

Universidad del CEMA

Maestría en Administración de Empresas



Tesina:

**Autogeneración de energía fotovoltaica
conectada a la red eléctrica
(Análisis de una Oportunidad)**

Autor: Jorge M. Arias

Profesores: Francisco Pertierra y Carolina Pavía

Ciudad de Buenos Aires, 03 de noviembre de 2015

Contenido

1	Introducción.....	1
2	Metodología.....	4
3	Marco teórico.....	5
3.1	Datos técnicos	5
3.2	Datos comerciales	7
3.3	Incentivos económicos.....	9
4	Marco experimental y regulatorio	12
4.1	Antecedentes	12
4.1.1	Antecedentes en el mundo.....	12
4.1.2	Antecedentes en Latinoamérica.....	16
4.1.3	Antecedentes en Argentina.....	17
5	Análisis del Modelo de Negocio en Argentina.....	22
5.1	¿Existe una oportunidad?.....	22
5.2	Modelo de Negocio.....	25
5.2.1	Descripción y Propuesta de valor	25
5.2.2	Antecedentes.....	28
5.2.3	Análisis FODA	31
5.2.4	Mercado potencial en la Ciudad de Buenos Aires.....	32
5.2.5	Escalabilidad del proyecto.....	34
5.3	Cambios necesarios para que la oportunidad sea factible.....	34
5.4	Impacto social y medioambiental	36
5.5	Emprendimientos sociales	38
6	Conclusiones.....	40
7	Bibliografía.....	42
8	Anexo	45

8.1	Evolución en la generación de energía eléctrica.....	45
8.2	Evolución de capacidad instalada de energía fotovoltaica	46
8.3	Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica (2013)	47
8.4	Potencial instalada fotovoltaica en Argentina	47
8.5	Paneles solares en rascacielos en Manchester	48
8.6	Caso de <i>Net Billing</i> en Chile.....	48
8.7	Precios de electricidad a hogares en otros países	49
8.8	Fotos de Proyecto Juazeiro (Bahía, Brasil).....	50

1 Introducción

En el mundo, la energía eléctrica es un insumo preponderante para realizar cualquier proceso productivo pero además para la vida cotidiana de las personas.

Existen varias maneras de generar energía eléctrica. Una primera clasificación depende del tipo de recursos consumidos. Por un lado, aparecen las energías llamadas renovables como por ejemplo la energía hidráulica, eólica, geotérmica, biomasa, mareomotriz y solar y por otro lado, están las energías convencionales que consisten en la utilización de recursos no renovables como petróleo, gas, diesel y la energía nuclear.

Las energías renovables o verdes tienen una enorme ventaja para la sustentabilidad del planeta ya que generan una menor afectación sobre el medio ambiente en comparación con el resto. Es por eso que a nivel mundial se observa una tendencia creciente en la producción de energías renovables que ha pasado de 0,6% en 1973 a 5,0% en 2012 (ver Anexo 8.1 a 8.3).

Un atributo adicional de las energías renovables es que pueden ser generadas a pequeña y mediana escala para autoabastecimiento ya sea en zonas rurales donde no llega la red eléctrica como en zonas urbanas como alternativa o complemento de la red eléctrica.

En Argentina la discusión sobre energía ha estado en el centro de la escena en los últimos años debido a la crisis estructural, descrita en el informe elaborado por los ocho ex secretarios de Energía de la Nación¹ y que fuera expuesta ante varias audiencias académicas. Respecto al sector eléctrico, se han observado múltiples situaciones de corte de luz sobre todo en situaciones de temperaturas extremas tanto en verano como en invierno. El problema obedece tanto a la falta de generación como a limitaciones en el sistema de distribución. Esto ha obligado a recurrir a soluciones costosas de urgencia como el empleo de generadores de pequeña potencia que consumen hidrocarburos líquidos importados a altos costos.

Informes como el citado mencionan la importancia de una planificación de largo plazo que además de pensar en soluciones convencionales incorpore alternativas innovadoras

¹ Lapeña, J. et al, "Propuesta de una política de Estado para el Sector Energético Argentino", Buenos Aires, 2009.

y sustentables a futuro, procurando ir hacia energías renovables que reduzcan el impacto medioambiental.

Ahora bien, existen diferentes maneras de avanzar en ese sentido. Podría plantearse la posibilidad de expandir el uso de centrales hidroeléctricas, la instalación de centrales fotovoltaicas o múltiples molinos de generación de energía eólica.

La propuesta que se presenta en este trabajo analiza la generación de energía eléctrica en forma distribuida (a veces llamada autogeneración) mediante energía solar fotovoltaica, cuyos excedentes puedan ser volcados a la red eléctrica.

Para ello se realiza un abordaje desde el marco conceptual del *Entrepreneurship*, que consiste en una manera de pensar, razonar y actuar, centrada en la Oportunidad, holística en su metodología y empujada por el liderazgo². Los tres factores cruciales para el éxito de un negocio *entrepreneur* son el criterio de la “Oportunidad”, el Entrepreneur (como persona y/o con su equipo de trabajo) y los recursos³.

La primera pregunta que surge es cuál sería el rol del *entrepreneur* dentro del estudio. Algunos fundamentos del *Entrepreneur* son la creación de valor a través de la explotación de la oportunidad, el desarrollo de fuerza laboral y la innovación⁴. Por lo tanto, el lugar más adecuado sería el de una persona que pueda obtener una rentabilidad a partir de la instalación de sistemas fotovoltaicos que generen energía eléctrica y vuelquen excedentes a la red eléctrica, dentro de algún modelo de negocio que se presentará en capítulos posteriores.

Sin embargo, para que exista un modelo de negocio se deberá asegurar que el cliente final, aquel que invertirá en la instalación de los sistemas fotovoltaicos, posea un retorno razonable de su inversión. Es por ello que se destina parte del desarrollo a entender el período de repago bajo las circunstancias actuales y de qué manera podría mejorarse en caso de no ser atractivo.

² Timmons, J., "New Venture Creation. Entrepreneurship for the 21st century", USA, Mc Graw-Hill, 5ta Edición en Inglés, 1999, p.27

³ BYGRAVE, W., "The Portable MBA in Entrepreneurship", USA, Wiley, 2da Edición en Inglés, 1997, p.10

⁴ Pertierra Cánepa, F., Apuntes de clase Cátedra de Entrepreneurship, CEMA, Buenos Aires, 2015.

El objetivo de este trabajo es analizar si existiría una oportunidad para desarrollar un modelo de negocio que contemple generación de energía eléctrica renovable en forma distribuida, para entender los cambios necesarios a nivel de regulación y de incentivos de manera que sea atractivo para clientes y proveedores.

El foco está situado en la generación de energía solar fotovoltaica dentro de ámbito del AMBA (Ciudad de Buenos Aires y área metropolitana).

2 Metodología

Dado que la generación de electricidad solar con posibilidad de inyección en la red puede ser algo nuevo para el lector se describen algunos datos técnicos y comerciales dentro del marco teórico. Se describen, a su vez, algunos de los incentivos más comunes aplicados en otras partes del mundo para que el lector tome conocimiento de términos específicos de la industria.

Posteriormente, en el marco experimental se mencionan antecedentes en otras partes del mundo incluyendo países de la región y en particular en Argentina.

El marco teórico y experimental se desarrolla a partir de publicaciones de organismos de reconocimiento internacional como *International Energy Agency* (IEA)⁵, nacional como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Argentino de la Energía (IAE), y local como Secretaría de Ambiente de la Ciudad de Buenos Aires.

A fin de captar el conocimiento técnico de personas con experiencia práctica, se han mantenido entrevistas con miembros de organismos como la Secretaría de Energía de la Nación y Secretaría de Ambiente de la Ciudad de Buenos Aires que desarrollan pilotos en la Argentina. A la vez se han mantenido reuniones con personas del ámbito privado para tener una visión complementaria a la del ámbito público.

Para temas de regulaciones nacionales se ha accedido a bases públicas de leyes como Infoleg⁶. Para legislaciones o normativas provinciales o distritales así como internacionales se ha recurrido a páginas web de organismos similares.

A fin de realizar cálculos de rentabilidad se ha consultado a empresas que suministran sistemas fotovoltaicos así como a bases de empresas proveedoras de electricidad en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires como Edesur.

En función de estos análisis se analiza el nivel de oportunidad para un modelo de negocio en la Argentina y potenciales modificaciones que deberían darse para considerarlo una oportunidad.

⁵ Agencia Internacional de Energía

⁶ Centro de información legislativa y documental dependiente del Ministerio de Economía de la Nación

3 Marco teórico

Dado que el foco estará en la comprobación de la existencia de una "oportunidad" para el desarrollo de negocios con la producción de la energía solar, se brindan algunos datos técnicos básicos que sitúan al lector para luego detallar cuestiones comerciales y regulatorias.

3.1 Datos técnicos

Al hablar de energía solar vale la pena hacer la distinción entre dos tipos de energía: (1) energía solar térmica, y (2) energía solar fotovoltaica. Aunque ambas utilizan la radiación solar, la térmica aprovecha el calor del sol mientras que la fotovoltaica convierte la luz en electricidad. Esta última es motivo de interés en el trabajo.

El proceso de conversión de energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica se produce cuando la luz solar incide en la célula fotovoltaica. El panel solar usa materiales semiconductores (como el silicio) y capta los fotones transmitidos en la luz solar para transformarlos en una corriente continua de electrones, es decir, en electricidad.

Con la utilización de este tipo de energía, se consigue disminuir el impacto que generan las energías tradicionales en el medio ambiente, en particular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En términos nominales, una casa promedio (de 8 kW de potencia) alimentada energéticamente con paneles solares, ayudan a disminuir las emisiones de dióxido de carbono en más de una tonelada por año⁷.

La instalación es sencilla y rápida. Los paneles se pueden instalar sobre pisos, techos y también sobre cualquier superficie lo suficientemente resistente y amplia para soportar su peso. En el caso de Argentina, se recomienda que tengan una orientación norte, ya que de esta manera se logra una mayor eficiencia en cuanto a la absorción de energía proveniente del sol. También es conveniente que se instalen con una pendiente de entre 35° y 40° ya que de esta manera, los mismos pueden ser limpiados por la lluvia natural y también ser más resistentes frente a las eventuales caídas de granizo.

⁷ Sustentator, <http://sustentator.com/energia/doc.html>, consultada el 7 de junio de 2015.

Si bien es común pensar en la energía solar fotovoltaica para la generación en forma aislada (por ejemplo en casas alejadas de centros urbanos) el presente trabajo se concentra en la generación conectada a la red y de forma distribuida en lugar de concentrada. Es decir, aquella que surge de instalaciones pequeñas o medianas correspondientes a viviendas o pequeñas empresas u organizaciones. Cuando se habla de generación concentrada se refiere a la instalación de centrales generadoras.

Los sistemas aislados y conectados a la red se diferencian entre sí porque estos últimos no precisan de baterías. La energía generada y no consumida es volcada a la red eléctrica. Es decir, la misma red eléctrica termina actuando como una gran batería. Los equipos conectados a la red son por ende más simples que los aislados debido a la menor cantidad de componentes y el hecho de que no se precisa un dimensionamiento tan preciso ya que lo que no se pueda obtener mediante energía solar se obtendrá de la red.

A continuación se muestra un esquema del proceso de generación conectada en una casa. El equipo inversor tiene como objetivo convertir la energía eléctrica continua generada en energía alterna que es la utilizada por todos los artefactos de iluminación y electrodomésticos en el hogar y la que, en caso de existir excedentes, se vuelca a la red eléctrica.

Ilustración 3-1. Instalación de energía solar fotovoltaica en una vivienda.



Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2014

Por lo tanto, los componentes de un sistema fotovoltaico son: (1) módulos fotovoltaicos que captan la energía solar convirtiéndola en eléctrica, (2) inversor de corriente continua a corriente alterna, (3) medidor bidireccional capaz de medir la corriente que se “exporta” desde la casa hacia la red y la que se “importa” desde la red hacia la casa.

Normalmente durante el día los hogares tienen poco consumo eléctrico dado que varios de los ocupantes están fuera trabajando o estudiando y además porque no precisan la iluminación por la presencia de luz solar. Sin embargo, esto coincide con el momento de mayor generación de energía fotovoltaica. Es por ello que en ese momento se generará un excedente que bajo el análisis presentado será volcado a la red en un esquema conectado. Por la tarde noche, cuando los ocupantes regresen a sus casas y además no exista iluminación natural precisarán mayor consumo. Dado que en esas horas no habrá disponible energía fotovoltaica, el consumo surgirá de la red eléctrica.

A continuación se comentan los costos a considerar al momento de querer invertir en sistemas fotovoltaicos.

3.2 Datos comerciales

El mantenimiento de los sistemas de energía fotovoltaica se ubica en un rango de 0,5-1,5% anual sobre la inversión⁸. Es necesario mantener los paneles limpios y asegurar que los mismos no se vean afectados por sombras de árboles, plantas u otras estructuras que puedan disminuir su eficiencia.

