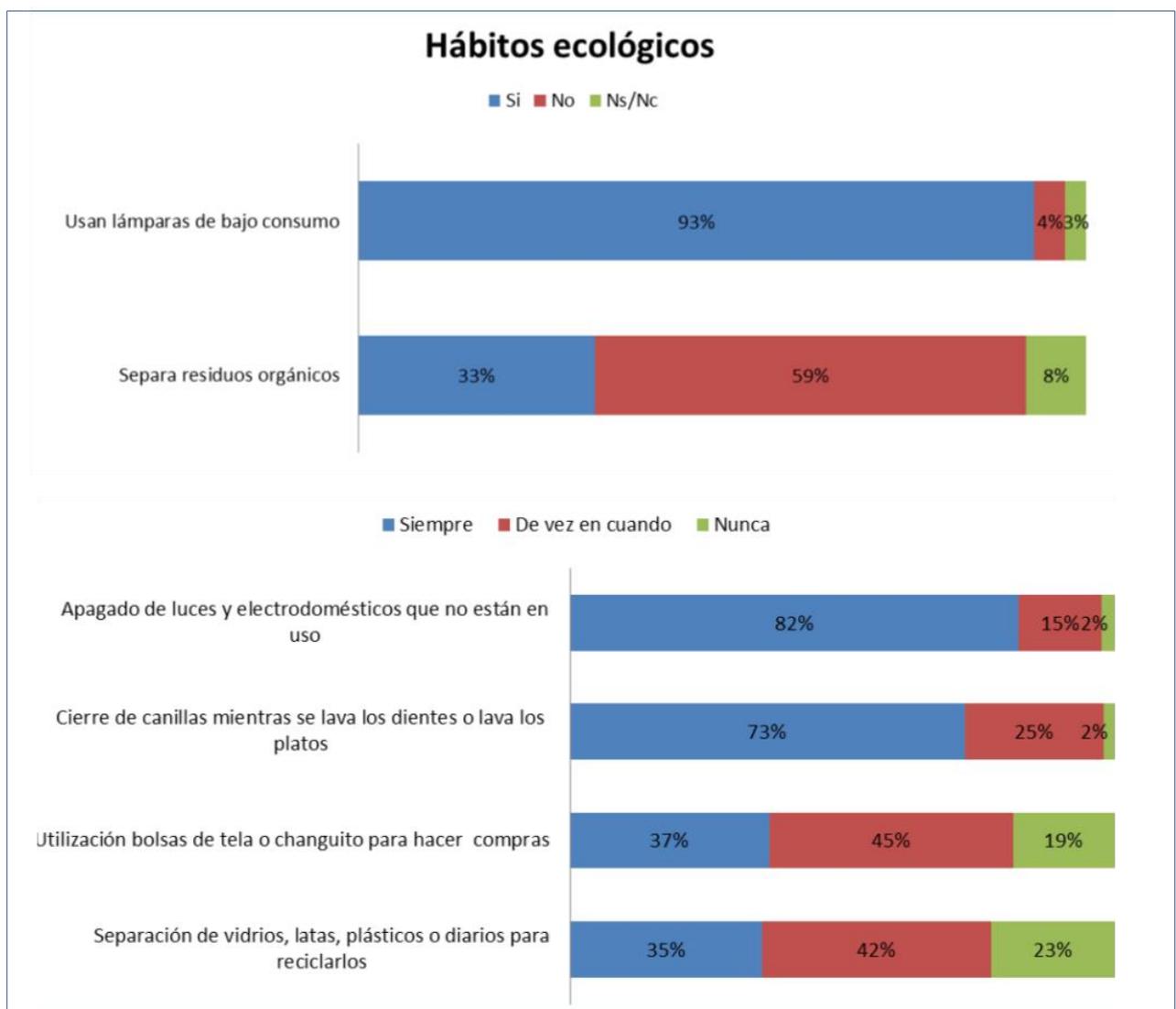


Figura 21 Hábitos Ecológicos. Fuente: Univ. de Tres de Febrero. (2016)

Pudo evidenciarse que 6 de cada 10 consultados han implementado sólo aquellas prácticas ecológicas que –a su vez- **permiten el ahorro energético o la reducción de los costos de los productos consumidos en el hogar**. O sea, la internalización de estas recomendaciones depende de su capacidad para generar una utilidad económica en el corto o mediano plazo para el presupuesto familiar;

2) Según la Convención Marco de las Naciones Unidas, los efectos adversos del cambio climático implican modificaciones en el ambiente físico, que tienen efectos nocivos significativos en la composición, capacidad de recuperación y la productividad de los ecosistemas naturales, así como al funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, la salud y el bienestar humano (Naciones Unidas, 2019).

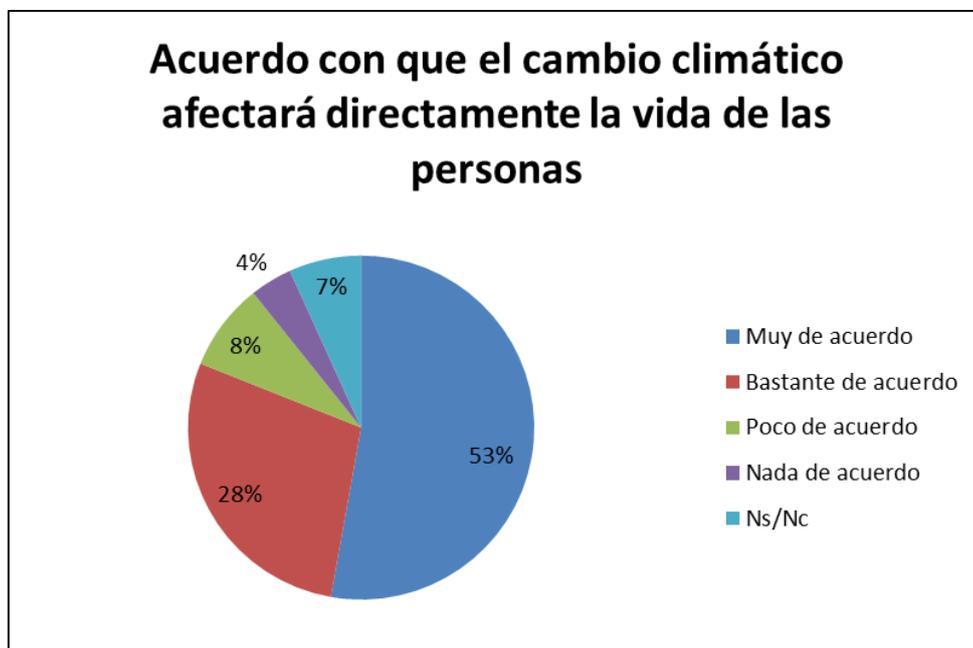


Figura 22 – Encuesta sobre las consecuencias de cambio climático Fuente: Univ. de Tres de Febrero. (2016)

En este sentido, observamos que el 81% de los consultados se mostró bastante o muy de acuerdo con la frase que indica que el cambio climático afectará directamente la vida de las personas. Solamente el 12% consideró que esto no será así.

En conclusión, vemos que proteger la ecología, cuidar el ecosistema y tomar conciencia sobre las consecuencias directas que la contaminación medioambiental generará en nuestras vidas, forma parte de la agenda de preocupaciones de gran parte de la población entrevistada. Sin embargo, los hábitos sustentables más representativos, son los que generan un ahorro, por ejemplo, el uso de lámparas de bajo consumo, o no dejar el agua corriendo.

5.8 Grado de interés social sobre la GD

Para que la GD llegue a implementarse en forma masiva, primero debe ser difundido entre los ciudadanos, para que estos tengan conocimiento sobre la existencia de este sistema, sus ventajas y desventajas, etc. En el siguiente análisis, entenderemos si esta información está llegando a los consumidores domésticos de energía eléctrica.

