



ENERGÍAS
ALTERNATIVAS
PARA UN
**DESARROLLO
SOSTENIBLE**

HOGAR
AUTOSUSTENTABLE

ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA UN **DESARROLLO SOSTENIBLE**

Área de Pensamiento Estratégico
Diciembre 2016

HOGAR AUTOSUSTENTABLE
Cámara Argentina de la Construcción

AUTORES

Ing. Walter F. Adad
Ing. Marcelo Cammisa

DISEÑO GRÁFICO Y ARMADO

Bottino, Pamela
Galilea, Juan Manuel

Adad, Walter
Hogar autosustentable / Walter Adad ; Marcelo Cammisa. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FODECO, 2017.
31 p. ; 30 x 21 cm. - (Energías alternativas para un desarrollo sostenible)
ISBN 978-987-4401-08-3
1. Construcción de Viviendas. 2. Ahorro de Energía. 3. Energía Renovable. I. Cammisa, Marcelo II. Título
CDD 333.7963

Esta edición se terminó de imprimir en Gráfica TCM,
Murguiondo 2160 – Ciudad de Buenos Aires, Argentina,
En el mes de Noviembre de 2017

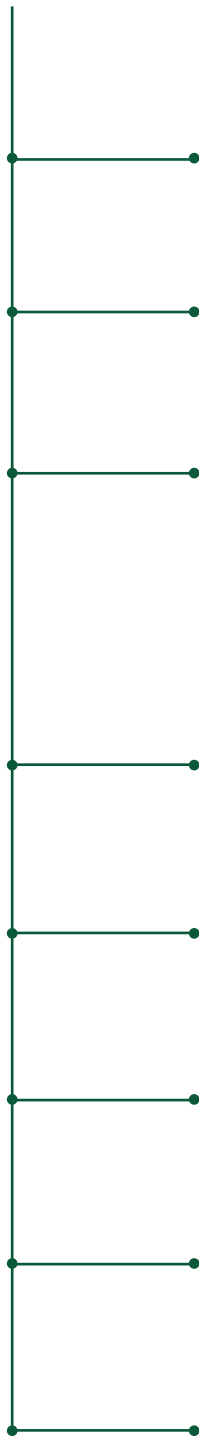
1era. edición – Noviembre 2017 / 150 ejemplares

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, óptico, de grabación o de fotocopia sin previo permiso escrito del editor.



HOGAR AUTOSUSTENTABLE

CONTENIDOS



1/

PG 07 - INTRODUCCIÓN

2/

PG 09 - CONTEXTO ACTUAL SOBRE HOGARES AUTOSUSTENTABLES

3/

PG 11 - ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN HOGAR AUTOSUSTENTABLE

PG 13 - SISTEMA SOLAR PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR

PG 13 -3.1/ MARCO TEÓRICO E INFRAESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN

PG 15 -3.2/ ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA

PG 18 -3.3/ EJEMPLOS DE APLICACIÓN

PG 20 -3.4/ SISTEMAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO

PG 20 -3.5/ INTEGRACIÓN CON SMART GRID

4/

PG 23 - COCINAS SOLARES

5/

PG 25 - TERMOTANQUES SOLARES

6/

PG 27 - APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL

7/

PG 29 - CONCLUSIONES

8/

PG 31 - BIBLIOGRAFÍA Y LINKS DE INTERÉS



INTRODUCCIÓN

Un hogar autosustentable, o autónomo, es aquel que puede funcionar independientemente de la infraestructura de servicios tales como red eléctrica, red de gas, sistemas de agua municipal, etc. Con el avance de la energía renovable, resulta de particular interés ahondar en el concepto de hogar fuera de red (OTG – Off the grid - por sus siglas en inglés) puesto que los mismos buscan prescindir de uno o más servicios con el objetivo de reducir el impacto medioambiental y el costo de los servicios.

A lo largo de este informe, se llevará adelante un dimensionamiento técnico y económico (sectorizado por tamaño de residencia) para la implementación de un sistema de energía solar en el hogar que posibilite su funcionamiento fuera de la red eléctrica. Además, en la última sección se sugerirán métodos que permiten emplear de manera más eficiente el agua potable consumida en el hogar.

Nuestro planeta recibe del Sol una cantidad de energía anual que supera ciento de veces la consumida actualmente en forma mundial. Particularmente en Argentina, es posible obtener una radiación media de unos 4,5 kWh/m²¹ para toda la región central y norte del país (donde se concentra más del 90 % de la población). En otras palabras, para ese nivel de radiación y en 3,5 m², el Sol aporta tanta energía como el gas requerido para calentar toda el agua sanitaria que utiliza una familia tipo por día en el país.²

La instalación de paneles solares en hogares, aprovecharía esta fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable. Permitiendo a los usuarios, no tan solo disminuir los montos de sus facturas de electricidad y de gas, sino también convertirse en micro-generadores, contribuyendo al desarrollo de un sistema eléctrico menos deficitario y más limpio.