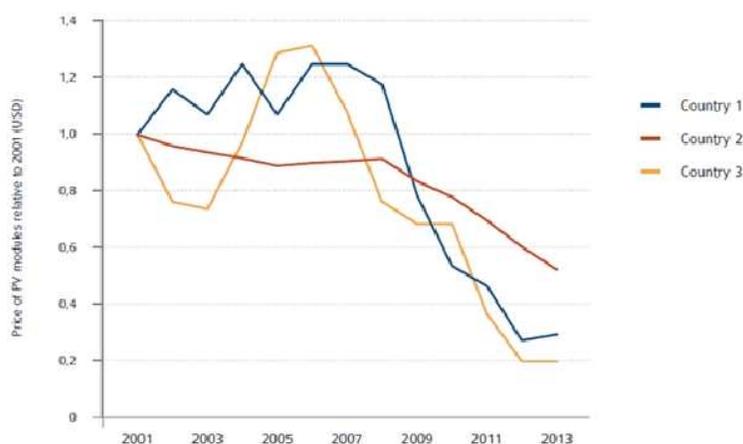
Por ende, el costo de la energía solar se ve afectado fundamentalmente por la amortización de la inversión del equipo. Dicha inversión consiste en el panel solar propiamente dicho, los componentes electrónicos y la mano de obra. Dentro de los componentes electrónicos se destaca el inversor de corriente dado que las células fotovoltaicas generan corriente continua mientras que la red eléctrica usa corriente alterna, tal como se mencionó en 3.1.

Gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el precio del equipamiento se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las

⁸ SBC Energy Institute, “Leading the Energy Transition: Factbook”, 2013, pág 3.
Breyer et al., “Solar Energy Perspectives”, IEA, 2011.

primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia. El siguiente gráfico muestra la tendencia de precios relativa tomando como base el año 2001.

Ilustración 3-2. Evolución relativa de precios de 3 países representativos con respecto al 2001.



Fuente: IEA, página 57.

Los precios de los paneles se expresan en general en USD por unidad de potencia que es Wp. En Europa y Estados Unidos estos precios rondan entre 0,8 y 1,8 USD/Wp.

Ilustración 3-3. Guía de precios de paneles solares de países representativos.

COUNTRY	CURRENCY	NATIONAL CURRENCY/W	USD/W
AUSTRALIA	AUD	0,5 TO 0,75	0,5 TO 0,72
AUSTRIA	EUR	0,54 TO 0,75	0,72 TO 1,0
CANADA	CAD	0,95	0,92
DENMARK	DKK	5 TO 10	0,89 TO 1,78
FRANCE ¹	EUR	0,72	0,96
GERMANY	EUR	0,69	0,92
ISRAEL	NIS	2,16 TO 2,53	0,60 TO 0,70
ITALY	EUR	0,50 TO 0,65	0,67 TO 0,87
JAPAN	JPY	242	2,48
KOREA ¹	KRW	800 TO 1 000	0,73 TO 0,91
MALAYSIA	MYR	6	1,91
NETHERLANDS ¹	EUR	1,04	1,39
SPAIN	EUR	0,55	0,73
SWEDEN	SEK	10	1,54
SWITZERLAND	CHF	0,80 TO 1	0,86 TO 1,08
USA	USD	0,65 TO 0,82	0,65 TO 0,82

Fuente: IEA, página 57

En Argentina se estima que el precio de un panel prefabricado ronda los 2,65 USD/Wp⁹. Adicionando el costo de cables, soportes y mano de obra **la inversión total puede llegar a 3,7 USD/Wp**. Incluyendo el impuesto IVA ese número **asciende a 4,5 USD/Wp**. En este tipo de sistemas no incluye batería dado que lo generado y no consumido se inyecta en la red eléctrica.

Antes de avanzar en el marco experimental se clarifican algunos conceptos relacionados con incentivos para la generación de energías renovables.

3.3 Incentivos económicos

Existen diversas políticas de soporte para la implementación de la generación de electricidad por fuentes renovables.

Siguiendo la clasificación del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)¹⁰ se destacan: (1) los incentivos fiscales, (2) el financiamiento público y (3) las políticas regulatorias. Se focaliza en estas últimas por ser las de mayor aplicación a nivel mundial. Las políticas regulatorias se pueden separar entre aquellas que se basan en cantidades (cuotas) y aquellas basadas en precio (FITs).

La Feed-in Tariff (FIT) es reconocida como la política de soporte más utilizada a nivel mundial para fomentar la generación mediante fuentes renovables de un modo rápido. Un estudio demuestra que hasta 2008 inclusive las políticas FIT motivaron la instalación del 75% de la generación solar fotovoltaica mundial¹¹.

Una FIT básica establece una remuneración garantizada al productor por la electricidad generada a partir de una fuente renovable y alimentada a la red de distribución, durante un período extenso, normalmente de 20 años.

Las empresas distribuidoras u operadoras de redes son las que habitualmente administran los pagos de las remuneraciones FIT. Los fondos provienen de un cargo

⁹ Guía Energía Solar Fotovoltaica en Córdoba, http://cordoba.nuestraciudad.info/portal/Gu%C3%ADa:Energy%C3%ADa_solar_fotovoltaica_en_C%C3%B3rdoba, página web, visitada el 15-agosto-2015.

¹⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change, "Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation", Ginebra, Suiza, 2011, página 151

¹¹ Deutsche Bank Climate Change Advisors, "Get Fit Program: Global Energy Transfer Feed-in-Tariffs for Developing Countries", 2010, página 6.

adicional por kW-h en el precio de la electricidad que se distribuye entre todos los consumidores conectados a la red.

Las FIT permiten además una gran flexibilidad en su configuración, adaptándose a las necesidades o a las restricciones particulares del ámbito de su aplicación. Pueden seleccionarse dentro de un amplio menú de opciones que se reconocen efectivas, cada una para lograr un objetivo específico o para convivir con una restricción del medio.

Otra modalidad utilizada es la Medición Neta o *Net Metering*. Se utiliza un medidor de electricidad bidireccional para registrar tanto la electricidad que el usuario recibe de la red como el exceso de electricidad que los sistemas propios de generación del usuario introducen en la red. El medidor gira en un sentido cuando la instalación toma electricidad de la red y en el sentido opuesto cuando el exceso de autogeneración se inyecta en la red. Al final del periodo de facturación se computa el saldo de electricidad y el usuario le paga el saldo de electricidad que consumió al distribuidor a las tarifas eléctricas establecidas, o recibe un crédito por el saldo de electricidad si su producción fue mayor que su consumo. El precio del saldo cuando el distribuidor le da crédito al usuario queda establecido por la normativa del lugar: puede ser la misma tarifa eléctrica establecida o pueden adoptarse criterios diferentes, como una tarifa Premium, o como el valor de los costos de generación evitados, u otras modalidades.

El balance neto representa una herramienta de motivación para micro productores. La clave de su efectividad reside en el nivel de remuneración que percibe el productor por su excedente.

El *Adam Smith Institute*¹² muestra en el siguiente ejemplo una situación de desigualdad que se produce en el universo de los clientes conectados a la red de la distribuidora cuando se aplica un sistema de medición neta que remunera al mismo valor de la tarifa eléctrica residencial:

Para un usuario residencial que autogenera con paneles solares, si su importación y su exportación fueren iguales, el saldo a pagar por el usuario es cero. El usuario exporta su electricidad generada en las horas de mayor luminosidad, cuando a la red no le es

¹² Sharman, H., Leyland, B., Livermore, M., "Renewable Energy: Vision or Mirage", Inglaterra, 2011, página 54.

imprescindible, e importa electricidad durante las noches y durante toda la época invernal. Pero al no pagar porque su saldo de electricidad es cero, no contribuye a pagar los costos de transmisión y distribución, ni los costos incrementales de generación térmica en que se incurren de noche y en la época invernal o fría. Estos costos quedan a cargo del distribuidor y del resto del universo de clientes. El estudio concluye que en estas condiciones los usuarios más humildes que no tienen acceso a paneles solares terminan subsidiando a los más adinerados que colocaron paneles solares en sus viviendas. Para evitar este efecto, la FIT de Alemania remunera el total de la generación a las tarifas establecidas en la ley y el consumidor paga la totalidad de su consumo. El Reino Unido aplica una filosofía similar.

4 Marco experimental y regulatorio

4.1 Antecedentes

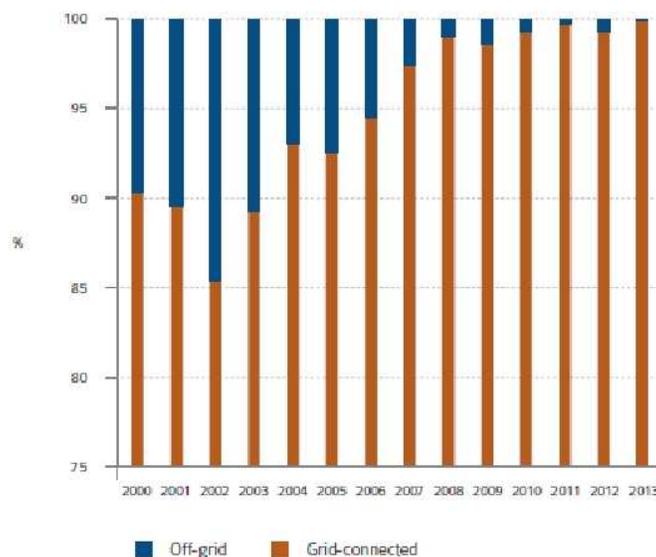
4.1.1 Antecedentes en el mundo

Entre los años 2001 y 2012 se ha producido un crecimiento exponencial de la producción de energía fotovoltaica, doblándose aproximadamente cada dos años. Si esta tendencia continúa, la energía fotovoltaica cubriría el 10% del consumo energético mundial en 2018¹³.

La energía solar fotovoltaica es actualmente, después de las energías hidroeléctrica y eólica, la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global.

Alrededor de 37 GW¹⁴ de sistemas fotovoltaicos han sido instalados en el mundo en 2013, totalizando una potencia mundial de 134 GW. Casi la totalidad de estos sistemas se encuentran conectados a la red eléctrica.

Ilustración 4-1. Porcentaje de instalaciones como sistemas aislados o conectados a la red



Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2014¹⁵

¹³ Sustentator, Op. Cit, 2015

¹⁴ GW: GigaWatts: unidad de potencia equivalente a mil MW (Megawatts) o un millón de watts.

¹⁵ *Off grid* significa aislado mientras que *Grid-connected* significa conectado a la red eléctrica

El mercado europeo se mantiene primero en capacidad instalada y la generación fotovoltaica representa el 3% de la demanda energética de ese continente. Casos destacados son Alemania, Italia, España y Grecia que tienen suficiente capacidad para producir entre 5,8% y 7,8% de su demanda anual energética. Alemania es el país con más potencia instalada totalizando 35,5 GW.

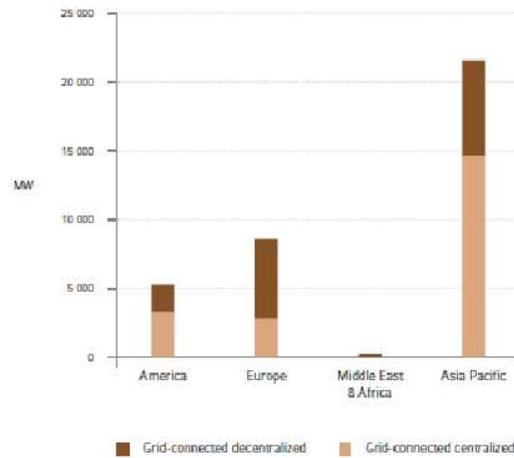
Sin embargo, durante 2013 se destacó el crecimiento de los mercados asiáticos como China y Japón que quedaron en segundo y tercer lugar en el mundo en capacidad instalada con 18,3 GW y 13,6 GW, respectivamente. El cuarto puesto es ocupado por EEUU con 12 GW de capacidad instalada.

El liderazgo de Alemania está en riesgo debido al alto crecimiento que vienen experimentando los países asiáticos y EEUU.

A continuación se establece foco en la generación distribuida e interconectada a la red. Este modelo suele darse en viviendas o empresas donde se busca que parte de la energía consumida puede ser de origen solar. Como no pueden depender en su totalidad de energía solar precisan también abastecimiento mediante la red eléctrica. Sin embargo, habrá momentos del día en que puede tenerse un excedente entre lo que se genera y lo que se precisa. Lo interesante es que este excedente podrá ser volcado a la red.

Si bien se han realizado muchas inversiones en capacidad concentrada o centralizada (centrales de generación fotovoltaicas) también existe un porcentaje considerable de generación distribuida o descentralizada (pequeñas granjas solares o viviendas).

Ilustración 4-2. Generación descentralizada vs centralizada por región.



Fuente: IEA PVPS, 2014

El fenómeno de introducir excedentes en la red eléctrica viene siendo utilizado en varios países y otros lo están adoptando en la actualidad.

Alemania ha presentado varios avances en el tema gracias a la implementación de planes de incentivo sostenidos a largo plazo, la confianza de inversores y la ambición de residenciales, comerciales e industriales dueños de sistemas fotovoltaicos. Se ha caracterizado por el uso de FITs durante la década de 2000 pero en 2011 ha creado el concepto de *Corridor*, un método que permite reducir el monto del FIT de acuerdo a la evolución del mercado. Dado que los precios de los paneles han mantenido una tendencia a la baja que ha motivado la mayor instalación el método ha derivado en disminuir los niveles de FIT.