Actualmente existen numerosos medios de comunicación para realizar una publicidad o propaganda. Según un reciente libro (Mónica Mendoza Castillo, 2019), y el tipo de producto en cuestión, los medios adecuados para este caso, son principalmente: publicidad digital, publicidad tradicional (periódicos y revistas, radio, televisión, exterior), street marketing, eventos (ferias, jornadas de puertas abiertas, talleres y formación) y redes sociales.

El autor de esta tesis, realizó una búsqueda sobre qué medios se están utilizando para difundir la GD, verificándose que la información se encuentra principalmente en los sitios web de las empresas distribuidoras de energía eléctrica y del gobierno, así como también artículos en algunos periódicos. Por lo tanto, no se están utilizando medios de difusión suficientes para que la GD llegue a ser de conocimiento masivo.

Para estimar el grado de interés de la población en estudio, con respecto a la GD, se analizó la fuente de búsquedas realizadas en Google, realizadas en CABA, desde el 02/11/2019 hasta el 02/06/2020.

Fueron estudiados una serie de gráficos, donde en el eje de ordenadas, se muestran los números que reflejan el interés de búsqueda en relación con el valor máximo de un gráfico en una región y un periodo determinados. Un valor de 100 indica la popularidad máxima de un término, mientras que 50 y 0 indican que un término es la mitad de popular en relación con el valor máximo o que no había suficientes datos del término, respectivamente. Y el eje de abscisas, muestra el periodo de tiempo.

Primero comparamos una búsqueda masiva y popular; “mercado libre” con respecto a algo de mediano interés; “bitcoin” (figura 19).



Figura 23 – Interés de búsqueda en Google (I). Fuente: Google (2020).

El claramente notoria la diferencia en la proporción entre ambos términos de búsqueda. Ahora compararemos a la búsqueda de “bitcoin” con respecto a la Generación Distribuida y términos asociados a la misma (figura 20).

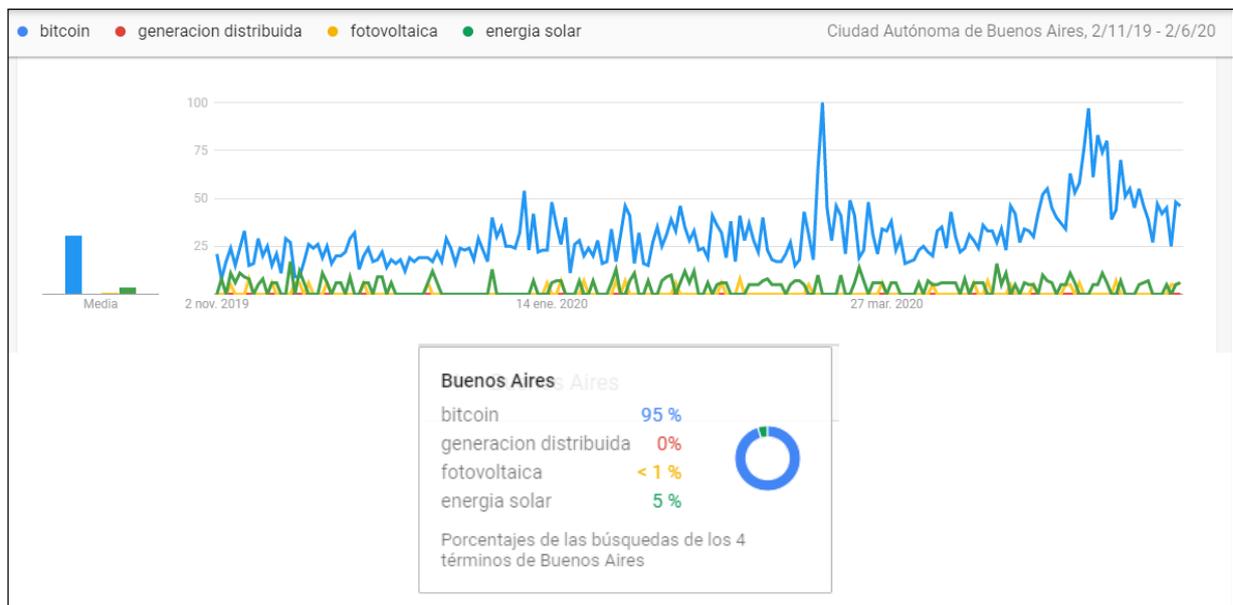


Figura 24 – Interés de búsqueda en Google (II). Fuente: Google (2020).

Se evidencia que el término “bitcoin” absolutamente irrelevante en el grafico xx, tiene una gran relevancia en comparación con los términos asociados a la energía fotovoltaica.

Por último, analizaremos los términos de búsqueda asociados a la energía fotovoltaica, comparados con la búsqueda de la palabra “grafeno”, el cual es un material que está totalmente fuera del interés popular (figura 21).

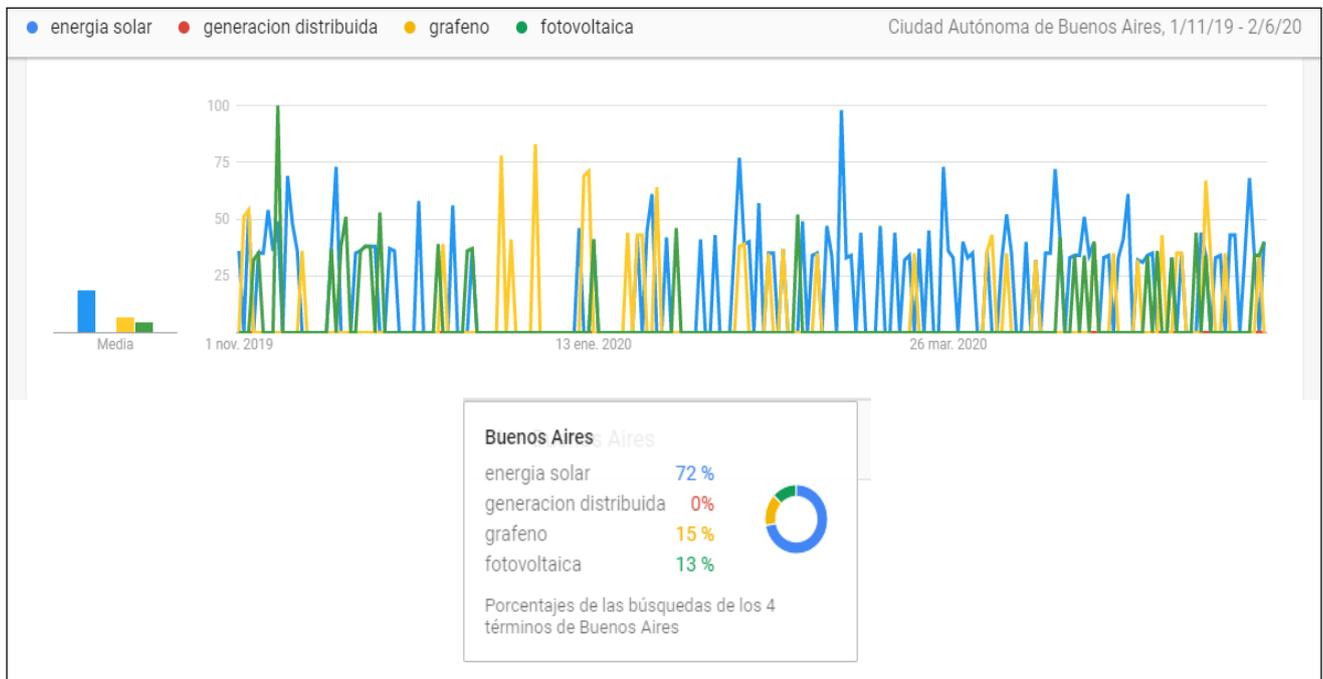


Figura 25 – Interés de búsqueda en Google (III). Fuente: Google (2020).

Este gráfico muestra que la GD representa 0% en comparación con la “energía solar”, el cual es un término de búsqueda muy amplio, ya que puede incluir, por ejemplo, a la energía solar térmica. Y la palabra “fotovoltaica” es aún menos buscada que “grafeno”.