Este concepto de generación distribuida implicaría que si existiera en un momento determinado, una generación de energía que superara el consumo instantáneo, este exceso se podría inyectar en la red eléctrica nacional por medio de un inversor que automáticamente entra en sincronismo con la misma. Aquí comienza a hacerse muy importante la integración con tecnologías como SmartGrids (redes eléctricas inteligentes). Hemos publicado un informe sobre este tema recientemente.

¹. "Atlas de Energía Solar de la República Argentina", elaborado por el Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján.

². Colaboración Energías – Metrogas – UNSAM, "Potenciales ahorros de gas en la Argentina por mejoras en los sistemas de calentamiento de agua", Marzo 2014.

Más allá de la factibilidad técnica, hay que mencionar que para el éxito de este proyecto, deben darse algunos pasos como la sanción de una ley que lo autorice y regule. En este aspecto, hay que destacar que provincias como Salta, Mendoza, Neuquén, Misiones y Santa Fe ya han comenzado a experimentar con esta tecnología. Además, por los beneficios comentados anteriormente y por el marco propicio para su desarrollo en el país, la Secretaría de Energía del Ministerio de Energía y Minería de la Presidencia de la Nación, considera a la Energía Solar como la primera estrategia en materia de Energías Renovables a desarrollar³. Por esta razón, es esperable que en el corto/mediano plazo, comiencen a aparecer mecanismos que impulsen la financiación de equipos de fabricación nacional para hacer uso de esta fuente de energía. Un claro ejemplo es el programa “Un sol para tu techo”⁴ lanzado en Santa Fe y que tiene como objetivo facilitar la adquisición de calefones solares en dicha provincia a través de una línea preferencial de crédito ofrecida por el Nuevo Banco de Santa Fe.

³. <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2977>

⁴. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/157867/%28subtema%29/157864>

1/ CONTEXTO ACTUAL SOBRE HOGARES AUTOSUSTENTABLES

A nivel mundial, en 2015, el sector eléctrico experimentó el mayor incremento anual de la historia en términos de capacidad de Energías Renovables instalada. La figura 1 muestra la evolución en la última década. Se observa un incremento interanual record de 157 GW para el período 2014/2015.

La figura 2 muestra los 10 países con mayor capacidad de potencia instalada en Energías Renovables, mientras que la figura 3 exhibe el ranking para Sudamérica. Como se observa, Argentina ocupa el cuarto lugar luego de Brasil, Chile y Uruguay.

En este contexto, y teniendo en cuenta el interés en todo el mundo de fomentar el desarrollo de este tipo de Energías (al menos 64 países llevaron a cabo licitaciones públicas de energía renovable), en Argentina, se lanzó el programa "Renovar-Ronda1" que consiste en un Proceso de Convocatoria Abierta para la contratación, en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), de energía eléctrica de fuentes renovables de generación. Actualmente, las mismas representan el 1,8 % de la demanda eléctrica nacional y el nuevo marco regulatorio para el sector se fija como meta elevar progresivamente la oferta hasta alcanzar un 12% en 2019 y un 20%, equivalente a 10 GW, en el año 2025, según se muestra en la figura 4.

Los resultados de dicha licitación, superaron ampliamente las expectativas iniciales puesto que la potencia a contratar fue de 1000 MW y la potencia ofertada fue de 6346,3 MW (Entre Eólica, Solar, Biomasa, Biogás e Hidráulico). Particularmente en el caso de la Energía Solar, se presentaron 58 ofertas por un total de 2813,1 MW contra una potencia a contratar de 300 MW.

Ante el panorama de creciente interés mundial y nacional en este tipo de energías, y teniendo en cuenta que si bien la producción de electricidad renovable continúa dominada por los grandes generadores, no hay que perder de vista que existen mercados en los que la distribución de generación a pequeña escala comienza a crecer. Por ejemplo, Bangladesh es el mayor mercado del mundo para sistemas solares domésticos fuera de la red eléctrica.

Los avances en la tecnología, una mayor conciencia sobre los efectos de la deforestación y un creciente apoyo gubernamental, son los principales factores que impulsan la expansión de la generación distribuida de energía. Para cuantificar esta situación, es interesante mencionar que a mediados de 2015, se vendieron alrededor de 44 millones de sistemas de energía solar para alimentar hogares fuera de la red en todo el mundo, representando un mercado anual de 300 millones de dólares. Hacia finales del 2015, cerca de 70 países contaban con cierta capacidad instalada de generación de energía solar Foto Voltaica (FV) fuera de la red, o presentaban programas de apoyo a las aplicaciones de energía solar FV fuera de la red.

Por lo tanto, en las siguientes secciones se profundizará en la tecnología que permite desarrollar hogares autosustentables que cuenten con la posibilidad de inyectar energía eléctrica a la red.