Italia implementó FITs en 2005 resultando en un gran crecimiento de las instalaciones en el período 2010-2012. Durante 2013 el plan de incentivos fue cancelado luego de alcanzar el presupuesto destinado a tal fin (6.700 millones de EUR). Actualmente mantienen beneficios fiscales.

Bélgica tiene vigente un sistema de *net metering* en todo el país para instalaciones de potencia inferior a 10 kW. Hasta 2011 existían también beneficios fiscales que fueron eliminados. Algunas regiones llegaron a aplicar tarifas por inyección en la red a

aquellos beneficiarios de *net metering* aunque luego fueron eliminadas. Sin embargo, aún sigue vigente la discusión.

En Francia siguen vigentes FITs para potencias inferiores a 100 kW que buscan motorizar sistemas BIPV¹⁶. Los beneficios de FIT fueron incrementados entre 5 y 10% en caso que los componentes sean producidos dentro de la Unión Europea.

En los Estados Unidos el plan de incentivos para impulsar la instalación de sistemas fotovoltaicos consiste en eximición de impuestos combinados y sistemas de *net metering*. Hay 43 estados que habilitan la posibilidad de *net metering* y a pesar de que en algunas jurisdicciones hubo disputas con las compañías distribuidoras, en la mayor parte de los casos se falló a favor de las políticas de *net metering*. Mientras tanto, algunos estados como Minnesota están analizando la posibilidad de desarrollar una tarifa conocida como *VOST*¹⁷ como alternativa al *net metering*. La misma genera un crédito con las distribuidoras por el vuelco en la red de energía eléctrica renovable. Tiene cierta similitud con el FIT.

En la mayoría de los casos el financiamiento es público y/o absorbido por las compañías distribuidoras. También es importante el financiamiento a través de terceros como ocurrió en el 70% de los sistemas residenciales instalados bajo la iniciativa *Californian Solar Initiative*, donde se utilizó la metodología de *leasing*¹⁸.

El crecimiento de instalaciones de sistemas fotovoltaicos en China se explica en gran medida por la serie de planes de incentivo puestos en marcha. Los planes de FIT y subsidios de capital para la instalación de estos sistemas en edificios varían entre 10 y 20 (alrededor de 2.410 millones de dólares en promedio).

En Corea del Sur se puso en marcha en 2004 un plan para motivar las instalaciones en casas de una o varias familias. El Gobierno paga entre el 60% y el 100% de la inversión permitiendo una potencia máxima de 3 kW por casa. En 2013 más de 150 mil hogares se beneficiaron de esta medida. También dispuso por ley que los nuevos edificios de

¹⁶ BIPV son sistemas que se basan en el uso de placas fotovoltaicas durante la construcción del edificio para reducir costos de instalación ya que se hacen al mismo tiempo que en la construcción.

¹⁷ *Value of Solar Tariff*, lo cual se traduce como tarifa pagada por la energía solar entregada.

¹⁸ *Leasing* es una metodología en la cual se paga un monto mensual o anual por un bien por un período determinado. Al final de ese período se puede optar por comprar el bien o terminar el contrato. En general se usa como una alternativa para comprar un bien a largo plazo.

instituciones públicas con más de mil metros cuadrados de piso se abastezcan como mínimo con un 10% de energías renovables.

A continuación, se brindan algunos antecedentes en países de la región. Lo interesante de ello es que puede ser un ejemplo para el corto plazo para Argentina dado que sin duda los países de Europa y Asia así como Estados Unidos presentan un avance mucho mayor.

4.1.2 Antecedentes en Latinoamérica

En México, existe un plan que permite a usuarios del segmento residencial y comercial inyectar en la red hasta 500 kW de potencia. El plan es atractivo económicamente dado que se puede depreciar el valor de los equipos el primer año en su totalidad y además el precio que se paga por la electricidad es más del doble que el que pagan los consumidores estándar. Esto incentivó que en 2013 se instalen más de 5000 sistemas.

Chile está incentivando el uso de energía solar fotovoltaica a través de una estrategia que combina la promoción de centrales en el norte del país, que goza de alta radiación solar, y el incentivo para la venta de excedentes en la red a partir de la generación a pequeña escala. El 22 de Marzo de 2012 se promulgó en Chile la Ley 20571¹⁹ mediante la cual se regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales. De acuerdo a la legislación, las inyecciones que realicen las personas o pequeñas empresas serán valorizadas al precio que las empresas de distribución traspasan a sus clientes lo que debe incluir las pérdidas de energía. Para un cliente BT1 -o residencial- los excedentes tendrán un valor cercano al 50% del valor al cual compra la electricidad a la distribuidora. Si bien existen algunas críticas por ser la tarifa menor a la cobrada por la distribuidora no cabe dudas que es un avance importante. En el Anexo 8.6 se muestra un ejemplo que utiliza este incentivo.

En Brasil, la Resolución 482/2012²⁰ de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (Aneel) autorizó la venta de excedentes a la red eléctrica mediante la metodología de *net metering*. A esto se le sumó en 2015 un nuevo incentivo ya que los estados de Goias, Pernambuco y San Pablo recibieron la autorización para exceptuar el pago del impuesto

¹⁹ Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Ley 20571, publicada el 22 de marzo de 2012.

²⁰ Agencia Nacional de Energía Eléctrica, Resolución normativa 482 de 17 de abril de 2012.

al valor agregado a todas las generaciones que utilicen en sistema de *net metering*²¹. Se estima que esto generará un incremento de la competitividad del *net metering* de un 40% por lo cual es muy probable que sea extendido a otros estados.

Desde el año 2010, Uruguay cuenta con una regulación que permite la conexión de sistemas de energías renovables con la red eléctrica general en esquema de *net metering* o balance neto. Se trata del Decreto 173/010²² que entró en vigencia el 1 de julio de 2010²³. Esta regulación abre la puerta a que cualquier pequeño o mediano productor de energía con fuentes renovables de Uruguay consuma su propia electricidad generada y, mediante la conexión a la red eléctrica de la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), inyecte el excedente y tome electricidad de ella según su necesidad. El decreto especifica que la potencia del sistema de generación renovable que se conecte al UTE, no podrá sobrepasar nunca a la contratada por el usuario/pequeño productor. Los precios de la compra que hace el UTE de la energía de los sistemas renovables del pequeño productor, serán los mismos que los que cobra a sus clientes.

4.1.3 Antecedentes en Argentina

Se mencionan a continuación algunas normativas y proyectos relacionados con energía renovable haciendo énfasis en aquellos vinculados a generación distribuida.

La Ley Nacional N° 26.190²⁴ de 2006 dispone que hacia el año 2016 el 8% de la energía eléctrica consumida en Argentina deberá provenir de estas fuentes. Esto marca un consenso político consagrado en una ley nacional, para que las fuentes renovables adquieran un rol más relevante dentro de la matriz de energía eléctrica.

Existen beneficios impositivos aplicables a las nuevas inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, como así también la remuneración a pagar por cada

²¹ PV Tech, http://www.pv-tech.org/news/three_brazil_states_granted_vat_exemptions_for_solar_net_metering, consultado el 12 de septiembre de 2015.

²² Ministerio de Industria, Energía y Minería, Dirección Nacional de Energía, Decreto 173/010 del 1 de junio de 2010.

²³ Sitio Solar, <http://www.sitiosolar.com/netmetering-o-balance-neto-en-uruguay-decreto-173010/>, consultado el 12 de septiembre de 2015.

²⁴ Ley Nacional 26.190, Boletín Oficial de La República Argentina, promulgada 27 de diciembre de 2006.

kW-h²⁵ por las fuentes que vuelquen su energía generada en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). La Secretaría de Energía, en coordinación con el Consejo Federal de Energía Eléctrica (representando a las provincias) define los parámetros que permiten seleccionar y aprobar proyectos de inversión para obras nuevas para la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

Lamentablemente el avance no ha sido muy bueno ya que según un estudio realizado por la empresa KPMG²⁶ hoy menos del 2% del consumo eléctrico en Argentina corresponde a energías renovables. Esto sumado a otras cuestiones ligadas a la implementación motivó que se desarrollen proyectos de modificación.

El 22 de septiembre de 2015 fue aprobado en la Cámara de Diputados un proyecto de Ley presentado por el Senador Marcelo A.H. Guinle para modificar esta la Ley 26.190 (ya contaba con la aprobación del Senado y de la Comisión de Energía de la Cámara de Diputados). Queda pendiente saber si se reglamentará este año.

Adicionalmente, existe la Ley 25.019²⁷ que declara de interés nacional la generación de origen eólico y solar en todo el territorio nacional. En su artículo 7 plantea la estabilidad fiscal por un período de 15 años, lo cual implica la imposibilidad de afectar el emprendimiento con una carga tributaria mayor.

La Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER) ha enviado una carta al Presidente de la Cámara de Diputados a fin de solicitar algunas inclusiones y ajustes al proyecto de Ley del Senador Guinle. Entre otras cosas propone: la promoción de instrumentos jurídicos y financieros y la regulación que permitan hacer de la generación distribuida una realidad, metas de porcentajes de energía renovable a mediano y largo plazo aparte de corto plazo, extensión de la estabilidad fiscal por un período de 15 años (ya que el provisto por la Ley 25.019 venció) y eliminar aranceles de importación en equipos de generación de energía renovable hasta alcanzar una capacidad instalada de 2.000 MW.

²⁵ Kilowat-hora es una medida de oferta o demanda energía eléctrica.

²⁶ KPMG, "Informe: Encuesta de energías renovables", 2014, pág 2.

²⁷ Ley Nacional 25.019, Boletín Oficial de La República Argentina, promulgada parcialmente el 19 de octubre de 1998.

Esta modificación busca promover líneas de crédito y el otorgamiento de beneficios impositivos y obligar a quienes tengan una demanda de potencia de 300 KW²⁸ o más a abastecer sus consumos eléctricos con generación que utilice fuentes de energía renovables²⁹.

Concretamente en relación a generación distribuida, por el momento no hay normativa nacional que la regule pero sí existen algunos casos de regulaciones provinciales en vigencia en Santa Fe y Salta³⁰ y se espera que salgan pronto en San Luis y Mendoza.

En San Luis, la empresa prestataria del servicio EDESAL ya otorgó la factibilidad técnica y operativa para implementar la modalidad de *net metering* en 33 viviendas bioclimáticas que se construirán en el predio de la ex fábrica SCAC.

En la Ciudad de Buenos Aires, no existe una regulación que permita la conexión a la red. El consorcio público privado IRESUD³¹ intenta promover la instalación en el país de sistemas fotovoltaicos distribuidos y conectados a la red. La Ciudad cuenta con la Ley 4024³² de 2011 que establece incentivos para la captación de energía solar con el propósito de producir energía eléctrica o calor. Aplica solo para inmuebles de viviendas y promueve también la instalación de sistemas de captación de energía solar en parques, polideportivos y edificios de propiedad del Gobierno Porteño para evaluar potenciales beneficios económicos y sociales de implementación.

Sin embargo no ha tenido impacto significativo sobre equipos de generación fotovoltaica. Entre los motivos está que la ley se limita a usuarios residenciales quienes hoy cuentan con grandes subsidios a la energía.

De lo expresado en párrafos anteriores se desprende que en Argentina no existe legislación nacional que regule la inyección de excedentes de energía renovable en la red eléctrica. Esto es especialmente importante si se considera que las empresas

²⁸ Kilowatt es una unidad de potencia que permite medir la capacidad instalada de un generador.

²⁹ Cámara de Energías Renovables, <http://www.cader.org.ar/informes-y-estudios/proyecto-de-ley-sobre-energias-renovables.htm>, visitado el 13 de septiembre de 2015.

³⁰ Ley Provincial 7824, Boletín Oficial de Salta, publicada el 28 de julio de 2014.

³¹ Interconexión a Red de Energía Solar Urbana Distribuida. Proyecto conformado por Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y cinco empresas privadas (Aldar S.A., Edenor S.A., Eurotec S.R.L., Q-Max S.R.L. y Tyco S.A.

³² Ley CABA Nro 4024, Boletín Oficial de la Ciudad de Buenos Aires, 24 de noviembre de 2011.

distribuidoras que prestan servicio en Ciudad de Buenos Aires tienen jurisdicción nacional dado que también actúan sobre parte de la Provincia de Buenos Aires.

Sobre este tema se mantuvo una entrevista con un miembro de la Secretaría de Energía de la Nación Argentina para entender las perspectivas a futuro.

Entre los puntos más relevantes se destacan los siguientes:

1. La generación distribuida en Argentina no será una opción sino una realidad dentro de los próximos 10 años.
2. Hay tres pilotos destacables en Argentina: Armstrong (Santa Fe) con mil puntos de medición, General San Martín (Mendoza) con dos mil puntos y Salta (Salta) con cuatrocientos puntos.
3. La regulación no puede trabajarse en forma apresurada ya que además de factores económicos y financieros deben resolverse aspectos técnicos clave para la implementación relacionados con: seguridad, estabilidad de la tensión y normas de medidores a instalar para medir el flujo de corriente que importa y exporta la vivienda en cuestión. Aquí se menciona el caso de España que en su momento fue un reconocido líder en la reglamentación de incentivos pero luego dio un retroceso presionada por la crisis económica de 2008.
4. La industria de energía renovable es un caso interesante de generación de empleo. Para ello es interesante considerar el caso de Brasil donde se han creado incentivos para que los paneles solares se fabriquen localmente. Brasil le lleva a la Argentina una ventaja de al menos cinco años en la materia.
5. En el proceso de piloto es clave la consideración de los diferentes *stakeholders*, entre ellos las distribuidoras, para tener en cuenta todos los puntos de vista y evitar posteriores detractores del proyecto.
6. Más allá del avance que realice la Secretaría de Energía será necesario un impulso político para que el tema se coloque en la agenda de los legisladores cuando se tengan las primeras conclusiones de los pasos a seguir.