Se concluye que es evidente, que la GD no es fomentada, promocionada o impulsada hacia el conocimiento general de la población de manera que genera interés. Esto queda demostrado en el análisis del registro de Google, donde prácticamente no hay búsquedas relacionadas con el tema.

5.9 Rentabilidad de la Inversión

La implementación de un sistema GD en una vivienda, requiere una inversión significativa, por lo que las personas que consideren acoplarse a este, deberían tener en cuenta el impacto monetario (para bien o para mal) en su economía doméstica.

5.9.1 Consumo de Energía Promedio

Según la base de datos, del consumo eléctrico de CABA (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2020), se realizó un cuadro donde se calcula el promedio de Kw/h consumidos por vivienda.

Consumo residencial CABA año 2019			
	Residencias Cantidad	Kw/h total	Kw/h promedio por vivienda
Enero	1.510.503	281.671.492	186
Febrero	1.512.546	341.296.046	226
Marzo	1.514.650	386.709.634	255
Abril	1.513.819	349.170.077	231
Mayo	1.517.726	319.117.274	210
Junio	1.487.100	287.498.752	193
Julio	1.550.086	375.264.485	242
Agosto	1.520.719	443.820.155	292
Septiembre	1.524.103	410.632.227	269
Octubre	1.525.608	408.014.453	267
Noviembre	1.527.336	320.073.139	210
Diciembre	1.529.174	312.259.451	204

Figura 26 – Consumo residencial de electricidad promedio. Fuente: elaboración propia en base a datos del Gobierno de la Ciudad

5.9.2 Alternativas de Inversión

Con el objetivo de analizar la inversión a realizar en una vivienda, se plantean tres escenarios de generación de energía fotovoltaica, tomando como referencia kits del proveedor “Sustentaitor”, líder del mercado, para instalar un sistema GD.

La información técnica de cada uno de estos kits, el consumo mensual de energía promedio y la ubicación de la instalación (CABA), se cargan en la base de datos del programa de cálculo online del Ministerio de Hacienda, en el cual se deben tener en cuenta las siguientes notas para su correcta interpretación (Secretaría de Energía de la Nación, s. f.):

Gráficos "**Generación de los Paneles y Consumo de la Red Mensuales**"

- Las barras representan la generación mensual de los paneles solares instalados en función a la orientación (acimut α): 0° y la inclinación (β): 35° que seleccionó
- La línea continua (-), representa el consumo energético mensual de la red que usted ingresó como dato. En caso de no haber completado algún mes, se tomará un promedio de todos los valores ingresados para los meses faltantes. Estos valores de consumo corresponden a los que figuran en su factura de electricidad.

- La línea punteada (- - -), representa el nuevo consumo energético mensual de la red, luego de haber instalado los paneles solares.

Fórmulas utilizadas:

- Energía Autoconsumida [kWh/ mes] = Generación total mensual de los paneles solares [kWh/mes] * Porcentaje de autoconsumo [%]
- Ahorro de consumo energético mensual de la red [%] = Energía Autoconsumida [kWh/mes] / Consumo energético mensual de la red sin Paneles Solares [kWh/mes].
- Consumo energético mensual de la red con Paneles Solares [kWh/ mes] = Consumo energético mensual de la red sin Paneles Solares [kWh/ mes] * (1- Ahorro de consumo energético mensual de la red [%])

Gráficos "Variación en la facturación por ahorro en el consumo"

- La línea continua (-), representa el Saldo Mensual [\$/ mes] respecto del Cargo Variable sin bonificación [\$/ kWh] que usted pagará por el consumo energético mensual de la red en su factura. El cargo variable de no encontrarlo en su factura, podrá remitirse al Cuadro Tarifario de su Distribuidora de Electricidad.
- La línea punteada (- - -), representa el Nuevo Saldo Mensual [\$/ mes] respecto del Cargo Variable sin bonificación [\$/kWh] que usted pagará por el Consumo energético mensual de la red con el o los paneles solares ya instalados. En caso de que este valor de negativo, significa que usted tiene crédito a favor. En caso de ser positivo, significa que usted deberá pagar.

Fórmulas utilizadas:

- Energía Autoconsumida [kWh/ mes] = Generación total mensual de los paneles solares [kWh/mes] * Porcentaje de autoconsumo [%]
- Saldo Mensual [\$/ mes] = Consumo energético mensual de la red sin Paneles Solares [kWh/mes] * Valor del Cargo Variable [\$/kWh]
- Nuevo Saldo Mensual [\$/ mes] = (Consumo energético mensual de la red con paneles solares [kWh/mes] * Valor del Cargo Variable [\$/kWh]) – Inyección mensual [\$/mes].
- Inyección mensual [\$/ mes] = Energía Inyectada [kWh/ mes] * Precio estabilizado de energía y transporte que deben pagar los distribuidores en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) [\$/kWh].
- Energía Inyectada [kWh/mes] = Generación total

Escenario 1

KIT 1.620 Wp – Costo: \$222.558 (incluye iva e instalación)

- 6 Paneles fotovoltaicos policristalinos de 270Wp (1.620 Wp en total).
- 1 Inversor monofásico Goodwe Potencia 3.000W para inyección a red.
- Superficie necesaria: 10 m²

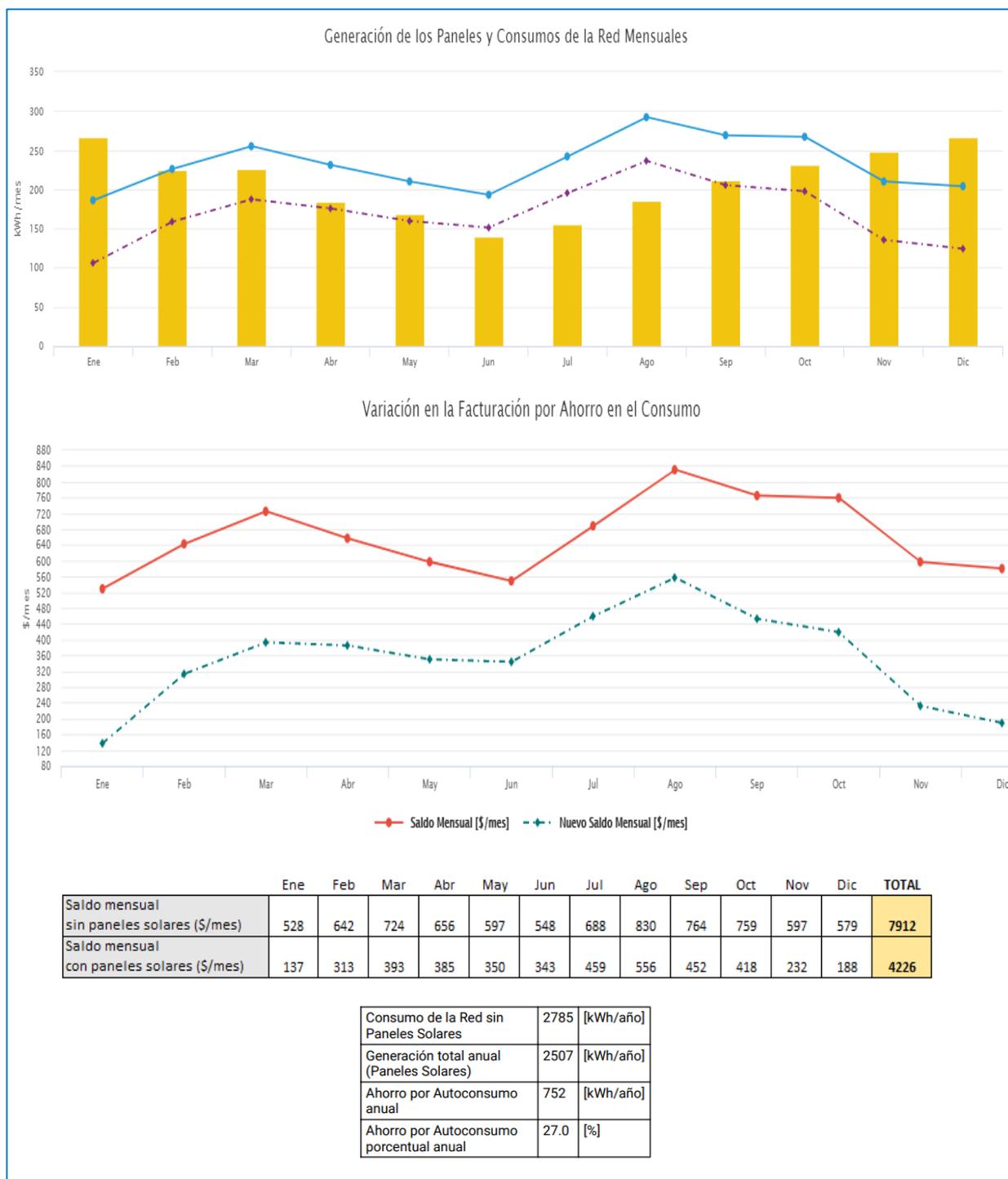


Figura 27 – Simulación N°1 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, 2020