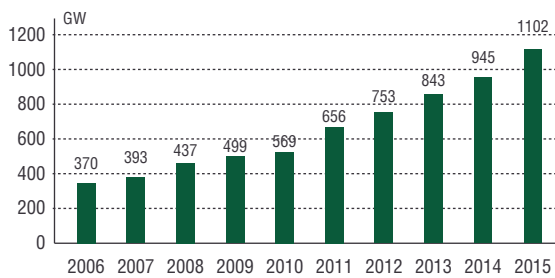
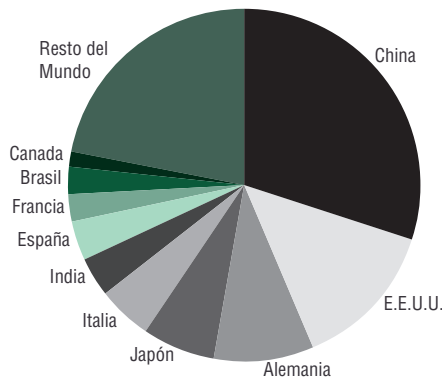
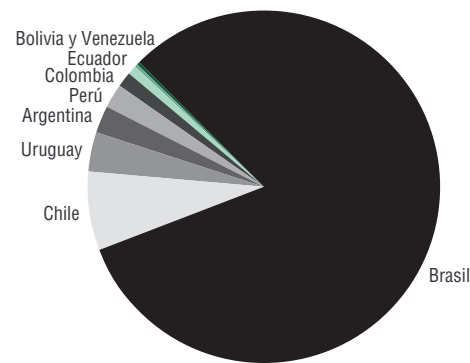


Figura N/1: Capacidad de potencia instalada en el mundo de energías renovables. Fuente: https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6548/AS_14695676441.pdf



País	GW	% del total
China	331	30,04
E.E.U.U.	151	13,70
Alemania	102	09,26
Japón	72	06,53
Italia	55	04,99
India	42	03,81
España	39	03,54
Francia	28	02,54
Brasil	27	02,45
Canada	16	01,45
Resto del mundo	239	21,69
Total Top 10	863	78,31
Total del mundo	1102	100

Figura N/2: Ranking de los 10 países con mayor capacidad de Energía Renovable instalada a diciembre de 2015. Fuente: https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6548/AS_14695676441.pdf



País	GW	% del total
Brasil	27,40	81,91
Chile	02,40	07,17
Uruguay	01,20	03,59
Argentina	00,80	02,39
Perú	00,80	02,39
Colombia	00,40	01,20
Ecuador	00,30	00,90
Bolivia	00,10	00,30
Venezuela	00,05	00,15
Total del mundo	33,45	100

Figura N/3: Capacidad de Energía Renovable instalada a diciembre de 2015 en Sudamérica. Fuente: https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6548/AS_14695676441.pdf

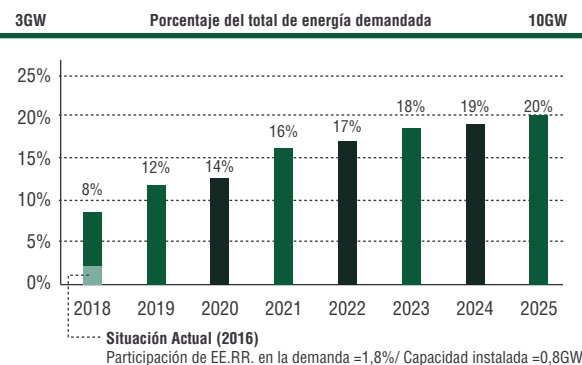


Figura N/4: Meta Nacional de Energías Renovables 2018-2025. Fuente: https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6548/AS_14695676441.pdf

2/ ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN HOGAR AUTOSUSTENTABLE

A la hora de diseñar un hogar autosustentable, es muy importante tener presente que es mucho más fácil ahorrar energía que producirla. Por lo tanto, los primeros aspectos a considerar se encuentran relacionados con el ahorro y la eficiencia energética. En este punto es conveniente realizar una diferenciación entre eficiencia energética pasiva y activa.

En eficiencia energética pasiva se encuentran las siguientes acciones:

- **Aislamiento térmico de la vivienda:** necesario para reducir la demanda energética que se utilizaría para calentar o enfriar un ambiente, manteniendo los niveles de confort. Dentro de este concepto se incluye, aislamiento en los muros, en cubiertas, en depósitos o tuberías y en el suelo.
- **Aislamiento de ventanas y puertas:** Colocar burletes o aislantes en aquellas rendijas bajo las puertas y en los marcos de las ventanas que dejen pasar el frío o el calor. Oscurecimiento o espejado de los vidrios o colocación de doble vidrio hermético (DVH).
- **Aprovechamiento de la luz solar:** Por ejemplo, subiéndolo las persianas durante las horas de más luz solar se lograría aumentar algunos grados la temperatura del hogar y se gastaría menos electricidad. Al caer la tarde, cerrando las persianas se evitaría que el frío reduzca la temperatura alcanzada. En este aspecto es interesante contar con persianas aislantes, por ejemplo, de aluminio rellenas con espuma de poliuretano.

- **Dispositivos eficientes:** A la hora de comprar o renovar algún electrodoméstico, es importante considerar que el mismo sea energéticamente eficiente (Clase A o superior). En este aspecto, también aplica el reemplazo de luminarias existentes por lámparas LED cuyos costos han disminuido notablemente en los últimos años.
- **Evitar consumos residuales:** Evitar dejar conectados cargadores de celulares, notebooks, televisores, etc. Aunque es cierto que el consumo de este tipo de dispositivos es mínimo, a lo largo del año puede suponer un gasto importante.