La entrevista dio la sensación de que el Estado está, al menos a través de su Secretaría, dedicándole tiempo a la iniciativa. Sin embargo, es clave lograr la alineación de múltiples *stakeholders* para que no se extienda en demasía y que Argentina pueda

transitar el camino que ya están transitando otros países de la región como Brasil, Uruguay y Chile.

En el próximo capítulo se analiza la factibilidad de avanzar con un modelo de negocio que contemple la generación de energía fotovoltaica en forma distribuida con la posibilidad de inyectar excedentes en la red eléctrica.

5 Análisis del Modelo de Negocio en Argentina

Antes de presentar el modelo de negocio se debate sobre si existe o no oportunidad desde la óptica de agregado de valor para el cliente.

5.1 ¿Existe una oportunidad?

Cualquier modelo de negocio que se quiera plantear debe agregar algún tipo de valor a los clientes. En cualquier modelo relacionado con energía el cliente final es aquel que pagará la factura de electricidad y que debería ver algún tipo de beneficio en la inversión. Es por ello que la oportunidad se analiza desde la perspectiva del cliente final y bajo las condiciones tarifarias actuales para entender qué cambios deberían llevarse adelante.

El análisis se enfoca en la Ciudad de Buenos Aires comenzando por entender los costos e inversiones en equipos de generación solar.

El período de repago es el tiempo en que se recupera la inversión y es una medida financiera para evaluarla. Esta medida depende de algunos factores como:

1. **La energía generada por el sistema fotovoltaico:** los módulos fotovoltaicos se clasifican según la potencia máxima que pueden ofrecer. Como ejemplo se considera un equipo de 2,35 kW³³ que es algo inferior a la potencia de un hogar estándar. Este equipo ocupa una superficie aproximada de 16,4 m². En la Ciudad de Buenos Aires hay una irradiación solar que varía en el rango de 2 a 6,5 kW-h/día/m²³⁴, según se hable de enero o junio. Por ende se considera un promedio de 4,25 kW-h/día/m². Asumiendo una eficiencia por temas de sombras y pérdida en cables del 15% se tiene para 30 días al mes una energía eléctrica de 315,5 kW-h³⁵ (esto significa 631 kW-h bimensual o 3.786 kW-h al año).

³³ Se consideran 10 módulos estándar de 235 W cada uno. Las dimensiones de cada módulo son 1,65 m (alto) y 0,992 m (ancho) ocupando un área de 1,64 m². Por lo tanto 10 módulos ocupan un área de 16,4 m² (10 x 1,64 m²).

³⁴ Fernández, D. "La Energía Solar Fotovoltaica: Sistemas Fotovoltaicos integrados a Red en la Ciudad de Buenos Aires", Defensoría del Pueblo CABA, 2010.

³⁵ Surge de multiplicar los 16,4 m² de la superficie ocupada por el equipo por los 4,25 kW-h/día/m² por los 30 días y por el factor de eficiencia del 15%. Esto también se puede verificar en la ficha técnica del generador Hissuma de 235 W.

2. **El precio de electricidad en la región:** para el ejercicio se toma el cuadro tarifario vigente de Edesur correspondiente al consumo de un hogar con consumo bimestral en el rango 301-650 KW-h (Tarifa Nro 1 – R2)³⁶. A fin de proyectar un escenario de corto plazo se consideran valores sin subsidios con lo cual se tiene un costo fijo bimensual de ARS 15,67 más un costo variable de 0,364 ARS/kW-h.
3. **La inversión realizada en el sistema fotovoltaico:** se toma el valor de 4,5 USD/Wp, mencionado en el ítem 3.2. Por lo tanto, para un equipo de 2,35 kW, la inversión es de USD 11.250.

A fines prácticos se asume que existe algún tipo de regulación que permita la conexión del sistema fotovoltaico con la red para volcar excedentes y que la retribución económica es mediante *net metering*. Es decir, al final de cada mes se hace un balance entre lo inyectado y lo consumido, cobrándose al usuario solo por la diferencia (entendiendo que su consumo será mayor a su inyección en la red). Es importante esta consideración dado que la situación más probable es que el momento de máxima generación dentro del día (las horas de sol) no se acompañan con el mayor consumo en el hogar (este se da por la tarde noche).

Por lo expuesto en el marco teórico los costos de generación son muy bajos. Por ende,

La fórmula para el Repago Simple es la siguiente:

$$\text{Repago Simple [años]} = \frac{\text{Monto de la Inversión [USD]}}{\text{Ahorro anual [USD]}}$$

Para el ahorro anual se considera el producto del precio de electricidad de red por la cantidad de electricidad que se deja de consumir por tener el sistema fotovoltaico, partiendo de la base que hay parte que se continuará consumiendo de la red debido al dimensionamiento del sistema fotovoltaico seleccionado.

Por lo expuesto párrafos arriba **el monto de la inversión asciende a USD 11,250.**

El ahorro anual se calcula como el costo variable multiplicado por el total generado anual adicional al costo fijo bimensual multiplicado por seis, lo que da como resultado

³⁶ Edesur, http://www.edesur.com.ar/cuadro_tarifario.pdf, consultado el 17 de agosto de 2015.

ARS 1.472³⁷. Considerando una tasa de cambio de 9,20 ARS/USD **el ahorro anual es de USD 160**. Por lo tanto el repago simple es de 70 años.

Si se considerasen los subsidios vigentes en la actualidad el ahorro anual sería de ARS 268³⁸ o sea USD 29. En este caso el período de repago simple sería de 387 años.

Setenta años es un período inaceptable para cualquier inversión, más aún si se considera que la vida útil de estos equipos es de alrededor de treinta años.

El período de repago en otros países está entre siete y diez años. En Alemania, un ícono de energía fotovoltaica, es algo menor a siete años³⁹. En Estados Unidos varía bastante según el Estado fundamentalmente por las diferentes políticas pero suele ser de alrededor de nueve años⁴⁰.

Este análisis deja en claro que bajo las tarifas vigentes en la actualidad (aún sin considerar subsidios) y con los costos actuales de los sistemas fotovoltaicos y asumiendo la puesta en vigencia de algún tipo de reglamentación como *net metering*, la inversión en autogeneración de energía solar no representa (al menos desde el punto de vista económico) una inversión atractiva para un cliente en la Ciudad de Buenos Aires.

De lo anterior se desprende que, dado que no habría una demanda interesada en invertir en sistemas fotovoltaicos conectados a la red⁴¹, no se prevé oportunidad de llevar adelante un modelo de negocio que capture parte de esa demanda. Sin embargo, en los próximos ítems se intenta introducir un modelo de negocio innovador para capturar esta demanda. A su vez, se dan algunos lineamientos de qué medidas podrían elaborarse para que los períodos de repago calculados anteriormente se acerquen a aquellos de los países que crecen en el uso de estas tecnologías.

³⁷ El costo variable es el producto de los 3.786 kW-h por 0,364 ARS/kW-h lo que da como resultado ARS 1378. A eso se le suma el costo fijo anual ARS 93,84 (15,64 x 6) y se obtienen los ARS 1.472.

³⁸ El costo variable subsidiado para el correspondiente régimen tarifario es 0,046 ARS/kW-h.

³⁹ Diario La Nación, <http://www.lanacion.com.ar/1702453-desmitificando-las-energias-renovables>, consultado el 17 de Agosto de 2015.

⁴⁰ Blog Direct Energy Solar, <http://www.directenergysolar.com/blog/post/what-is-the-average-payback-period-of-a-solar-installation/>, consultado el 17 de Agosto de 2015.

⁴¹ Se recuerda que el foco del análisis son los sistemas conectados a la red, dejándose de lado aquellos sistemas aislados comúnmente utilizados en zonas donde no llega la energía eléctrica,

5.2 Modelo de Negocio

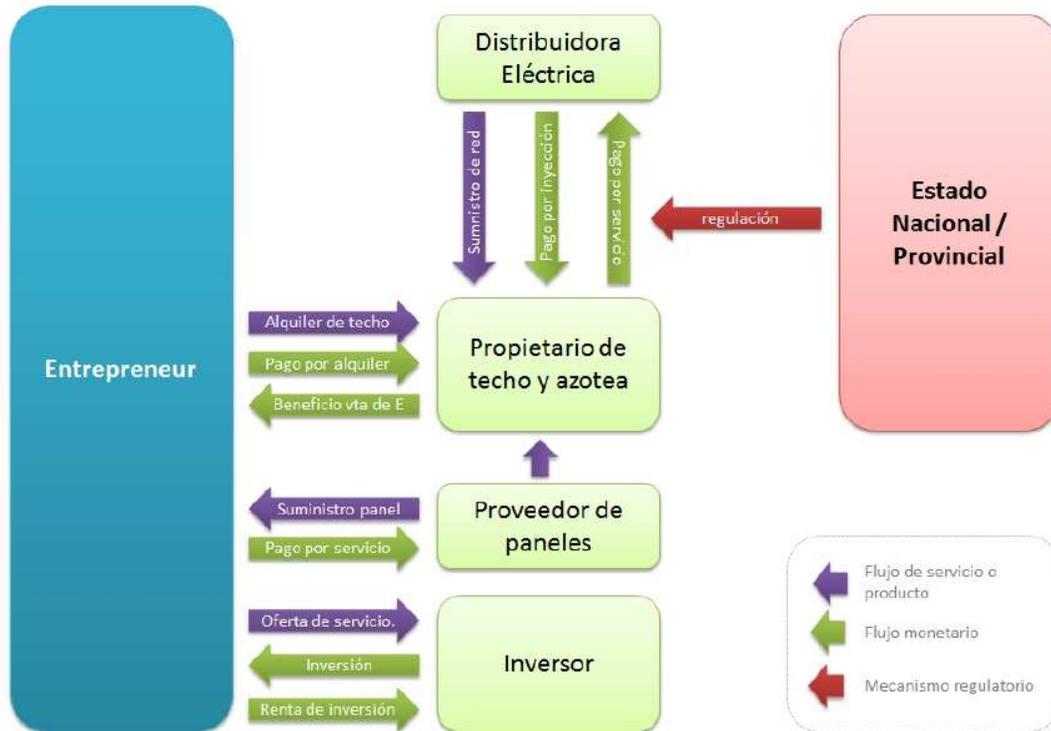
De lo expuesto el apartado anterior, en la actualidad no resulta económicamente conveniente implementar un modelo de negocio basado en la generación de electricidad a partir de paneles fotovoltaicos que inyecten su excedente en la red. Pero ¿qué pasaría si se toman algunas de las medidas que modifiquen la situación actual? ¿Qué sucedería si el precio de la energía renovable inyectada en la red tuviera un valor tal que asegure un período de repago de la inversión en alrededor de 7 años como en los países europeos?

En tal sentido se introduce un modelo de negocio que, por sus características innovadoras, valdría la pena profundizar una vez que las condiciones regulatorias cambien en el país.

5.2.1 Descripción y Propuesta de valor

El modelo que se presenta consiste en alquilar techos o azoteas de edificaciones existentes o en construcción mediante el pago de una renta con el fin de colocar sistemas fotovoltaicos que generen energía eléctrica que sea inyectada a la red y mediante la cual reciba una retribución económica.

En la siguiente página se muestra un esquema con el modelo propuesto.

Ilustración 5-1. Esquema de relacionamiento de *stakeholders* para el modelo propuesto

El *entrepreneur* conecta al inversor con el propietario de la azotea. Recibe la inversión del primero y la utiliza para comprar el sistema fotovoltaico que el proveedor de paneles instala en la azotea alquilada para tal fin.

El modelo precisa de los siguientes requisitos:

1. Reglamentación por parte del Estado Nacional o Provincial que regule la inyección de electricidad generada por el sistema fotovoltaico en la red eléctrica y el correspondiente beneficio a ser percibido por el propietario que lo lleve a cabo. Se asume que este beneficio es el *feed-in-tariff* (monto que desembolsaría la Distribuidora por cada kW-h generado e inyectado en la red). Esto regula la relación Distribuidora Eléctrica-Propietario.
2. Contrato entre *Entrepreneur* e inversor/es: para regular la manera en que se determinará la renta por la inversión aportada por el o los inversores.
3. Contrato de locación entre *entrepreneur* y propietario/s: para regular la colocación y explotación de los sistemas fotovoltaicos por parte del primero en propiedad del segundo que en general se realiza por un período de 20 a 25 años.

El primero proporcionará al segundo un pago por alquiler mensual. Dado que el propietario obtendrá un beneficio en su cuenta de luz (a la luz de la regulación) este debe trasladar este beneficio al primero siendo esto el objetivo económico primario del *Entrepreneur*.