Escenario 2

KIT 3.240 Wp – Costo: \$337.885 (incluye iva e instalación)

- 12 Paneles fotovoltaicos policristalinos de 270Wp (3.240 Wp en total).
- 1 Inversor monofásico Goodwe Potencia 6.000W para inyección a red.
- Superficie necesaria: 20m2

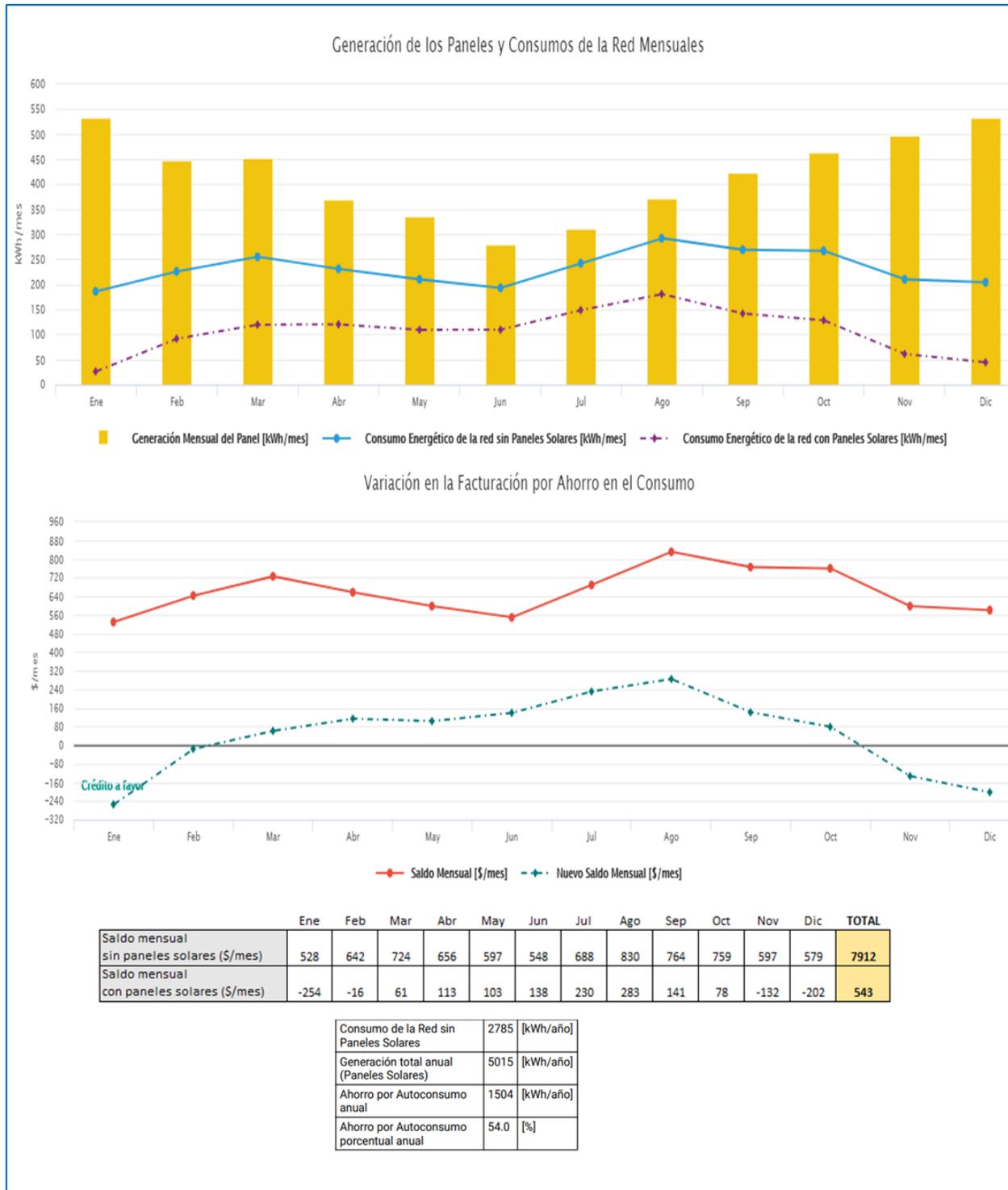


Figura 28 – Simulación N°2 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, 2020

Escenario 3

KIT 5.000 Wp – Costo: \$492.225 (incluye iva e instalación)

- 20 - Paneles fotovoltaicos policristalinos 24V - 330W
- 1 - Inversor MPPT on grid onda pura 220VCA - 5000W GROWATT
- Superficie necesaria: 33m2