Hasta aquí, lo antes mencionado direcciona los esfuerzos hacia la mitigación de las pérdidas de energía en lugar de realizar algún tipo de gestión o control sobre la misma. Aparece, entonces, el concepto de eficiencia energética activa que se logra cuando no solamente se aplican medidas de ahorro energético a los equipos y aparatos instalados, sino también cuando ellos son controlados para utilizar solamente la energía requerida. Es en este aspecto de control, donde se encuentra el punto crítico para alcanzar un máximo de eficiencia.

Algunos ejemplos de eficiencia energética activa pueden ser:

- **Control de la iluminación:** Se pueden emplear técnicas de control sencillas, como el encendido y apagado de las luces externas en función de la salida y puesta del sol. O más complejas, como la detección de movimiento dentro de los ambientes para determinar el encendido de las luminarias.

- Control de la refrigeración (heladeras): Un sistema de control de la refrigeración basado en un controlador que optimice la programación del compresor y del ventilador permite obtener una reducción en el consumo de dicho equipo. Dado que el compresor consume aproximadamente el 95 % de toda la energía utilizada por un refrigerador, la optimización del tiempo de funcionamiento permitiría alcanzar un ahorro del 30 % aproximadamente.
- Control de la climatización: Con un control adecuado se pueden combinar distintos métodos para ahorrar entre el 15 % y el 30 % del consumo total del equipo. Entre estos mecanismos de control se destacan:
 - Programación del punto de ajuste de temperatura en función de la ocupación.
 - Elevar la temperatura a nivel “cómodo” cuando se detecte la presencia de ocupantes.
 - Adaptar el flujo de la ventilación en función de la cantidad de personas o contaminación del aire interno.

En los párrafos anteriores se analizaron algunas cuestiones que permiten optimizar el uso de la energía dentro de un hogar y que deberán ser consideradas si se desea implementar con éxito una vivienda autosustentable.

En las próximas secciones, se llevará adelante un análisis de algunos mecanismos existentes para generar energía eléctrica a partir del Sol (puesto que como se mencionó en la introducción es un recurso muy abundante en nuestro país) y de cómo el mismo puede ser utilizado para calentar el agua de un hogar y cocinar alimentos.

Por último se llevará adelante una descripción de un sistema de aprovechamiento de agua pluvial.



3/ SISTEMA SOLAR PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR

3.1/ MARCO TEÓRICO E INFRAESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN

En esta sección, describiremos los principales elementos que permiten implementar un sistema de aprovechamiento de energía solar.

En primer lugar es conveniente mencionar que el Sol emite energía en forma de ondas electromagnéticas de distintas frecuencias, fundamentalmente en los rangos de la luz visible, ultravioletas e infrarrojos. Una pequeña fracción de esta energía es interceptada por la Tierra.

Al nivel del mar, la radiación solar es aproximadamente igual a 1000 W/m² cuando es medida perpendicular a los rayos solares. Este es el valor estándar que se utiliza como base para expresar las características eléctricas de los módulos solares y para el dimensionamiento de los sistemas.

Por lo tanto, las celdas fotovoltaicas son el primer componente a considerar en esta aplicación. Su función es la de convertir la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

Una celda, por sí misma, es un elemento frágil que no puede exponerse directamente a las condiciones atmosféricas. Además, su voltaje es insuficiente para la mayoría de las aplicaciones prácticas. Entonces, para implementar un generador eléctrico solar se conforma un arreglo de celdas individuales en serie (la

cara positiva de una celda con la cara negativa de la siguiente y así sucesivamente), denominado módulo o panel solar.

Un módulo formado por 36 celdas en serie entregará una corriente nominal igual a la correspondiente a cada una de las celdas individuales (aproximadamente 8 A y 0.48 V) y una tensión nominal igual al producto de 36 celdas x 0.48 V = 17.3 V.

Este módulo entregará una potencia máxima de aproximadamente 138 W (que resulta del producto de 8 A x 17.3 V). Esta es la llamada Potencia Nominal o Potencia Pico para las condiciones estándar de radiación solar de 1000 W/m² y temperatura de operación de 25°C.

Para que el módulo pueda soportar condiciones ambientales extremas, se lo somete a un proceso de laminación en el cual las celdas son encapsuladas con un material termoplástico, entre un frente de vidrio que forma la cara del módulo que mira al sol y una lámina plástica compuesta que forma la cara posterior. A este laminado se le coloca un marco de aluminio anodizado y los terminales eléctricos (positivo y negativo) del conjunto de celdas se conectan a una caja de conexiones estanca pegada a la cara posterior.

En la actualidad, se utilizan principalmente dos tipos de celdas: silicio cristalino y las denominadas Thin-Film. Las primeras se encuentran fabricadas con obleas semiconductoras muy delgadas de silicio puro, mono o policristalino. Si bien son las más eficientes en el mercado, también son las más caras. Tienen una eficiencia elevada (15 - 33 %). Las celdas Thin-Film, en cambio, son flexibles y están formadas por la difusión de silicio y otros materiales que producen una capa del grosor de un

cabello humano. Son menos eficientes (10 – 19 %) y por ende menos costosas. La figura 5 muestra: (a) un módulo fotovoltaico de silicio cristalino y (b) un módulo Thin-Film.