4. Contrato entre *Entrepreneur* y Proveedor de sistemas fotovoltaicos: Es una relación de compra venta en la cual el primero puede negociar mejores condiciones comerciales por ofrecer un mercado potencial interesante para el segundo. El proveedor debe instalar los equipos en el propietario así como encargarse del mantenimiento correspondiente.

El agregado de valor se da sobre los siguientes *stakeholders*:

1. El Estado, organizaciones y ciudadanos: ya que pueden contar con opciones de electricidad generada mediante una fuente renovable y no contaminante.
2. El propietario del piso o de la nave donde se vayan a instalar las placas solares: tiene un ingreso adicional consecuencia de la renta por el alquiler y una comisión sobre las ventas. Todo lo que es la operación y el mantenimiento del sistema fotovoltaico está a cargo de la empresa que lidera el emprendimiento.
3. El inversor: es quien destinará un dinero a ser utilizado para el alquiler. Como contrapartida recibirá un retorno sobre la inversión.
4. Empresas proveedoras de sistemas fotovoltaicos: verán incrementados sus ingresos en vista de una mayor necesidad de instalar paneles solares.
5. El *Entrepreneur*: es quien proveerá el nexo entre el inversor, el propietario de la edificación y las empresas proveedoras de los sistemas fotovoltaicos. Administrará el dinero aportado por el inversor obteniendo una rentabilidad por el servicio prestado.

Hay que considerar que dentro del contrato de locación entre *entrepreneur* y propietario, el primero deberá tener en cuenta el artículo 8 de la ley CABA 4024 sobre protección del paisaje urbano. Este establece que las instalaciones no deben provocar la desfiguración de la perspectiva del paisaje o perjuicios a la armonía paisajística o arquitectónica y también la preservación y protección de los edificios y paisajes.

Otras reglamentaciones como la ley Salta 7824 no hacen mención directa al impacto paisajístico de la instalación de paneles sino que se centra en aspectos de seguridad y en los pasos que se debe seguir en caso de querer llevar adelante un proyecto.

Un caso similar al planteado pero en un ámbito diferente es el de la publicidad en edificios. Si bien existe la ley de Publicidad Exterior que lo regula⁴² la misma se centra en ciertas condiciones de seguridad que deberán cumplirse quedando la relación entre las partes regladas por un contrato de locación.

Se presentan a continuación algunos antecedentes de modelos similares en otras partes del mundo.

5.2.2 Antecedentes

Existe un **portal en España llamado Suelosolar.es** que se encarga de ubicar terrenos para la instalación de paneles solares. Es similar a un portal de oferta y demanda inmobiliaria, sólo que lo que se intercambia aquí es un espacio solar

El procedimiento para alquilar el espacio comienza al abrir la página y analizar un mapa de colores que indica las horas de sol en cada provincia española de acuerdo a datos del IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). A partir de allí, el visitante puede estudiar la zona geográfica en donde desea realizar la instalación. A su vez, allí se encontrará con diferentes tipos de oferta que se clasifican según el estado de su explotación (proyectada, aprobada, conectada, completada o no iniciada), su producción anual y su precio.

Además de ser un nexo entre la oferta y la demanda de inversiones solares, Suelosolar.es ofrece un servicio de asesoría creado a partir de una base de datos legislativa y jurídica relacionada con energía solar tanto fotovoltaica como térmica, de modo que quien quiera invertir tiene al alcance de su mano suficiente información para iniciar su proyecto.

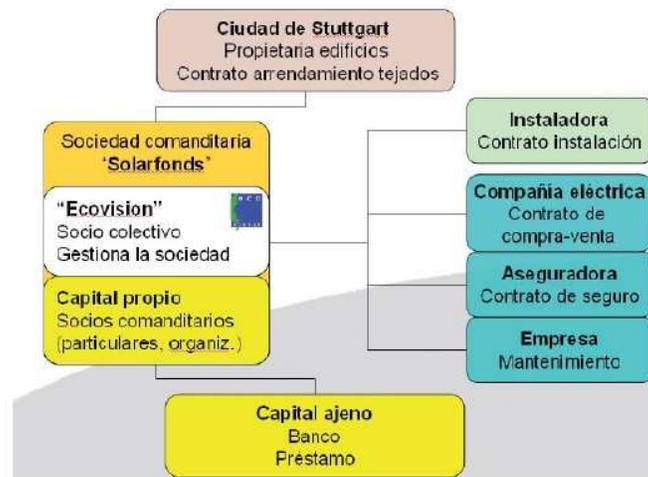
En España, el precio de la cubierta es de 4 o 5 euros el metro cuadrado, de modo que si se tiene un espacio de mil metros cuadrados, el propietario del inmueble recibirá unos cinco mil euros al año, siempre dependiendo de la zona climática en la que se encuentre.

⁴² Ley CABA Nro 2936/08, Boletín Oficial de la Ciudad de Buenos Aires, 2008

También en España, el proyecto OLA SOLAR ha promovido la instalación de una planta solar de 44 kWp en el Mercado del Carmel (Barcelona). Hoy, este sistema está formado por un propietario y 168 copropietarios y la participación máxima es de 3.000 euros. La cantidad media aportada por persona es de 2.000 euros y los beneficios se reparten proporcionalmente a la cantidad invertida. El testimonio de una de las copropietarias, Yolanda Delgado, detalla que si un ciudadano invierte 1.000 euros, se convierte en propietario de 175 kWh anuales de producción eléctrica, lo que equivaldría al 12% de su consumo doméstico anual. Con esta misma aportación y gracias a las primas establecidas para las energías renovables, se obtiene una remuneración anual de entre un 4% y un 6% de su inversión a lo largo de 25 años⁴³.

En **Alemania, el proyecto *Ecovision Solarfonds GmbH&Co*** ha permitido instalar plantas fotovoltaicas de propiedad compartida en los tejados de cinco colegios de la ciudad de Stuttgart. Este sistema de multipropiedad está formado por 77 copropietarios que han invertido una media de 7.447 euros cada uno, siendo la aportación mínima 1500 euros. La potencia total de la suma de las cinco escuelas es de 309 kWp y se calcula que su producción anual alcanza los 262.000 kWh⁴⁴.

Ilustración 5-2. Esquema de entidades que entran en juego en el Proyecto *Ecovision Solarfonds GmbH&Co*⁴⁵.



⁴³ Diario Vanguardia, http://www.fundaciontierra.es/sites/default/files/web_antiga/es/data/vanguar_170607.pdf, consultado el 23 de agosto de 2015.

⁴⁴ Soitu, http://www.soitu.es/soitu/2008/06/20/medioambiente/1213968177_546989.html, consultado el 22 de agosto de 2015.

⁴⁵ Red Española de Ciudades por el Clima, "Gestión energética local, energías renovables y participación: una nueva cultura energética frente al cambio climático", Madrid: FEMP, 2009. Página 80.

Según muestra el esquema, los socios comanditarios aportan capital propio a la sociedad comanditaria pero también ajeno que se obtiene de un préstamo bancario. Ecovision, el socio colectivo, gestiona la sociedad, así como todas las relaciones con la instaladora, la compañía eléctrica, la aseguradora, la empresa de mantenimiento y la ciudad de Stuttgart, propietaria del tejado.

En Sudamérica también existe un caso interesante de éxito.

En octubre de 2012, la empresa Brasil *Solair* firmó un convenio de colaboración financiera con la *Caixa Fundo Ambiental* y se inició el **Proyecto de Generación de Ingresos y Energía en Juazeiro**, Bahía.

El proyecto de 2,1 MW consistió en la instalación de sistemas de micro generación de energía solar en los techos de mil hogares de bajos recursos que hacen parte de un condominio en el poblado de Juazeiro⁴⁶. Los 9.144 paneles fotovoltaicos instalados en los tejados de edificios con cuatro o seis apartamentos ocupan una superficie equivalente a dos campos de fútbol. (Ver Anexo 8.8)

Solair Brasil creó el proyecto entrenando mano de obra local y supervisó la implementación del sistema, conectado a la red Coelba (distribuidor de electricidad local) y regulada por la ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica). La empresa tiene un contrato con los condominios para comercializar la energía generada en el mercado libre.

Por cada R\$ 100 de los ingresos de la micro usina, R\$ 60 irán directamente a los bolsillos de los residentes. Otro R\$ 30 se destinarán a un fondo para inversiones en mejoras y beneficios del uso común, de preferencia las actividades generadoras de ingresos, y otros R\$ 10 cubren los costos de mantenimiento de condominios.

Solar Brasil se ve favorecida por esta iniciativa ya que ha comenzado a producir los paneles solares en el país abriendo oportunidades de empleo.

De esta manera, se benefician múltiples *stakeholders*:

⁴⁶ Brasil Solair, <http://www.brasilsolair.com.br/projeto-juazeiro>, consultado el 22 de agosto de 2015.

1. Pobladores: reciben un ingreso porque son parte del proceso. Además se capacitan en energía renovable, con lo cual obtienen capacitación.
2. Empresa Solair Brasil: amplía el mercado consumidor de paneles solares y por ende sus ingresos. Obviamente, tiene que acompañar esa ventaja con inversiones para cubrir la demanda con productos que tiendan a hacer locales. Para disminuir ese riesgo, recibe el apoyo financiero de la Caixa Federal.
3. Comunidad en general: tiene más fuentes de energía renovable y además se le abren fuentes de trabajo por la instalación de fábricas locales para la construcción de paneles solares.

En el apartado 5.4 se continúa la discusión sobre los impactos sociales y medioambientales para mostrar que no solo se tiene efecto económico sino también otros beneficios a la comunidad.

5.2.3 Análisis FODA

Se muestra a continuación un análisis de los factores internos y externos de un posible modelo de negocio.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> - Fuente de energía no contaminante - Como los sistemas no están ubicados en el medio del campo, no se altera la fisonomía del paisaje. - El propietario del terreno se despreocupa del mantenimiento y sobretodo de los aspectos relacionados con la seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de regulación que habilite la autogeneración con posibilidad de ventas de excedentes - Conflicto de intereses con las empresas distribuidoras.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas de bajos ingresos pueden tener ingresos adicionales por alquiler de sus techos. - Acceso a financiamiento de bajo costo - Al generar con fuentes renovables contribuyen a la mitigación de GEI⁴⁷ y pueden 	<ul style="list-style-type: none"> - Regulación cambiante que no permita tener visión a largo plazo o que ponga en riesgo la rentabilidad esperada (como ocurrió en España).

⁴⁷ Gase de Efecto Invernadero

recibir financiamiento de los mecanismos internacionales de mitigación (NAMA's⁴⁸ u otros)

Claramente una fortaleza del modelo es que utiliza un sistema que no causa polución al medioambiente. Dado que los paneles van apoyados sobre los techos ya construidos tampoco se produce una contaminación visual o alteración del paisaje. Es decir, desde el punto de vista ambiental los aspectos son positivos. Justamente eso es lo que genera la posibilidad de que el Estado pueda proveer apoyo económico a este tipo de iniciativas dado que seguramente este último accederá a préstamos de organismos internacionales que tienen fondos reservados con estos objetivos. Como se describe en 5.5 se puede abrir una oportunidad para viviendas más carenciadas si estas desean ofrecer sus techos para la instalación de paneles solares. De esta forma accederían a un ingreso que surge del alquiler del espacio sin necesidad de realizar algún tipo de inversión.

Sin embargo, la principal debilidad actual reside en la ausencia de regulación nacional que permita llevar adelante el proyecto en los centros de mayor consumo como el AMBA. Aún creándose la legislación, la amenaza es qué tan seria y consistente pueda ser la misma a largo plazo como para no cambiar permanentemente las normas y evitar que se genere el efecto de España donde hubo un estancamiento en el crecimiento de la capacidad instalada.

En los próximos dos apartados se describe el mercado potencial en la Ciudad de Buenos Aires y se mencionan posibilidades de extrapolar la idea a otras ciudades de la Argentina.

5.2.4 Mercado potencial en la Ciudad de Buenos Aires

Empresas como Sharp⁴⁹ están desarrollando soluciones para ampliar la utilización de paneles solares en los ámbitos comercial, industrial, residencial y público. Algunos

⁴⁸ *Nationally Appropriate Mitigation Actions*, se refiere a acciones vinculadas a mitigar cambios climáticos en países en desarrollo. Se encuadran dentro del ámbito de las Naciones Unidas.

⁴⁹ Sharp Solar, <http://sharp-world.com/solar/es/solutions/purpose/index.html>, consultada el 17 de Agosto de 2015

ejemplos muy innovadores en el ámbito comercial son paneles solares que cubren las paredes en rascacielos en Manchester lo cual permite alcanzar una potencia de 391 kW (ver anexo 8.5). Sin embargo, se acota el análisis a soluciones de mayor aplicación en el corto plazo como la utilización de techos de viviendas o galpones para la instalación de paneles solares.

En la Ciudad de Buenos Aires existe una gran cantidad de edificios. Para estimar la superficie potencial se precisa una serie de estudios complejos que involucran simulaciones⁵⁰ para estudiar la luz que reciben durante el día además de los ángulos correctos de ubicación para captar el sol. Obviamente, se precisa que los soportes que sostienen los módulos se coloquen con la firmeza necesaria y sean de fácil acceso para tareas de mantenimiento.