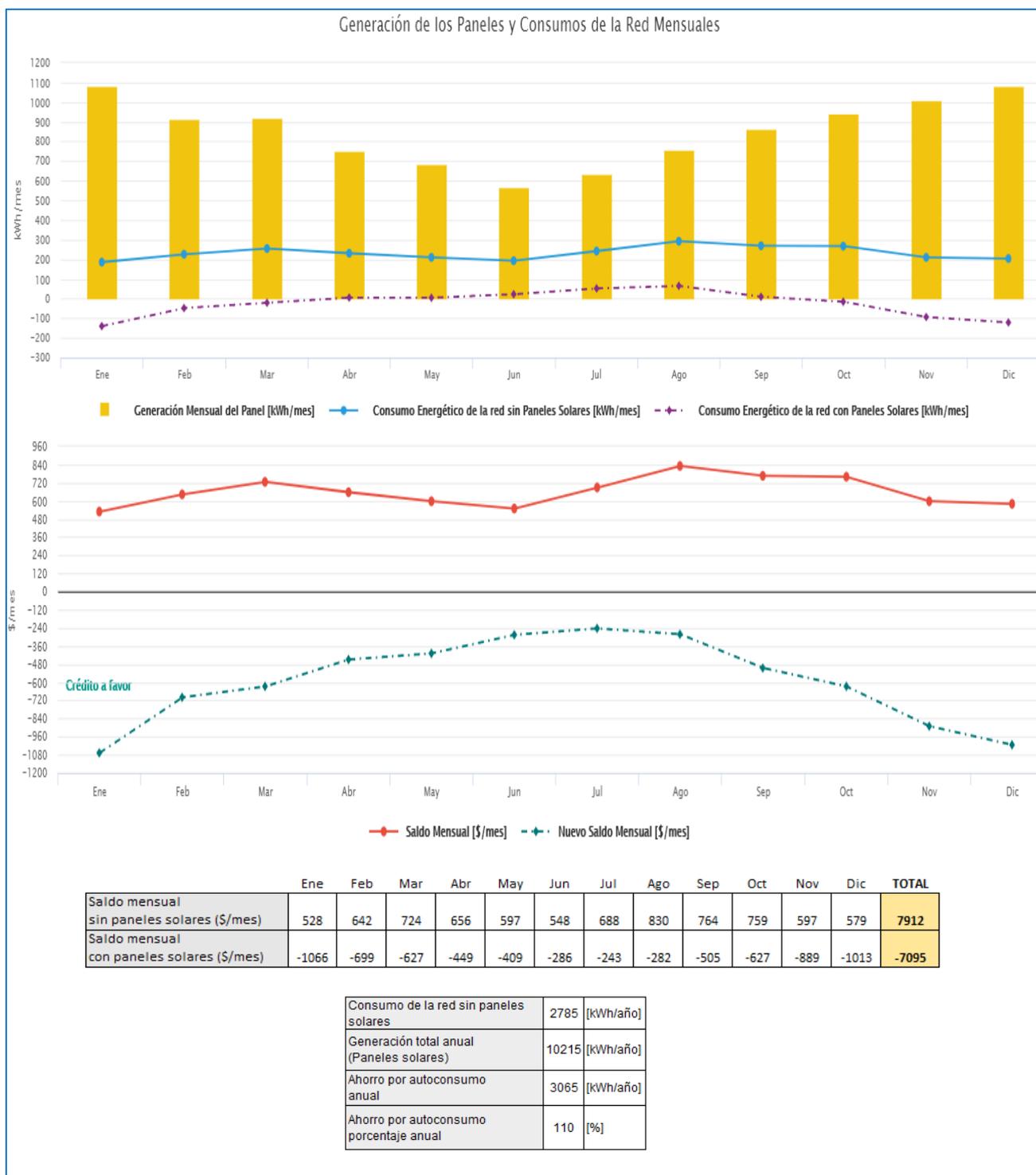


Figura 29 – Simulación N°3 de generación, consumo y facturación, realizada según cuadro tarifario vigente a partir del 01/05/2019. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, 2020.

5.9.3 Flujo de Fondos

Estos tres escenarios fueron contemplados para abarcar el espectro desde una superficie de 10m² de instalación, hasta una de 33m². Es una gama razonable de disponibilidad de superficie a cubrir en el promedio de viviendas.

En base a los datos explicados arriba, de cada una de estas tres, se realizaron sus respectivas evaluaciones económicas, con el objetivo de determinar en qué medida la inversión es rentable. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

- Vida útil de la instalación fotovoltaica: 25 años (Islam et al., 2016)
- El IVA formará parte del costo del equipo, ya que se considera que quien lo compra, es un Consumidor Final.
- El rendimiento de los paneles solares es constante durante los 25 años. Esto es un escenario teórico optimista, ya que hay una pequeña pérdida de eficiencia durante el tiempo de uso.
- No hay costos de mantenimiento. Se considera que el usuario realiza la limpieza de los paneles para que absorban la mayor cantidad de luz.
- Cotización del dólar: USD 1= \$ 73,5
- La inversión se realiza con capital propio.
- Se prevé una actualización tarifaria de 20% anual en el costo variable de \$/kwh
- Tasa de corte: 20%. Como el análisis se realiza para inversión propia, este valor se estima en base al promedio de valor de plazo fijo 30 días en pesos desde enero de 2008 a mayo de 2020, para depósitos desde \$100.000 a \$500.000 (BCRA, 2020). Ya que es una rentabilidad de referencia que se podría obtener con los fondos propios en otra inversión, segura y de fácil acceso.

La estimación futura de la actualización anual tarifaria, del costo variable \$/kwh, es totalmente incierta. Los datos históricos muestran que las tarifas eléctricas no siguen un patrón; dependen en gran medida de las decisiones políticas que tome el gobierno. Para el cálculo del Flujo de Fondos, se tomarán como referencia solamente los datos del período 2018-2020, en el que los valores tienen un aumento razonable. El salto desde 2017 a 2018 fue una actualización de lo que se suponía como un gran atraso en las tarifas arrastrado desde los años anteriores.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
\$/Kwh	0,37	0,448	0,55	1,959	2,843	2,843

Figura 30 – Costo variable por año de la tarifa de electricidad en CABA T1-R2 (de 151 a 325 Kwh/mes). Fuente: elaboración propia en base a los datos históricos de Edenor.

Se realizó el desarrollo de Flujo de Fondos para cada uno de los tres escenarios (**Anexo I**). En el siguiente cuadro se muestra un resumen con los datos de cada uno de estos y los resultados obtenidos.

	6 paneles	12 paneles	20 paneles
Superficie necesaria (m ²)	10	20	33
Energía generada (Wp)	1.620	3.240	5.000
Inversión (\$)	222.558	337.885	492.225
Período analizado (años)	25	25	25
Tasa de corte (%)	20	20	20
Valor residual (\$)	0	0	0
VAN (\$)	-100.788	-146.257	-73.375
TIR (%)	-6	-5	-2
Payback (años)	13,2	12,3	10,4

Figura 31 – Rentabilidad de la inversión. Fuente: elaboración propia

Para evaluar la rentabilidad, nos basaremos en el siguiente cuadro:

VAN > 0 y TIR > 0	La rentabilidad es superior a la exigida después de recuperar toda la inversión.
VAN = 0 y TIR > 0	La rentabilidad es igual a la exigida después de recuperar toda la inversión.
VAN < 0 y TIR > 0	La rentabilidad es inferior a la exigida después de recuperar toda la inversión.
VAN < 0 y TIR = 0	La rentabilidad es 0, pero se recupera toda la inversión.
VAN < 0 y TIR < 0	La rentabilidad es 0 y no se recupera toda o parte de la inversión.

Figura 32 – Relación del VAN con la TIR. Fuente: Chain, 2011

Al ser el VAN y la TIR negativos, vemos que la rentabilidad es 0 y no se recupera el total de la inversión. Este resultado, aplica para los tres escenarios estudiados, por lo que ninguno es rentable. No tendremos en cuenta el payback, ya que el problema con este método, es que no toma en cuenta la composición de las utilidades y no actualiza las ganancias (Jack & G, 2003).

CAPITULO 6: CONCLUSIONES

La energía fotovoltaica, aplicada en hogares, está ganando cada vez más participación en un mundo donde hay una tendencia de los gobiernos y organizaciones, en proteger el medio ambiente. Las nuevas generaciones tienen una creciente conciencia ambiental, teniendo las prácticas

sustentables, una mayor ponderación al momento de elegir entre diferentes alternativas, que se presentan en la vida cotidiana.

En Argentina, el uso de este tipo de energía, está muy poco desarrollado. Sin embargo, hay un estímulo de parte del Estado en fomentar su utilización, mediante leyes e incentivos. Aunque es muy escasa su difusión hacia la población en general.

La implementación de la Generación Distribuida, tiene grandes fortalezas, particularmente el aspecto ambiental, ya que reemplaza el consumo de combustibles fósiles, y el ahorro en la facturación del servicio eléctrico, como consecuencia de la autogeneración de electricidad. Sin embargo, estas fortalezas no llegan a compensar sus debilidades. De las cuales, las que más impactan negativamente, son la gran inversión inicial y la falta de rentabilidad de la misma.

El contexto económico de Argentina, hace que sea muy difícil estimar con certeza la rentabilidad a futuro, ya que se ha demostrado con los años, que no hay un plan estructural macroeconómico a largo plazo, en el cual basarse para realizar una inversión de este tipo. El principal factor de incertidumbre, son los subsidios a las tarifas eléctricas, cuya variable depende de las decisiones políticas del gobierno electo. Cuanto mayor sea este subsidio, menos atractiva es la instalación fotovoltaica para la economía familiar.

Otro factor relevante, es el tipo de cambio peso/dólar, ya que la mayor parte de los componentes de este tipo de instalación tienen un costo en valor dólar y esto impacta negativamente en el precio de los equipos. Teniendo en cuenta también, el riesgo de las eventuales restricciones a las importaciones.

Independientemente de las variables macroeconómicas y políticas, arriba mencionadas, Capital Federal posee un gran potencial para que el sistema de GD sea exitoso. En primer lugar, llega una radiación solar promedio a lo largo del año, con un buen valor en Kwh/m², lo que hace posible una generación óptima de energía FV. Sumado a esto, existe una gran infraestructura de distribución eléctrica administrada por Edenor y Edesur, habilitada para la implementación de GD. Y, en tercer lugar, hay proveedores y mano de obra calificada, para abastecer la demanda con los equipos necesarios para realizar las instalaciones de GD.