El segundo elemento a tener en cuenta en este tipo de sistema son las baterías, las cuales almacenarán la energía generada y no consumida en el momento. Si bien en la siguiente sección se realizará un análisis detallado de las mismas, hay que mencionar que en un esquema de Smart Grid, su utilización no siempre es necesaria puesto que con el equipo adecuado ese excedente se podría inyectar a la red eléctrica para reducir los costos de la factura. Sin embargo, en el caso de hogares fuera de la red, su utilización es indispensable para disponer de energía eléctrica durante la noche y en los días nublados.

El tercer componente es un cargador/regulador de carga, el cual tiene la función de impedir que el banco de baterías se sobrecargue o se sobre-descargue, aumentando su vida útil. Generalmente emplean un algoritmo de cuatro etapas para realizar la carga de las baterías (Figura 6):

1ra etapa: la batería acepta toda la corriente proveniente del panel solar.

2da etapa: se mantiene la tensión constante, disminuyendo la corriente que circula hacia las baterías.

3ra etapa: la batería se encuentra completamente cargada y el regulador aplica una tensión de mantenimiento mínima que compensa las pérdidas propias de las baterías, reduciendo la emisión de gases y evitando que se descarguen.

4ta etapa: La carga de equalización es una etapa adicional dentro de la carga de las baterías y se la utiliza solo en baterías ventiladas puesto que el proceso genera oxígeno e hidrógeno ocasionando riesgo de explosión.

Por último, se encuentra el inversor. Su función es la de transformar la tensión continua proveniente de las baterías en tensión alterna. A la hora de seleccionar el inversor se deberá considerar la potencia de la carga. Estos dispositivos, generalmente cuentan con una entrada adicional de corriente alterna que permite alimentar a la carga en situaciones donde las baterías hayan llegado al final de su tiempo de autonomía.

A modo de resumen, la figura 7 muestra un esquema de conexión básico de una estación solar con los elementos descriptos anteriormente.

En primer lugar se observan los módulos fotovoltaicos que, como se mencionó, son los encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

La corriente generada por los mismos es dirigida hacia el cargador de baterías (o regulador de carga) y su salida se conecta a la entrada de tensión continua del inversor. El mismo, además, cuenta con una entrada adicional de 220 Vac de tensión alterna para tomar energía desde la red eléctrica en caso de que la autonomía de las baterías haya finalizado.

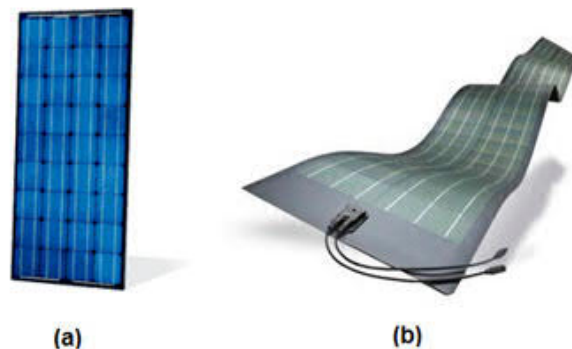


Figura N/5: Ejemplo de módulo fotovoltaico de (a) silicio cristalino (b) Thin-Film.



Figura N/6: Curva de carga de baterías de ciclo profundo. Fuente: <http://www.morningstarcorp.com/wp-content/uploads/2014/02/150V-TS-MPPT-Operators-Manual.pdf>

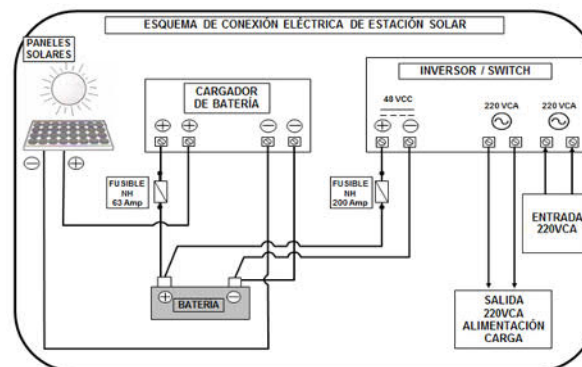


Figura N/7: Esquema de conexión básico de una estación solar.



Figura N/8: Implementación de panel solar. (a) Conjunto de módulos fotovoltaicos (b) Banco de baterías.