Sin embargo, se toma como referencia un estudio presentado por la Defensoría del Pueblo de la Ciudad de Buenos Aires (CABA)⁵¹ en el cual se concluye que la superficie neta para la instalación de sistemas fotovoltaicos es de 4.375 millones de m², lo que equivale al 2,2% de la población total de la CABA.

Tabla 5-1. Estimación de superficie neta para instalación de módulos fotovoltaicos.

Ciudad de Buenos Aires				
Detalle	Km ²	has	m ²	% Sup. Total
Sup. Total C.A.B.A.	202,0	20.204,0	202.040.000,0	100,0%
Sup. Espacios Verdes		1.685,1	16.851.000,0	8,3%
Sup. Calles + Avenidas		2.900,0	29.000.000,0	14,4%
Sup Neta		24.789,1	156.189.000,0	77,3%
Sup techo		3.500,0	35.000.000,0	17,3%
Considerando un 25% (techos al Norte, 1/4 de manzana)				4,3%
Sup. Neta para paneles FV - Pérdidas por espaciamiento de módulos, distancias mínimas reglamentarias etc. (50%)			4.375.000,0	2,2%

Fuente: Defensoría del Pueblo de la Ciudad de Buenos Aires, 2010.

El estudio presentado, considerando 130 Wp/m², daría un total de 569 MWp de potencia. Actualmente el mercado argentino tiene una potencia instalada fotovoltaica de 22 MW (ver Anexo 8.4). Es decir, considerando tan solo la Ciudad de Buenos Aires se

⁵⁰ Bayod Rujula, A. y otros, "Instalaciones fotovoltaicas en azoteas: Parámetros para la elección de la mejor tecnología y ángulo de captación", Universidad de Zaragoza, 2008.

Martín Ávila, Ana M., "Modelo geográfico para la estimación del potencial fotovoltaico en tejados", Universidad Complutense de Madrid, 2014.

⁵¹ Fernández, D. "La Energía Solar Fotovoltaica: Sistemas Fotovoltaicos integrados a Red en la Ciudad de Buenos Aires", Defensoría del Pueblo CABA, 2010.

superaría en gran medida la capacidad total a nivel país y se alcanzaría solo con energía solar un tercio de lo que se había planeado como objetivo en la Ley 26.190.

5.2.5 Escalabilidad del proyecto

Una cuestión clave a la hora de pensar en oportunidades es considerar la escalabilidad de las mismas, es decir la posibilidad de replicar el modelo en otros segmentos o bien en otras regiones con el fin de incrementar los ingresos.

En el presente trabajo se puso en foco en la Ciudad de Buenos Aires por ser un mercado de alto consumo de electricidad (y por ende gran oportunidad) y de dimensiones geográficas acotadas, lo cual es interesante para un prototipo. También los análisis de repago presentados se corresponden con tarifas vigentes es esa jurisdicción.

Sin embargo, por la naturaleza del proyecto el mismo podría extenderse a otros centros urbanos como: Provincia de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Mendoza.

Lo que se necesita en cada caso es la reglamentación de una ley que habilite la inyección de excedentes de generación.

Respecto al mercado, el mismo puede ser tanto a nivel de privados, como se planteó en el apartado anterior, como público. Este último caso consiste en utilizar azoteas de organismos públicos tales como escuelas, secretarías y ministerios del Estado Nacional, Provincial o Municipal.

5.3 Cambios necesarios para que la oportunidad sea factible

Si bien los cálculos de repago se basaron en la hipótesis de que existía algún tipo de reglamentación para la inyección de excedentes en la red eléctrica, la realidad es que las mismas no existen al momento. Tal como se describió en el apartado 4.1.3, se está trabajando en pilotos con el objetivo de avanzar en este sentido. Sin embargo, es clave que se termine de consolidar una política nacional sobre el tema así como lo hicieron países de la región como Chile y lo están haciendo algunas provincias. La existencia de una política nacional es fundamental porque la Ciudad de Buenos Aires se enmarca dentro de esa jurisdicción y además porque representaría un mensaje político importante para el resto de las jurisdicciones.

En el apartado 3.3 se describieron algunos tipos de incentivos para motorizar las inversiones en energías renovables.

Aún sin considerar los subsidios, queda claro al observar las facturas de las distribuidoras que las tarifas en la Ciudad de Buenos Aires son muy inferiores a la de otros países de la región como Uruguay, Brasil y Chile e incluso ciudades de Argentina como Córdoba y Santa Fe. El anexo 8.7 da una idea de tarifas eléctricas residenciales en países de la región así como en países de otras partes del mundo. La Ciudad de Buenos Aires (a través de Edenor y Edesur) tiene un nivel de tarifas muy inferior a todos con la excepción de Venezuela. Por tal motivo, el primer punto a ajustar son las tarifas de electricidad.

Si, por ejemplo las tarifas en la Ciudad de Buenos Aires se estableciesen en un nivel de 0,09 USD/kW-h similar al de Paraguay, Bolivia, Brasil o Ecuador (primer escalón de precios superior al de Argentina) el período de repago se reduciría a 33 años⁵².

Luego de sincerar las tarifas, el segundo paso consiste en implementar políticas de incentivos para la generación a partir de fuentes renovables. Se considera que lo ideal es aplicar políticas de Feed-in-Tariff que remuneren un diferencial a aquellos clientes que inyecten excedentes en la red eléctrica.

Por ejemplo, si el precio a pagar por la generación solar fuese un 25% superior al precio que el cliente debería abonar por la que consume de la red se tendría un escenario como el que sigue. Se parte de la base de un precio ajuste de tarifas hasta llegar a 0,09 USD/kW-h. Por ende, el precio a pagar por la electricidad volcada en la red sería de 0.1125 USD/kW-h y el ahorro aumentaría de 341 a 426 USD/año, siendo el repago de 26 años.

Finalmente, parte de los subsidios que hoy se destinan a todos los usuarios podría destinarse a las compras de sistemas fotovoltaicos de manera de reducir las inversiones. Ya sea mediante subsidios o reducción de impuestos o derechos de importación (considerando que gran parte de los componentes son importados) el efecto sería la

⁵² Surge de dividir USD 11.250 por 341 USD/año (que es el producto de 3.786 kW-h y 0,09 USD/kW-h)

disminución en la inversión. Esto podría ir variando en el tiempo considerando la tendencia a la baja en el precio de los módulos.

Para alcanzar el período de repago de países europeos (máximo 13 años) se necesitaría una reducción de inversión de alrededor de 50%. En esa situación se tendría un período inferior de repago al de la inversión en una cochera en la Ciudad de Buenos Aires, que hoy puede calcularse entre 16 años en promedio⁵³. Ambas situaciones de riesgo se consideran similares una vez publicadas las reglamentaciones mencionadas.

Es importante comenzar con una política de FIT, que se mantenga lo más sencilla al comienzo para luego complejizarse en función del aprendizaje. Esta es una recomendación realizada por Mendonca⁵⁴, un autor que ha estudiado y escrito numerosos papers y libros sobre FIT.

5.4 Impacto social y medioambiental

Si bien los análisis precedentes han tenido un foco económico, es fundamental considerar también el impacto social y medioambiental de los emprendimientos.

La energía solar fotovoltaica es una energía renovable que no contamina en su etapa de operación y por ende tiene un impacto medioambiental muy positivo.

Existe un concepto interesante que demuestra este impacto positivo. Se denomina tiempo de retorno energético o *energy payback* y se define como el tiempo necesario para compensar las emisiones de CO₂ producidas durante la fabricación de los equipos y que son ahorradas durante el uso. Este período varía entre uno y cuatro años dependiendo el material con el que fue construido el sistema. Considerando tiempos de vida de treinta años se puede decir que un promedio de 93% de la electricidad generada por estos sistemas no generarán polución ni gases de efecto invernadero.

Otro beneficio presente en varios de los proyectos mencionados en el apartado 5.2.2, es la oportunidad que se les da a propietarios (algunos de ellos de bajos ingresos como los

⁵³ Se toma como referencia el análisis publicado en La Nación donde la inversión promedio es de USD 23.700 y el ingreso medio es de ARS 1.150 mensuales (ARS 13.800 o USD 1.500 anuales). Fuente: Diario La Nación, <http://www.lanacion.com.ar/1789168-una-cochera-rinde-mas-que-un-departamento>, consultado el 17 de agosto de 2015

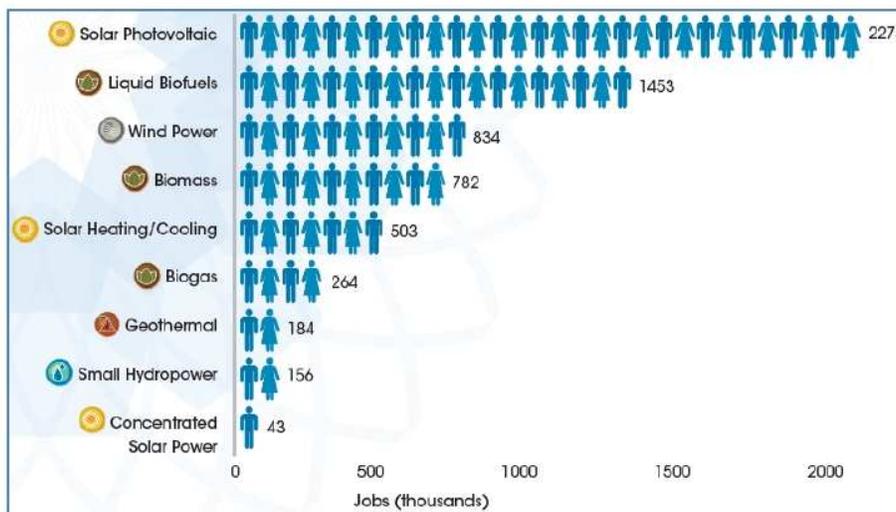
⁵⁴ Mendonca, M., Jacobs, D., Sovacool, B., "Powering the Green Economy: The Feed-in Tariff Handbook", Estados Unidos, 2009.

del Proyecto Juazeiro) de tener ingresos adicionales que permitan una mejora en su calidad de vida.

A nivel social, otros de los puntos favorables de la energía solar fotovoltaica es la generación de empleos dentro de la cadena de suministro (producción, venta e instalación). Un estudio realizado por la Agencia Internacional de Energías Renovables en 2014⁵⁵, estimó en 6,5 millones las personas ocupadas en ese sector, que crecen gracias a las fuertes inversiones que se han realizado principalmente en China, Brasil y Estados Unidos. Los grandes empleadores del sector a nivel global se encuentran en la energía solar fotovoltaica, con 2,3 millones de puestos de trabajo directos e indirectos.

La siguiente ilustración demuestra el lugar preponderante que tiene la energía solar fotovoltaica en la generación de empleo en comparación con otras energías renovables.

Ilustración 5-3. Empleo generado mundialmente por diferentes energías renovables (miles de personas)



Fuente: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2014

En síntesis, es interesante tener en cuenta los impactos sociales y medioambientales como un elemento más a la hora de sopesar la propuesta de valor del modelo de negocio.

A continuación se introduce un concepto relacionado con proyectos que consideran estos aspectos parte clave de su objetivo.

⁵⁵ Ferroukhi, R., Khalid, A., Lopez-Peña, A., Renner, M., "Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2014", International Renewable Energy Agency (IRENA), Emiratos Árabes, 2014, página 4.

5.5 Emprendimientos sociales

El apartado anterior ha descrito beneficios sociales y medioambientales de los proyectos en estudio. En relación con este tema y dado que el trabajo está encarado desde un enfoque *entrepreneur* se considera relevante introducir el concepto de emprendedor o empresario social. Si bien hay múltiples definiciones, se selecciona aquella ofrecida por la *Schwab Foundation*: “Los empresarios sociales pilotan la innovación y transformación social hacia varios campos incluyendo educación, salud, medio ambiente y desarrollo empresarial. Persiguen aliviar la pobreza con celo emprendedor, métodos empresariales y el coraje de innovar y superar las prácticas tradicionales. Un empresario social, igual que cualquier otro emprendedor, construye organizaciones sólidas y sostenibles que pueden estar constituidas tanto sin ánimo de lucro como con él.”⁵⁶

“El concepto de emprendimiento social abarca iniciativas que van desde una empresa dedicada a la comercialización de productos ecológicos, por ejemplo, hasta el emblemático Grameen Bank, un sistema de distribución de créditos para suministrar servicios financieros en zonas rurales pobres.”⁵⁷

Lo interesante de este concepto es que no está limitado a países en vías de desarrollo sino que en los últimos años la Unión Europea ha trabajado en la creación de un marco regulatorio que fomente este tipo de emprendimientos. De hecho, se considera clave la creación de fondos de inversión solidaria que impulsen la iniciativa social a nivel transfronterizo⁵⁸. En el caso concreto del presente trabajo, se considera que analizar emprendimientos relacionados con la generación de energía solar fotovoltaica desde un enfoque de emprendimiento social puede generar resultados exitosos. Esto se debe a que el Estado puede, mediante marco regulatorio, ofrecer mayores incentivos o respaldo financiero a aquellos proyectos que además de contemplar la instalación de paneles generen un beneficio a comunidades más necesitadas.