Se concluye finalmente, que las bajas tarifas del servicio de abastecimiento eléctrico a los hogares de Capital Federal, y los altos costos de los equipos fotovoltaicos, son dos condiciones de gran impacto, que determinan que en el contexto actual que atraviesa el país la Generación Distribuida no es factible.

CAPITULO 7: REFERENCIAS

- Barberá Santos, D. (2014). Introducción a la Energía Fotovoltaica. Universidad de Sevilla.
<https://infolibros.org/libros-de-energia-solar-gratis-pdf/>
- BCRA. (2020). Cuadros estandarizados de series estadísticas. Banco Central de la República Argentina. Recuperado 15 de junio de 2020, de
https://www.bcra.gov.ar/PublicacionesEstadisticas/Cuadros_estandarizados_series_estadisticas.asp
- Bonilla, L. B. (2003). Dirección Estratégica Para Organizaciones Inteligentes. [Libro electrónico]. Editorial Universidad a Distancia.
<https://editorial.uned.ac.cr/book/U04431#:~:text=Esta%20unidad%20did%C3%A1ctica%20constituye%20una,tradicional%20de%20una%20organizaci%C3%B3n%20inteligente.>
- Bloomberg New Energy Finance. (2012). La primera política de medición neta de Sudamérica
Recuperado 30 noviembre, 2019, de
<http://www5.iadb.org/mif/Climatescope/2012/img/content/pdfs/esp/Climascope2012-estudios-de-caso.pdf>
- CADER. (2018). Anuario 2018. Recuperado 18 noviembre, 2019, de
<https://www.cader.org.ar/tag/energia-solar-en/?lang=en>
- California Environmental Protection Agency. (2015, 21 julio). The Report on Diesel Exhaust. Recuperado 28 enero, 2020, de <https://ww3.arb.ca.gov/toxics/dieseltac/de-fnds.htm>
- CAMMESA. (2019). Histórico de energías mensuales. Recuperado 8 enero, 2020, de
<https://despachorenovables.cammesa.com/historico-energias-mensuales/>
- CAMMESA. (2020a, enero). Combustibles. Recuperado 20 enero, 2020, de
<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Pages/Informes%20por%20Categor%C3%ADa%20P%C3%BAblico/Programaci%C3%B3n/estacional.aspx>
- CAMMESA. (2020b, enero). Fletes vigentes. Recuperado 25 enero, 2020, de
<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Pages/Informes%20por%20Categor%C3%ADa%20P%C3%BAblico/Programaci%C3%B3n/estacional.aspx>
- Central Puerto. (2019a, 24 mayo). Presentación Institucional. Recuperado 15 enero, 2019, de
<https://www.centralpuerto.com/wp-content/uploads/2019/06/Institutional-Presentation-1Q2019-Espa%c3%b1ol.pdf>
- Central Puerto. (2019b, 2 agosto). Prospecto. Recuperado 15 enero, 2020, de
<http://investors.centralpuerto.com/Cache/1001255259.PDF?O=PDF&T=&Y=&D=&FID=1001255259&iid=5000988>
- Chain, N. S. (2011). Proyectos de Inversión (2.a ed.). Pearson.
- Chandrasekharam, D., & Bundschuh, J. (2002). Geothermal Energy Resources for Developing Countries. [Libro electrónico]. Balkema
<https://books.google.com.ar/books?id=aRkJRLV8AwC&pg=PA319&dq=kg+So2/mwh+diesel&hl=en&sa=X&ved=0ahUKewiZnuDLwvTmAhWhHLkGHUsLBCQQ6AEIOTAC#v=onepage&q=kg%20o2%2Fmwh%20diesel&f=false>

- Colmenar Santos, A., & Borge Diez, D. (2015). Generación Distribuida, Autoconsumo y Redes inteligentes. Recuperado 5 enero, 2020, de <https://books.google.com.ar/books?id=m1asCwAAQBAJ>
- Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2004, 12 marzo). Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas. Recuperado 8 febrero, 2020, de <http://www3.cec.org/islandora/en/item/2165-north-american-power-plant-air-emissions-es.pdf>
- Cámara Argentina de Energías Renovables. (2018). Anuario 2018. Recuperado 18 noviembre, 2019, de <https://www.cader.org.ar/tag/energia-solar-en/?lang=en>
- Edenor. (s.f.). Generación distribuida. Recuperado 11 marzo, 2020, de <https://www.edenor.com/nota/generacion-distribuida>
- Edesur. (s.f.). Generación distribuida. Recuperado 11 marzo, 2020, de <https://www.edesur.com.ar/generacion-distribuida/>
- García, A. E. (2013). Estrategias Empresariales (1.a ed.). Bilineata Publishing. Recuperado 17 agosto, 2020, de <https://elperiodicodelaenergia.com/los-costes-de-la-fotovoltaica-caen-un-80-en-los-ultimos-cinco-anos/>
- El periódico de la energía. (2014, 16 septiembre). Los costes de la fotovoltaica caen un 80% en los últimos cinco años. Recuperado 17 agosto, 2020, de <https://elperiodicodelaenergia.com/los-costes-de-la-fotovoltaica-caen-un-80-en-los-ultimos-cinco-anos/>
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. (2019, 14 noviembre). Efficiency Comparison of Technologies. Recuperado 5 diciembre, 2019, de <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
- Giampaolo, G., Tamburini, C., Crivicich, R., & Canzian, A. (2019). *Factibilidad técnica en un escenario de generación distribuida*. Documento presentado en Tercer congreso de investigación y transferencia tecnológica en ingeniería eléctrica, UTN FRLP, La Plata.
- Gobierno de España. (2009, 5 junio). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. [Comunicado de prensa]. Recuperado 26 noviembre, 2019, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-81013>
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (2020). Energía Eléctrica. Estadística y Censos. Recuperado 10 junio, 2020, de <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?cat=368>
- Google. (2020, junio 2). Google Trends. Recuperado 2 de junio de 2020, de <https://trends.google.es/trends/?geo=ES>
- Grossi Gallegos, H., & Righini, R. (2007, mayo). Atlas de energía solar de la república argentina. Recuperado 11 diciembre, 2019, de https://www.researchgate.net/publication/317478062_Atlas_de_Energia_Solar_de_la_Republica_Argentina