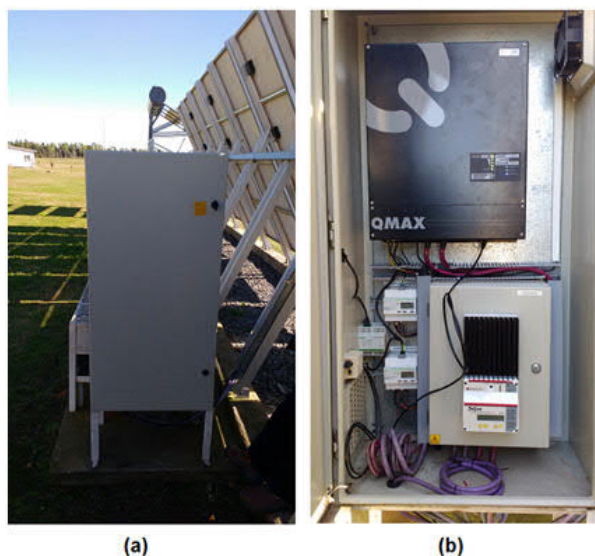


Figura N/9: (a) Armario de contención para inversor y regulador de carga. (b) En la parte superior se encuentra el inversor de 3000 W y en la parte inferior el regulador de carga.

Costos de Instalación

Componente	Cant.	Precio	Total
Módulo Fotovoltaico	40	\$298	\$11.900
Regulador de carga	1	\$348	\$348
Baterías	16	\$153	\$2.451
Estructura soporte	10	\$188	\$1.875
Tablero de regulación	1	\$313	\$313
Inversor-Cargador onda senoidal pura	1	\$1.681	\$1.681
Total			\$18.568

Tabla N/1: Costo de la instalación del sistema de mostrado en las figuras 7, 8 y 9.

⁵/ Valores de referencia en Argentina Junio 2016.

Para finalizar, en la figura 8 y 9 se exhibe una implementación real del esquema mostrado anteriormente para brindar una noción de las dimensiones del mismo. El banco de baterías está compuesto por una disposición serie-paralelo (desarrollado en la siguiente sección) de 16 baterías de 12 V para alcanzar 48 V de entrada al inversor y disponer de una capacidad de 420 Ah (corriente por batería de 105 Ah). Por otro lado, los paneles solares exhibidos presentan una potencia máxima de 85 W y se utilizan 40 de ellos para alcanzar una potencia total de 3400 W. Las dimensiones de cada módulo son de 1028 mm (largo) x 668 mm (ancho), ocupando un total aproximado de 10 metros de largo por 2,5 metros de alto puesto que se los disponen en 4 filas de 10 columnas.

La tabla 1 ilustra los costos por componente del sistema descrito expresados en dólares (figura 7, 8 y 9). Como se observa, el costo por kW instalado es de 6189 dólares (\$ 18.568/3 kW).⁵

En la siguiente sección se desarrollará en detalle el dimensionamiento de los bancos de batería.

3.2/ ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA

El almacenamiento de la energía en un sistema de paneles solares en el hogar es uno de los aspectos más importantes a considerar puesto que no es fácil ni económico. Por lo tanto, a lo largo de esta sección se brindará información general sobre bancos de baterías tradicionales para esta aplicación así como también se presentará un nuevo tipo de batería lanzada por Tesla en abril de 2015.

3.2.1 TIPOS DE BATERÍAS

Las baterías se pueden encontrar de distintos tamaños, rangos de ampere-horas, tensión, de gel o líquidas, con o sin ventilación, químicas, etc. Las mismas puede clasificarse, de acuerdo a la aplicación, en baterías para encendido (ej.: las de un automóvil) o de ciclo profundo.

Las primeras están diseñadas para proveer una alta corriente de encendido por cortos períodos de tiempo y no son adecuadas para aplicaciones con inversores (como es el caso de los paneles solares).

Dentro de las de ciclo profundo, se pueden encontrar, por ejemplo:

- Plomo y ácido: diseñadas para ser altamente descargadas antes de ser recargadas. Requieren un mantenimiento periódico que consiste en principalmente en el agregado de agua destilada a las celdas.
- Baterías selladas (Gel y AGM): Las baterías de Gel y de Vidrio Absorbente están selladas y no requieren el

agregado de agua destilada. Son de alta duración (hasta 1500 ciclos típicamente).

- Baterías alcalinas de NiCad y NiFe: Necesitan de una tensión de carga mayor para recargarse totalmente y caen a una tensión más baja durante la descarga en comparación a una batería de tamaño similar de Plomo y Ácido.
- Baterías de Iones de Litio (Li-Ion): Utilizan como electrolito una sal de litio que aporta los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Entre sus ventajas, se destaca su elevada densidad energética, no poseen efecto memoria (reducción de la capacidad con cargas incompletas), presentan poco peso, alta tensión por célula (3,7 V) y una muy baja tasa de autodescarga (menos de un 6 % en un período de un mes en comparación de 20 % mensual que presentan las de NiCad).⁶

Por otro lado, como desventaja, hay que mencionar que tienen una vida útil media de 3 años, son costosas, presentan un número limitado de cargas (300 a 1000 veces) y son peligrosas ante un desperfecto.

En el último período, este tipo de baterías ha tenido un gran impulso por el denominado “efecto Tesla” puesto que la empresa Tesla Motors utiliza esta tecnología para sus vehículos y proyecta la producción de un millón de unidades para el año 2020 (generando una gran demanda de litio). En la sección 4.4 se analizará su utilización para almacenamiento de energía en sistemas solares.

También son de este tipo las baterías del proveedor Sonnen⁷. Ofrecen diferentes modelos con capacidades que se encuentran en el rango de 4 kWh a 16 kWh. Presentan la posibilidad de armar bancos de hasta 240 kWh.