⁵⁶ Enciso, M., Gómez, L. y Mugarra, A., “La iniciativa comunitaria en favor del emprendimiento social y su vinculación con la economía social: una aproximación a su delimitación conceptual”, CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, 75, 2010, página 64.

⁵⁷ Rodríguez, Aramis & Ojeda, Edwin, “Emprendimiento social: Un concepto e búsqueda de sustentabilidad”, Debates IESA, Volumen XVIII, Número 4, 2013, página 1.

⁵⁸ Enciso, M., Gómez, L. y Mugarra, A., Op. Cit., página 60.

E Proyecto Juazeiro, mencionado en 5.2.2, es un claro ejemplo donde una empresa (Brasil Solair) ha brindado capacidad instalada a un pueblo con necesidades, permitiéndole obtener beneficios por el alquiler de los techos. Además del rol privado, es clave el apoyo del Estado suministrando financiamiento a tasas bajas. Lo interesante de la definición de la *Schwab Foundation* es que el emprendedor social no tiene por qué ser una organización sin fines de lucro pero aun así puede estar agregando valor social.

Si se extrapola el concepto a la Argentina, podría pensarse en empresas comercializadoras de sistemas fotovoltaicos como emprendedores sociales que con apoyo de Estado, tanto a través de marco regulatorio como financiero puedan llevar adelante instalaciones en zonas de bajos ingresos como viviendas populares, viéndose estas favorecidas por ingresos adicionales.

Se abre también la posibilidad de que habitantes de estas zonas puedan ser capacitados en la instalación y mantenimiento lo cual les permitiría tener acceso a nuevos ingresos y conocimientos tecnológicos que generen oportunidades de inclusión en el mundo laboral.

Claramente, el Estado debe tener en cuenta todos estos aspectos al momento de evaluar el retorno de la inversión de su apoyo financiero.

Luego del análisis preliminar del modelo de negocios, de posibles cambios en los incentivos y de conocer los impactos positivos adicionales de la energía fotovoltaica se pasa a la etapa de conclusiones y discusiones.

6 Conclusiones

El presente trabajo parte de una problemática actual de vasto interés para la Argentina como el abastecimiento energético y lo combina con un elemento central para el futuro como ser la sustentabilidad en el aprovechamiento de recursos. Dado que muchas veces esta sustentabilidad se alcanza con la suma de pequeños actos se ha optado por analizar la factibilidad de generación eléctrica en forma distribuida en Argentina, orientándose hacia grandes centros urbanos como el de AMBA.

Desde el punto de vista técnico se ha enfocado en energía solar fotovoltaica por ser una tecnología flexible en cuanto a aplicación, con costos decrecientes y una amplia utilización en países desarrollados como Alemania y un comienzo de expansión en países en vías de desarrollo como Chile, Brasil y Uruguay.

Por tratarse de un enfoque *entrepreneur* se plantea un análisis focalizado en el cliente, partiendo de la hipótesis de que si se le agregara valor entonces podría obtenerse algún modelo de negocio exitoso. Más allá de los aspectos ambientales se han priorizado las variables económicas y legales vigentes en la actualidad.

Desde el punto de vista legal, si bien no existe una reglamentación a nivel nacional hace pocos días fueron aprobadas las modificaciones a la Ley 26.190 lo cual representa un apoyo político a la generación de energías renovables. Si bien no existe una ley nacional que regule la generación distribuida, han aparecido proyectos en diferentes provincias como Santa Fe, San Juan y Salta. Esto, sumado a proyectos piloto como el de IRESUD a nivel nacional, genera esperanzas.

No obstante, la cuestión económica representa un mayor desafío. En base a los análisis realizados de retorno de la inversión en sistemas fotovoltaicos, hoy no aparece como una alternativa atractiva.

Es decir, para avanzar a nivel nacional y principalmente en la Ciudad de Buenos Aires y alrededores, que representan los mayores centros de consumo, se precisan no solo incentivos económicos y fiscales (subsidios en la compra de equipos, excepciones o disminuciones impositivas, etc) sino también sinceramiento de tarifas de electricidad a los consumidores finales manteniendo los subsidios solo en aquellos hogares de menor

poder adquisitivo. De otra manera no solo se tendrán efectos macroeconómicos como déficit por importaciones de energía y ausencia de motivación para un consumo razonable sino también ausencia de incentivos para invertir en generación a través de medios sustentables.

Sin los cambios anteriormente citados será muy difícil que modelos de negocio basados en generación distribuida se vuelvan una realidad.

A pesar de ello, se opta por empezar a plantear un modelo de negocio no solo por conservar una visión optimista sino porque países de la región como Brasil y Chile ya lo están haciendo.

De los posibles modelos se ha elegido uno en el cual el *entrepreneur* especializado pueda obtener una rentabilidad por conocimiento técnico y regulatorio a través del alquiler de techos a particulares. Estos últimos serán beneficiados por un ahorro en su cuenta de electricidad y por ello transferirán parte del ahorro al *entrepreneur*, quien se encargará de la instalación y mantenimiento del sistema fotovoltaico, gracias al vínculo que lo unirá con las empresas proveedoras especializadas, quienes a su vez verán incrementado su mercado.

A pesar de que hoy en día no se detecta una oportunidad desde el punto de vista de un *entrepreneur* tradicional, se introdujo el concepto de emprendimientos sociales o *social entrepreneurship* que vale la pena seguir profundizando.

Resulta interesante ahondar en una línea investigativa que explore los proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos con la idea de no solamente tener un retorno económico sino también generar beneficios en poblaciones o viviendas con necesidades. Si son claros los beneficios sobre estas comunidades el Estado tendrá mayores incentivos para prestar apoyo financiero.

En breve, la Nación será tendrá un nuevo Presidente y esto abre incertidumbre acerca de qué tanto se harán esperar las reformas. Un *entrepreneur* debe anticiparse a estos cambios para estar preparado antes nuevas oportunidades y convertirlas en proyectos exitosos.

7 Bibliografía

Almada, W. (Ingeniero electrónico en la empresa Discar SA), comunicación personal (Julio 2015).

Bayod Rujula, A. y otros, “Instalaciones fotovoltaicas en azoteas: Parámetros para la elección de la mejor tecnología y ángulo de captación”, Universidad de Zaragoza, 2008.

Blog Direct Energy Solar, <http://www.directenergysolar.com/blog/post/what-is-the-average-payback-period-of-a-solar-installation/>, consultado el 17 de Agosto de 2015.

Brasil Solair, <http://www.brasilolair.com.br/projeto-juazeiro>, consultado el 22 de agosto de 2015.

Brown, N. (Gerente de Cambio Climático y Energía Sustentable en la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires), comunicación personal (Julio 2015).

Deutsche Bank Climate Change Advisors, “Get Fit Program: Global Energy Transfer Feed-in-Tariffs for Developing Countries”, 2010.

Diario La Nación, <http://www.lanacion.com.ar/1702453-desmitificando-las-energias-renovables>, consultado el 17 de Agosto de 2015.

Enciso, M., Gómez, L. y Mugarra, A., “La iniciativa comunitaria en favor del emprendimiento social y su vinculación con la economía social: una aproximación a su delimitación conceptual”, CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, 75, 2010.

Energía solar en la Ciudad de Buenos Aires, Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires, n.d, http://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/energia_solar_en_la_ciudad.pdf, consultado el 8 de julio de 2015.

Ferroukhi, R., Khalid, A, Lopez-Peña, A., Renner, M., “Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2014”, International Renewable Energy Agency (IRENA), Emiratos Árabes, 2014.

Fernández, D. “La Energía Solar Fotovoltaica: Sistemas Fotovoltaicos integrados a Red en la Ciudad de Buenos Aires”, Defensoría del Pueblo CABA, 2010.

Guía Energía Solar Fotovoltaica en Córdoba,

http://cordoba.nuestraciudad.info/portal/Gu%C3%ADa:Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica_en_C%C3%B3rdoba , página web, visitada el 15-agosto-2015.

Hay, John, “Economics of Solar Photovoltaic Systems”, University of Nebraska, 2013.

KPMG, “Informe: Encuesta de energías renovables”, 2014

Intergovernmental Panel on Climate Change, “Special Report on Renewable Energy International Energy Agency (IEA). “Key World Statistics”, Francia, 2014.

International Energy Agency (IEA). “PVPS Trends 2014 in PV Applications”, Francia, 2014.

Lapeña, J. et al, “Propuesta de una política de Estado para el Sector Energético Argentino”, Buenos Aires, 2009.

Martín Ávila, Ana M., “Modelo geográfico para la estimación del potencial fotovoltaico en tejados”, Universidad Complutense de Madrid, 2014.

Medina, O. (Ingeniero electricista en Secretaría de Energía de la Nación Argentina, área de Planeamiento Estratégico), comunicación personal (Julio 2015).

Mendonca, M., Jacobs, D., Sovacool, B., “Powering the Green Economy: The Feed-in Tariff Handbook”, Estados Unidos, 2009.

Rabinovich, G. (Consultor Independiente en temas de Energía), comunicación personal (Junio y Julio 2015).

Red Española de Ciudades por el Clima, “Gestión energética local, energías renovables y participación: una nueva cultura energética frente al cambio climático”, Madrid, 2009.

Rodriguez, Aramis & Ojeda, Edwin, “Emprendimiento social: Un concepto e búsqueda de sustentabilidad”, Debates IESA, Volumen XVIII, Número 4, 2013

Pertierra Cánepa, F., Apuntes de clase Cátedra de Entrepreneurship, CEMA, Buenos Aires, 2015.

Sources and Climate Change Mitigation”, Ginebra, Suiza, 2011.

Sharman, H., Leyland, B., Livermore, M., “Renewable Energy: Vision or Mirage”, Inglaterra, 2011.

Sustentator, <http://sustentator.com/energia/doc.html>, consultada el 7 de junio de 2015.

Szigeti, Pedro Luis, “Cambios regulatorios para incentivar la generación de electricidad a partir de Fuentes renovables”, Mendoza, 2013.

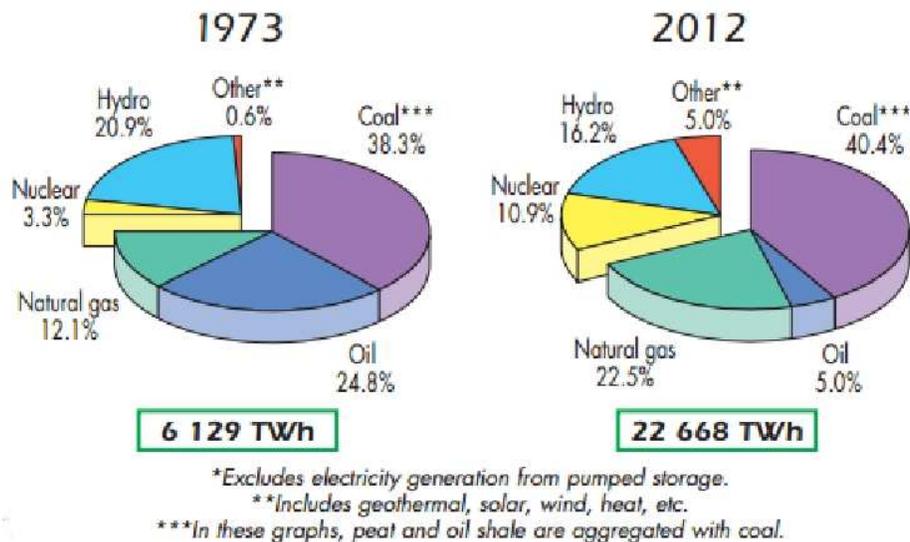
Timmons, J., "New Venture Creation. Entrepreneurship for the 21st century", USA, Mc Graw-Hill, 5ta Edición en Inglés, 1999.

8 Anexo

8.1 Evolución en la generación de energía eléctrica

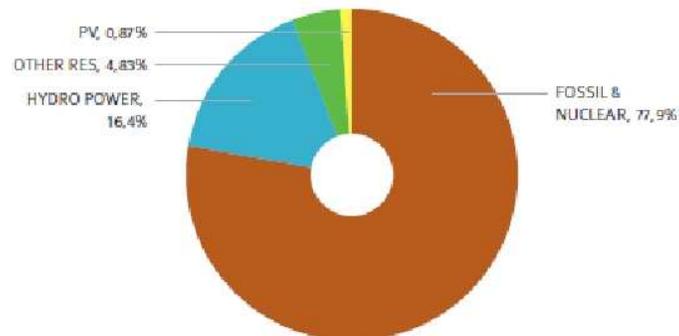
El gráfico debajo muestra la generación mundial anual de energía eléctrica. Se observa que existe un crecimiento en la participación de energías renovables dentro de la cual se incluye la solar.