- IAE-PVPS. (2018). Trends 2018 in photovoltaic markets. St. Urser, Suiza: International Energy Agency. Recuperado el 17 de septiembre de 2019, de <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=92>
- IAE-PVPS. (30 de abril de 2019). 2019 Snapshots of global PV markets. St. Ursen, Suiza: International Energy Agency. Recuperado el 2019 de septiembre de 17, de <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=92>
- Infobae. (2018, 10 enero). Edenor habilitó la primera instalación de generación distribuida por usuarios con excedentes. Recuperado 9 enero, 2020, de <https://www.infobae.com/economia/finanzas-y-negocios/2018/01/10/edenor-habilito-la-primera-instalacion-de-generacion-distribuida-por-usuarios-con-excedentes/>
- International Energy Agency. (2018). Snapshot of global photovoltaic markets. Recuperado 15 noviembre, 2019, de <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=4>
- International Energy Agency. (2019a, abril). Snapshot of global photovoltaic markets. Recuperado febrero, 2020, de https://www.researchgate.net/publication/332606669_2019_Snapshot_of_Global_Photovoltaic_Markets
- International Energy Agency. (2019b, abril). Informe anual. Recuperado 5 enero, 2020, de <https://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx>
- INTI. (2017a). De renovables y generación distribuida. Recuperado 2 diciembre, 2019, de <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Gil-Pedace.pdf>
- INTI. (2017b). De Renovables y Generación Distribuida. Recuperado 3 diciembre, 2019, de <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Gil-Pedace.pdf>
- Islam, R., Rahman, F., & Xu, W. (2016). Advances in Solar Photovoltaic Power Plants. [Libro electrónico]. Springer. <https://books.google.com.ar/books?id=nPh6DAAAQBAJ&pg=PA289&dq=photovoltaic+panel+lifetime&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjosc6hl83qAhUaK7kGHQVfAg4Q6AEwA3oECAYQAg#v=onepage&q&f=false>
- Jack, A., & G, C. (2003). Finanzas - Teoría Aplicada Para Empresas. Abya-Yala. https://books.google.com.ar/books?id=-LoUAlKPx4C&pg=PA141&dq=payback+repago&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwvj55Kv_dzrAhVDOs0KHRRdB9wQ6AEwBXoECAUQAg#v=onepage&q=payback%20repago&f=false
- KPMG. (2017, 28 junio). Inversiones en fuentes de generación en el sector eléctrico nacional. Recuperado 5 diciembre, 2019, de <https://home.kpmg/ar/es/home/Tendencias/2017/06/inversiones-en-generacion-electrica-2017-2025.html>
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (2019, mayo 16). Adhirió la Capital al fomento de energías renovables. Recuperado 19 de mayo de 2020, de <https://www.legislatura.gov.ar/posts/embargado-4-lalo-sesion327.html>
- Mazzeo, N., & Venegas, L. (2004). Diseño de un sistema de vigilancia de NOx en el aire de la ciudad de Buenos Aires. Recuperado 30 enero, 2020, de https://www.researchgate.net/publication/228511233_DISENO_DE_UN_SISTEMA_DE_VIGILANCIA_DE_NOX_EN_EL_AIRE_DE_LA_CIUADAD_DE_BUENOS_AIRES

- Mendoza Castillo, M. (2019). *Las 12 únicas maneras de captar clientes*. [Libro electrónico]. Alienta.
<https://books.google.com.ar/books?id=6qSNDwAAQBAJ&pg=PT2&dq=marketing+medios+de+publicidad+web+revistas+radio&hl=en&sa=X&ved=0ahUKewju4Ln5j9fpAhW0IbkGHYRIA0wQ6AEIzAA#v=onepage&q=marketing%20medios%20de%20publicidad%20web%20revistas%20radio&f=false>
- Millennials, los mas concientes con el medioambiente. (2016, noviembre 7). El Universal. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/11/7/millennials-los-mas-concientes-con-el-medioambiente>
- Ministerio de Desarrollo Productivo. (s.f.). Preguntas Frecuentes. Recuperado 13 diciembre, 2019, de <https://www.argentina.gob.ar/energia/generacion-distribuida/que-es-la-generacion-distribuida/preguntas-frecuentes>
- Ministerio de Desarrollo Productivo. (2019). Introducción a la Generación Distribuida. Recuperado 10 diciembre, 2019, de <https://www.argentina.gob.ar/energia/generacion-distribuida/que-es-la-generacion-distribuida/manuales>
- Naciones Unidas. (2019, septiembre). Cambio climático. Recuperado 28 de mayo de 2020, de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
- Office of Government Commerce. (2009). Mejora continua del servicio [Libro electrónico]. TSO.
https://books.google.com.cu/books?id=iE18KIYsas4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Orellana, A. (2013, 10 abril). Medición neta en Chile. Recuperado 30 noviembre, 2019, de <http://www.revistaei.cl/reportajes/medicion-neta-en-chile/>
- Prodatel. (s.f.). Energía Solar Fotovoltaica. Recuperado 15 diciembre, 2019, de <http://www.prodatel.cl/ernc.html>
- Pv Magazine. (2016, 6 julio). Brasil sextuplica las instalaciones de medición neta. Recuperado 30 noviembre, 2019, de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/brasil-da-luz-verde-al-balance-neto-20121222>
- REN21. (2019). Market and Industry Trends. Recuperado el 23 de agosto de 2019, de Renewables 2019 Global Status Report: https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_03/chapter_03/#sub_2
- Renewable Energy Magazine. (2012, 22 diciembre). Brasil da luz verde al Generación Distribuida en los hogares. Recuperado 26 diciembre, 2019, de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/brasil-da-luz-verde-al-balance-neto-20121222>
- Rossi Gallegos, H., & Righini, R. (2007, mayo). Atlas de Energía Solar de la Republica Argentina. Recuperado 13 diciembre, 2019, de https://www.researchgate.net/publication/317478062_Atlas_de_Energia_Solar_de_la_Republica_Argentina
- Secretaría de Energía de la Nación. (s. f.). Generación Distribuida de Energías Renovables. Calculador Solar. Recuperado 14 de mayo de 2020, de <https://calculadorsolar.minem.gob.ar/calculador>

- Secretaría de Energía de la Nación. (s. f.). Cuadros tarifarios. Tarifas eléctricas. Recuperado 5 de junio de 2020, de <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3220>
- Secretaría de Energía de la Nación. (2018, 2 noviembre). Se reglamentó la ley que permite vender la energía renovable generada en hogares e industrias e inyectarla en la red [Comunicado de prensa]. Recuperado 2 diciembre, 2019, de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-reglamento-la-ley-que-permite-vender-la-energia-renovable-generada-en-hogares-e>
- Sector Electricidad. (2015, 1 octubre). ¿Qué son los armónicos y como nos afectan? Recuperado 9 marzo, 2020, de <http://www.sectorelectricidad.com/13810/armonicos-que-son-y-como-nos-afectan/>
- Senado de la Nación. (2015). Autoconsumo de energía eléctrica con sistema de Generación Distribuida. Recuperado 23 noviembre, 2019, de <https://www.senado.gob.ar/parlamentario/parlamentaria/363398/downloadPdf>
- Solar Magazine. (2020). Type of Solar Panels. Recuperado 10 febrero, 2020, de <https://solarmagazine.com/solar-panels/>
- SolarPower Europe. (2019). Global Market Outlook for Solar Power 2019-2023. Bruselas: SolarPower Europe. Recuperado el 2019 de septiembre de 19, de <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>
- Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. (2019, diciembre). Manual de Generación Distribuida Solar Fotovoltaica. Recuperado 19 diciembre, 2019, de <https://www.argentina.gob.ar/energia/generacion-distribuida/que-es-la-generacion-distribuida/manuales>
- Suarez, J., & Di Mauro, G. (2005, 5 diciembre). Análisis de la distorsión armónica y los efectos de atenuación y diversidad en áreas residenciales. Recuperado 9 marzo, 2020, de http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/ieee/issues/vol03/vol3issue5Dec.2005/3TLA5_08Suarez.pdf
- The California Air Resources Board. (2017). Diesel Exhaust & Health. Recuperado 30 enero, 2019, de <https://ww2.arb.ca.gov/resources/overview-diesel-exhaust-and-health>
- Universidad de Tres de Febrero. (2016). *Estudio de opinión pública en Área Metropolitana de Buenos Aires*. Recuperado de http://untref.edu.ar/wpcontent/uploads/2016/04/Dossier_Encuesta_Dia_de_la_Tierra_CINEA.pdf
- U.S Department of Health and Human Services. (2011, 21 julio). Report on Carcinogens. [Libro electrónico]. [https://books.google.com.ar/books?id=jf7-b4AxBeAC&pg=PA153&pg=PA153&dq=\(IARC+1989;+Cohen+y+Higgins,+1995;+Bhatia+et+al.,+1998\).&source=bl&ots=7FwVND2beT&sig=ACfU3U0x5guYt_ycgfHabtVITAYA4JFiHA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjew-fM1L3nAhV_HbkGHd46DmIQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=\(IARC%201989%3B%20Cohen%20y%20Higgins%2C%201995%3B%20Bhatia%20et%20al.%2C%201998\).&f=false](https://books.google.com.ar/books?id=jf7-b4AxBeAC&pg=PA153&pg=PA153&dq=(IARC+1989;+Cohen+y+Higgins,+1995;+Bhatia+et+al.,+1998).&source=bl&ots=7FwVND2beT&sig=ACfU3U0x5guYt_ycgfHabtVITAYA4JFiHA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjew-fM1L3nAhV_HbkGHd46DmIQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=(IARC%201989%3B%20Cohen%20y%20Higgins%2C%201995%3B%20Bhatia%20et%20al.%2C%201998).&f=false)