- Baterías de agua salada: Se basan en un nuevo desarrollo de la empresa Aquion Energy⁸. Son baterías de ciclo profundo, que usan al agua salada como electrolito. No son inflamables ni explosivas, no contienen químicos tóxicos y son libres de mantenimiento.

La empresa ofrece una alternativa llamada S-Line que se compone un stack de 2 kWh que puede conectarse en serie o paralelo para conformar un módulo más grande. Por ejemplo, la M-Line (ver Figura 10), que es un sistema formado por doce S-Line en paralelo para alcanzar una capacidad de 25 kWh. Hay un caso de aplicación en Jenner, California (USA), de un hogar que utiliza 5 módulos M-Lines en conjunto con un panel solar de 16 kW para auto-abastecerse de energía eléctrica.

3.2.2 TAMAÑO DE BANCOS DE BATERÍAS

Antes de dimensionar un banco de baterías, es conveniente aclarar algunas cuestiones:

- El valor de descarga se expresa en amperes-horas.

- El valor de horas hace referencia al tiempo que toma descargar las baterías.

- A mayor consumo, menor tiempo de autonomía. Por ejemplo, una batería de 230 Ah en 5 horas se descargaría a 46 A (230/5) por hora.

Para la mayoría de las aplicaciones residenciales, una tasa de 72 horas es la apropiada porque en promedio un hogar utiliza valores de corriente más bajos (como se verá en la sección 5) con un alto consumo ocasional debido a la utilización de electrodomésticos como lavarropas o pavas eléctricas.

El tamaño del banco de baterías determina el tiempo que el inversor puede suministrar energía a la salida. Cuanto más grande es el banco, más tiempo el inversor puede funcionar.

En general, el banco de baterías debe estar diseñado para que las mismas no se descarguen más del 60% de su capacidad nominal. Una descarga de hasta el 80% es aceptable con límites. Una descarga total de la batería puede reducir su vida efectiva o dañarla permanentemente.

Para aplicaciones sin conexión a la red pública, como es el caso de los hogares autosustentables, se deberá considerar un banco de baterías que pueda suministrar energía a cargas por tres o cinco días sin necesidad de recarga, teniendo en cuenta días nublados u otras variaciones estacionales que afectan la energía disponible.

Entonces, para estimar los requerimientos del banco de baterías, primero se debe calcular la cantidad de potencia que se consumirá durante el período de autonomía.

Esta potencia consumida es luego pasada a amperes-horas (Ah) (la unidad de medida para expresar la capacidad de las baterías de ciclo profundo).

Los amperes-horas se calculan multiplicando la corriente consumida por la carga en el tiempo de operación. Por ejemplo, una lámpara de 100 W consumirá aproximadamente 0,46 A (100 W / 220 V). Si la misma se encuentra encendida por 3 horas, entonces tendremos 1,4 Ah por día.

Siguiendo este razonamiento, en la sección 5 se llevarán adelante dos ejemplos de cálculo para dos casas con distintas cantidades de electrodomésticos.

3.2.3 CONFIGURACIONES Y CUIDADO DE BATERÍAS

Las diferentes topologías de conexionado son:

- Serie: Esta configuración incrementa la tensión de salida total del banco. Esta tensión debe coincidir con los requerimientos del inversor, de lo contrario el inversor o la batería se pueden dañar.
- Paralelo: La conexión en paralelo incrementa el tiempo

de funcionamiento en el cual las baterías pueden operar cargas de corriente alterna. Cuantas más baterías conectadas en paralelo haya, más tiempo las cargas pueden ser alimentadas desde el inversor (aumento la capacidad de Ah).

- Serie-Paralelo: La conexión Serie-Paralelo, incrementa ambos, la tensión (para cumplir los requerimientos del inversor) y el tiempo de funcionamiento para operar las cargas de AC. Sin embargo es conveniente mencionar que arreglos series en paralelo a menudo presentan un rendimiento pobre y una vida más corta.

En cuanto al mantenimiento, hay que destacar que todas las baterías antes mencionadas llevan algún tipo de cuidado, por ejemplo, las de plomo y ácido necesitan recargar cada celda con agua destilada en forma periódica. Los bornes de la batería deben estar limpios para reducir la resistencia entre el borne y la conexión del cable. La acumulación de polvo u óxido puede eventualmente llevar al terminal del cable a recalentarse durante los períodos de alto consumo de corriente. Por lo tanto, deberán limpiarse con algún cepillo de alambre duro (teniendo las precauciones necesarias porque puede producirse un shock eléctrico o un daño irreversible a las baterías). Por otro lado, se debe medir periódicamente la tensión de cada batería en forma individual cuando se encuentran en reposo (sin carga) para asegurarse de que están operativas y no hay que reemplazarlas.

3.2.4 BATERÍAS DE TESLA

Las baterías de Tesla (denominadas Powerwall), lanzadas al mercado en abril de 2015, son baterías de iones de litio que buscan solucionar las problemáticas de los sistemas tradicionales comentados en las secciones anteriores (peso, espacio, mantenimiento, costo, etc.).