Ilustración 8-1. Participación de energías alternativas en matriz energética mundial en diferentes momentos de la historia



Fuente: International Energy Agency (2014), Key World Statistics, p. 24

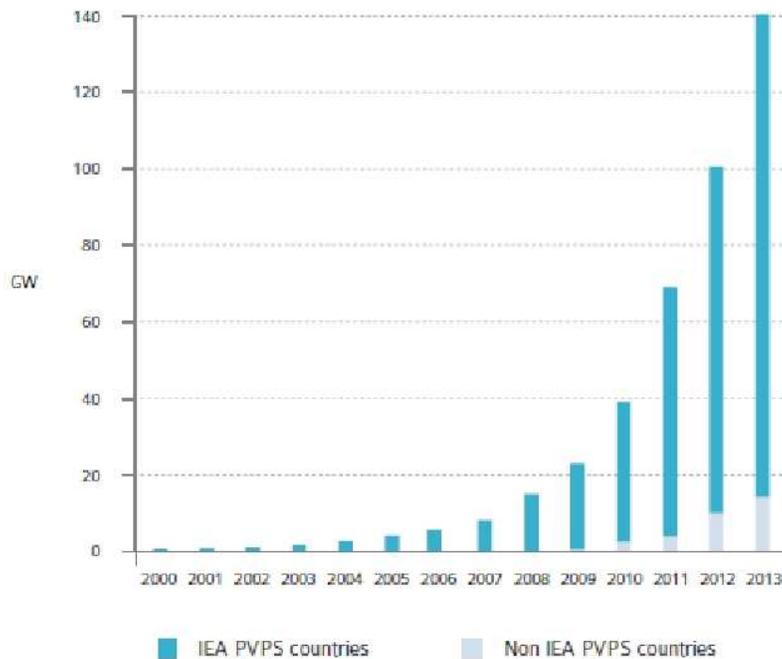
Ilustración 8-2. Participación de energía fotovoltaica en matriz energética mundial actual



Fuente IEA PVPS. P 62

8.2 Evolución de capacidad instalada de energía fotovoltaica

Ilustración 8-3

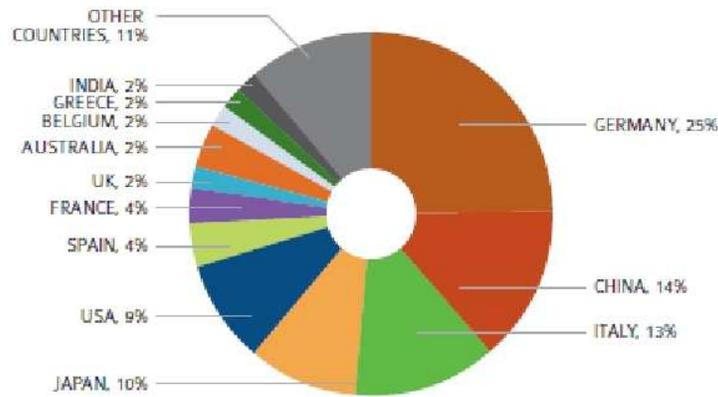


Fuente: International Energy Agency (2014), IEA PVPS Trends 2014 in PV Applications, p.9

Los países miembros de IEA PVPS son: Australia, Austria, Bélgica, Canada, China, Dinamarca, Francia, Alemania, Israel, Italia, Japón, Corea del Sur, Malasia, México, Holanda, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Tailandia, Turquía y EEUU.

8.3 Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica (2013)

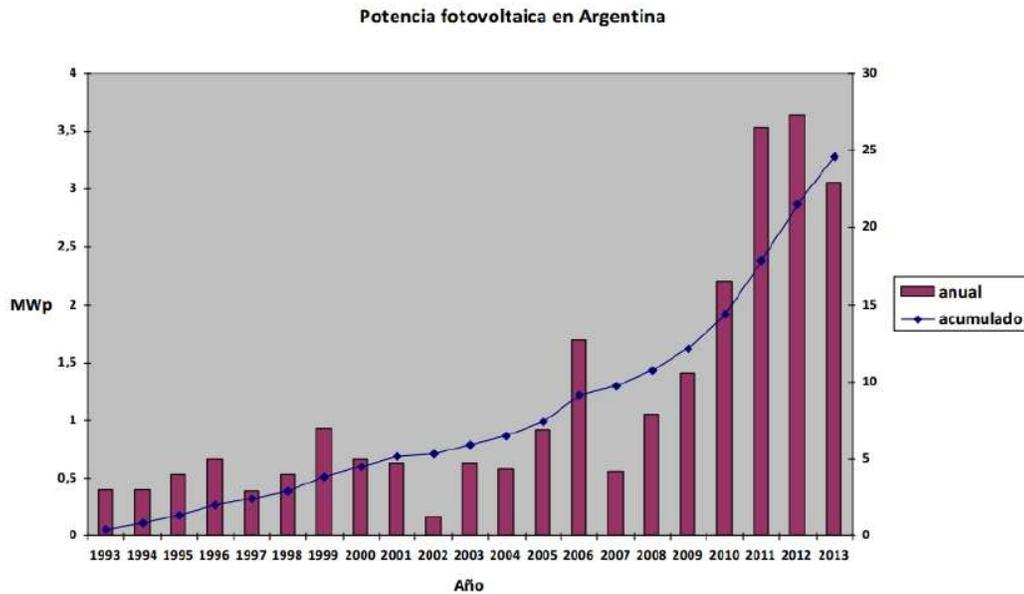
Ilustración 8-4



Fuente: International Energy Agency (2014), IEA PVPS Trends 2014 in PV Applications, p.10

8.4 Potencial instalada fotovoltaica en Argentina

Ilustración 8-5



Fuente: Alejandro Zitzer, Presentación: Intervenciones Urbanas con Energía Solar Fotovoltaica, 5to Congreso Internacional de Solar Cities, 2014.

8.5 Paneles solares en rascacielos en Manchester

Paneles solares que cubren las paredes de un rascacielos en Manchester

Con 122 m de altura, la Torre CIS es una de las construcciones más altas de Manchester, Inglaterra, y tres de sus paredes están cubiertas con 7.244 paneles solares de tipo de 80 W, los cuales juntos generan 391 kW de electricidad. Este es uno de los sistemas de generación de electricidad solar más grandes en edificios comerciales de Europa.



8.6 Caso de *Net Billing* en Chile

Comenzó a operar la primera casa que inyecta energía a la red eléctrica

Un vecino de Las Condes genera su propia electricidad y entrega el remanente a Chilectra. Invertió US\$ 20.000 en su proyecto.

Por: LA SEGUNDA

sábado, 04 de octubre de 2014



Andreas Lehna y su proyecto de energía solar.

A sólo días de que entre en vigencia la ley que regula el pago de tarifas eléctricas a pequeños productores de energías renovables, ya está lista y produciendo la primera casa que inyectará electricidad fotovoltaica (25 kilowatts/hora al día) al gigantesco sistema que controla Chilectra en la Región Metropolitana.

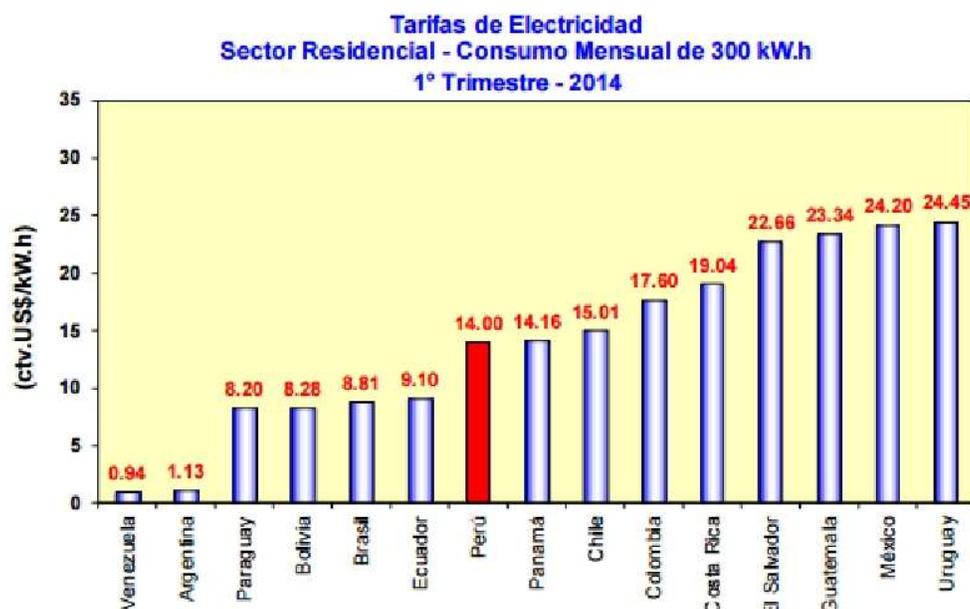
Para su propietario, el ciudadano de origen alemán Andreas Lehna, gerente general de Novofarma, esto representa la culminación de un largo sueño ecologista.

Los trabajos en la casa de calle Waterloo, en Las Condes, terminaron el 8 de septiembre, dos días después de que se publicó el reglamento respectivo en el Diario Oficial.

Fuente: Diario La Segunda on line, 4 de octubre 2014.

8.7 Precios de electricidad a hogares en otros países

Ilustración 8-6



Fuente: Osinermin, "Análisis Comparativo de tarifas de electricidad a nivel internacional al Primer Trimestre de 2014", Perú, 2014.

Tabla 8-1. Precios de electricidad en Estados Unidos

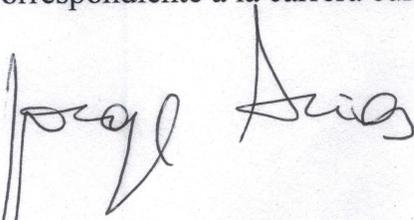
	Electricity prices for households in US dollars/MWh									
	1978	1980	1990	2000	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Australia	38.735	43.325	71.696	63.191	..	..	..	..	..	..
Austria	79.830	101.277	155.690	117.512	257.018	255.682	257.629	272.660	253.924	271.900
Belgium	114.853	140.966	166.596	132.258	285.643	232.565	231.656	264.182	249.936	263.773
Canada	24.108	28.391	53.123	52.926	90.296	82.968	93.283	104.944	104.773	..
Chile	..	..	41.226	85.421	228.492	213.189	208.626	210.793	185.384	172.339
Czech Republic	34.375	38.542	26.741	54.352	191.474	192.126	185.535	210.502	198.946	205.573
Denmark	67.899	101.583	164.474	197.441	396.352	364.780	356.292	409.192	383.426	393.926
Estonia	..	..	..	..	117.132	123.767	127.097	136.541	138.946	174.764
Finland	57.742	69.329	102.799	77.788	172.405	173.729	175.391	213.466	194.867	202.275
France	80.523	114.130	150.120	101.659	164.327	159.211	165.279	186.960	175.138	193.359
Germany	85.394	100.538	163.801	120.645	322.807	317.866	318.742	351.710	338.753	387.628
Greece	62.963	74.400	118.534	70.814	156.871	151.848	158.411	172.970	180.527	216.381
Hungary	..	31.755	38.760	65.306	224.177	206.228	218.625	218.530	204.156	182.006
Ireland	56.344	76.699	131.290	101.382	267.152	265.013	232.583	259.288	270.322	292.661
Israel	..	..	..	93.037	155.620	136.769	139.833	148.752	151.616	..
Italy	50.000	76.923	156.704	135.484	305.263	284.218	263.166	278.685	288.401	305.564
Japan	93.138	117.336	176.796	214.041	206.016	227.640	232.158	261.356	276.758	242.140
Korea	66.529	98.115	96.186	83.776	88.640	76.921	83.172	88.684	93.079	101.422
Luxembourg	68.502	85.517	123.764	99.263	215.497	235.899	215.364	220.940	209.254	206.823
Mexico	35.242	52.402	45.834	68.284	96.053	79.875	89.670	95.163	90.195	90.850
Netherlands	82.383	114.523	117.191	131.060	242.642	258.024	221.154	237.732	238.238	257.201
New Zealand	23.936	33.489	54.652	60.054	164.366	151.428	176.126	204.883	213.384	..
Norway	28.427	35.447	73.343	57.814	151.262	132.605	175.629	170.521	135.984	148.512
Poland	..	22.624	10.316	65.467	192.954	167.489	179.125	198.210	190.868	196.299
Portugal	46.575	71.084	147.324	119.539	218.664	215.199	215.232	245.497	260.668	279.570
Slovak Republic	34.372	38.523	27.685	90.124	218.887	230.897	212.980	241.553	229.640	238.052
Slovenia	..	..	..	..	167.575	183.049	185.472	201.711	193.443	212.760
Spain	57.267	80.046	189.723	117.143	218.013	212.337	246.715	295.106	..	..
Sweden	46.491	59.116	87.868	..	218.433	194.042	217.995	247.912	223.962	233.656
Switzerland	65.984	72.549	110.735	111.322	154.300	163.917	179.989	222.723	204.160	203.695
Turkey	77.000	62.625	50.640	84.419	164.801	165.095	184.141	169.072	184.749	..
United Kingdom	52.167	87.169	118.472	106.721	217.927	191.204	183.065	208.182	216.106	228.863
United States	43.100	53.600	78.500	82.000	112.634	115.071	115.765	117.169	118.785	121.159
OECD	55.186	68.206	102.416	100.940	156.160	155.489	156.307	169.306	167.308	..

Fuente: IEA, "Electricity Information", Edición 2014

8.8 Fotos de Proyecto Juazeiro (Bahía, Brasil)



SI/ NO autorizo a la Universidad del CEMA a publicar y difundir a los fines exclusivamente académicos y didácticos la Tesis/Trabajo Final de mi autoría correspondiente a la carrera cursada en esta institución.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Arias', written in a cursive style.

Jorge Marcelo Arias

DNI 30.183.097