Vega de Kuyper, J. (2018, noviembre). Principios y aplicaciones de la energía fotovoltaica y de las baterías. [Libro electrónico]. Ediciones Universidad Católica de Chile
<https://books.google.com.ar/books?id=EmqPDwAAQBAJ&pg=PT23&dq=medidor+bidireccional+generacion+distribuida&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiyiLmQur3nAhUqD7kGHZxBA4kQ6AEIKDAA#v=onepage&q=medidor%20bidireccional%20generacion%20distribuida&f=false>

CAPITULO 8: ANEXOS

Anexo I – Flujos de Fondos

Instalación de 6 paneles

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	
INGRESOS															
Total de ahorro		4.423	5.308	6.369	7.643	9.172	11.006	13.208	15.849	19.019	22.823	27.387	32.865	39.438	
EGRESOS															
Depreciaciones del Equipo		7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	
Total de Egresos		7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	
RESULTADO ECONOMICO		-3.294	-2.410	-1.348	-74	1.454	3.289	5.490	8.132	11.301	15.105	19.670	25.147	31.720	
Depreciaciones		7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	
Inversion 100% propia		-192.938													
Costo de instalación		-29.621													
Flujo de Caja		-222.558	4.423	5.308	6.369	7.643	9.172	11.006	13.208	15.849	19.019	22.823	27.387	32.865	39.438
Flujo de Caja Acumulado		-222.558	-218.135	-212.827	-206.458	-198.814	-189.642	-178.636	-165.428	-149.579	-130.560	-107.738	-80.350	-47.486	-8.048
Flujo de Caja Real		-222.558	4.423	5.308	6.369	7.643	9.172	11.006	13.208	15.849	19.019	22.823	27.387	32.865	39.438
Valor Actual Neto VAN		-222.558	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	

	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
INGRESOS													
Total de ahorro	39.438	47.325	56.790	68.148	81.778	98.134	117.760	141.312	169.575	203.490	244.188	293.025	351.630
EGRESOS													
Depreciaciones del Equipo	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718
Total de Egresos	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718
RESULTADO ECONOMICO	31.720	39.608	49.073	60.431	74.061	90.416	110.043	133.595	161.857	195.772	236.470	285.308	343.913
Depreciaciones	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718
Inversion 100% propia													
Costo de instalación													
Flujo de Caja	39.438	47.325	56.790	68.148	81.778	98.134	117.760	141.312	169.575	203.490	244.188	293.025	351.630
Flujo de Caja Acumulado	-8.048	39.277	96.068	164.216	245.994	344.128	461.888	603.200	772.775	976.265	1.220.453	1.513.478	1.865.109
Flujo de Caja Real	39.438	47.325	56.790	68.148	81.778	98.134	117.760	141.312	169.575	203.490	244.188	293.025	351.630
Valor Actual Neto VAN	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686	3.686

Tasa de corte =	20%
VAN =	-100.788
TIR =	-6%
PERIODO DE REPAGO =	13 años y 2 meses

Instalación de 12 paneles

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	
INGRESOS														
Total de ahorro		8.843	10.611	12.734	15.280	18.336	22.004	26.404	31.685	38.022	45.627	54.752	65.703	
EGRESOS														
Depreciaciones del Equipo		13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	
Total de Egresos		13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	
RESULTADO ECONOMICO		-4.376	-2.608	-486	2.061	5.117	8.784	13.185	18.466	24.803	32.408	41.533	52.483	
Depreciaciones		13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	
Inversión 100% propia		-330.482												
Costo de instalación		-47.402												
Flujo de Caja		-377.885	8.843	10.611	12.734	15.280	18.336	22.004	26.404	31.685	38.022	45.627	54.752	65.703
Flujo de Caja Acumulado		-377.885	-369.042	-358.431	-345.697	-330.417	-312.080	-290.077	-263.672	-231.987	-193.964	-148.337	-93.585	-27.882
Flujo de Caja Real		-377.885	8.843	10.611	12.734	15.280	18.336	22.004	26.404	31.685	38.022	45.627	54.752	65.703
Valor Actual Neto VAN		-377.885	7.074	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369

	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
INGRESOS													
Total de ahorro	78.843	94.612	113.534	136.241	163.489	196.187	235.425	282.510	339.012	406.814	488.177	585.812	702.975
EGRESOS													
Depreciaciones del Equipo	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219
Total de Egresos	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219
RESULTADO ECONOMICO	65.624	81.393	100.315	123.022	150.270	182.968	222.206	269.290	325.792	393.595	474.958	572.593	689.755
Depreciaciones	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219	13.219
Inversión 100% propia													
Costo de instalación													
Flujo de Caja	78.843	94.612	113.534	136.241	163.489	196.187	235.425	282.510	339.012	406.814	488.177	585.812	702.975
Flujo de Caja Acumulado	50.961	145.573	259.107	395.348	558.838	755.025	990.450	1.272.960	1.611.972	2.018.786	2.506.963	3.092.775	3.795.750
Flujo de Caja Real	78.843	94.612	113.534	136.241	163.489	196.187	235.425	282.510	339.012	406.814	488.177	585.812	702.975
Valor Actual Neto VAN	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369	7.369

Tasa de corte =	20%
VAN =	-146.257
TIR =	-5%
PERIODO DE REPAGO =	12 años y 4 meses

Instalación de 20 paneles

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	
INGRESOS														
Total de ahorro		17.465	20.958	25.149	30.179	36.215	43.458	52.150	62.580	75.095	90.115	108.137	129.765	
EGRESOS														
Depreciaciones del Equipo		17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	
Total de Egresos		17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	
RESULTADO ECONOMICO		-24	3.469	7.660	12.690	18.726	25.969	34.661	45.091	57.606	72.626	90.648	112.276	
Depreciaciones		17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	
Inversión 100% propia		-437.225												
Costo de instalación		-55.000												
Flujo de Caja		-492.225	17.465	20.958	25.149	30.179	36.215	43.458	52.150	62.580	75.095	90.115	108.137	129.765
Flujo de Caja Acumulado		-492.225	-474.760	-453.802	-428.653	-398.474	-362.259	-318.801	-266.651	-204.072	-128.976	-38.862	69.276	199.041
Flujo de Caja Real		-492.225	17.465	20.958	25.149	30.179	36.215	43.458	52.150	62.580	75.095	90.115	108.137	129.765
Valor Actual Neto VAN		-492.225	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554

	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
INGRESOS													
Total de ahorro	155.718	186.861	224.234	269.081	322.897	387.476	464.971	557.965	669.559	803.470	964.164	1.156.997	1.388.397
EGRESOS													
Depreciaciones del Equipo	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489
Total de Egresos	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489
RESULTADO ECONOMICO	138.229	169.372	206.745	251.592	305.408	369.987	447.482	540.476	652.070	785.981	946.675	1.139.508	1.370.908
Depreciaciones	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489	17.489
Inversión 100% propia													
Costo de instalación													
Flujo de Caja	155.718	186.861	224.234	269.081	322.897	387.476	464.971	557.965	669.559	803.470	964.164	1.156.997	1.388.397
Flujo de Caja Acumulado	354.758	541.620	765.854	1.034.934	1.357.831	1.745.307	2.210.278	2.768.244	3.437.802	4.241.272	5.205.437	6.362.434	7.750.830
Flujo de Caja Real	155.718	186.861	224.234	269.081	322.897	387.476	464.971	557.965	669.559	803.470	964.164	1.156.997	1.388.397
Valor Actual Neto VAN	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554	14.554

Tasa de corte =	20%
VAN =	-73.375
TIR =	-2%
PERIODO DE REPAGO =	10 años y 5 meses