Dichas baterías, mostradas en la figura 11, se ofrecen en dos versiones: 6.4 kWh y 10 kWh. Tienen medidas de 862mm (ancho), 1302mm (alto), 183mm (profundidad), peso de 97 kg, no requieren de mantenimiento y soportan temperaturas entre -20°C y 43°C.

La alternativa de 6,4 kWh tiene un costo de u\$s 3000 mientras que la de 10 kWh cuesta u\$s 3500.⁹

A diferencia de las soluciones vistas anteriormente, la batería de Tesla está pensada para almacenar la energía solar o la procedente de la red eléctrica cuando resulta más económica (si se cuenta con mecanismos de tarifas diferenciadas) y utilizarla durante apagones o en los momentos en los que se encuentra más cara debido a picos de consumo.

Es decir que, si bien son más estéticas y prácticas, debido a que esta batería almacena mucho menos energía que la que consume un hogar promedio, aún no podría utilizarse para lograr que la casafuese completamente autónoma. Aquí es conveniente mencionar que la empresa se encuentra trabajando



Figura N/10: Módulo Aquion M-Line de 25 kWh. Fuente: <http://www.windandsun.co.uk/products/Batteries/Aquion-Energy-Batteries#.WDzpf31ry4o>



Figura N/11: Baterías de Tesla. Fuente: https://www.tesla.com/es_MX/powerwall

⁶/ En cuanto a la obtención del litio, es conveniente comentar que aunque la corteza terrestre contiene enormes cantidades de este metal -el más liviano de la tabla periódica-, es difícil extraerlo. La mayoría de los yacimientos se encuentran en lugares remotos y plantean desafíos técnicos y logísticos importantes. En todo el mundo hay alrededor de media docena de grandes depósitos de litio en producción, distribuidos entre Chile, Argentina y Australia.
⁷/ <https://www.sonnen-batterie.com/en-us/start>
⁸/ <http://aquionenergy.com/>
⁹/ Valores de referencia en EE.UU.

en nuevos modelos que aumenten la capacidad de almacenamiento de las mismas, por ejemplo, en Diciembre de 2016 comenzaría la producción de la Powerwall 2 cuya capacidad sería de 14 kWh a un precio de u\$s 5500¹⁰.

3.3/ EJEMPLOS DE APLICACIÓN

En función de lo analizado en secciones anteriores, en este apartado se dimensionarán dos bancos de baterías/panel considerando dos hogares con distintos consumos (Caso 1: Consumo Energético Mensual de 177 kWh (44kWh x 4 sem) y Caso 2: Consumo Energético Mensual de 554 kWh).

3.3.1 CASO 1: CONSUMO ENERGÉTICO MENSUAL DE 177 KWH

Carga	Potencia unitaria	Cantidad	Potencia Total	Horas por día	Días de uso por semana	Watts-Hora semanales
10 lámparas de 40 W	40	10	400	8	7	22400
Lavarropas automático	520	1	520	1	3	1560
Secarropas centrífugo	240	1	240	1	3	720
Heladera con freezer	58,5	1	58,5	24	7	9828
Plancha	1000	1	1000	2	3	6000
Secador de pelo	500	1	500	0,5	5	2,5
TV LED 32"	40	2	80	5	7	35
Bomba 3/4 HP	552	1	552	1	7	3864
Carga total semanal en Wh de CA [Wh]:						44.410
Dividido los días de la semana:						7
Promedio de Wh x día [Wh/día]:						6.344¹¹
Tensión nominal de las baterías [V]:						48
Promedio de Ah x día a consumir [Ah/día]:						132
Promedio de Ah/día a generar [Ah/día]:						132
Eficiencia del inversor (90% promedio)						90%
Eficiencia de las baterías (típicamente 0,75)						75%
Ah/día a generar teniendo en cuenta la corrección por pérdidas [Ah/día]:						196
Profundidad de descarga (típicamente 80%).						80%
Ah/día a generar considerando la profundidad de descarga de las baterías [Ah/día]:						245
Multiplicado por los días de autonomía						3,00
Tamaño del banco requerido [Ah]						734

¹⁰/ Valores de referencia en EEUU.

¹¹/ Con una batería Tesla de 14 kWh se obtendrían dos días de autonomía.

3.3.2 CASO 1: CONSUMO ENERGÉTICO MENSUAL DE 554 KWH

Carga	Potencia unitaria	Cantidad	Potencia Total	Horas por día	Días de uso por semana	Watts-Hora semanales
6 lámparas LED de 15 W	15	6	90	8	7	5040
9 lámparas LED de 18 W	18	9	162	8	7	9072
5 lámparas LED de 6 W	6	5	30	8	7	1680
3 lámparas LED de 3 W	3	3	9	8	7	504
Lavarropas automático	520	1	520	1	3	1560
Secarropas centrífugo	240	1	240	1	3	720
Heladera con freezer	58,5	1	58,5	24	7	9828
Plancha	1000	1	1000	2	3	6000
Secador de pelo	500	1	500	0,5	5	1250
TV LED 32"	40	2	80	5	7	2800
TV LED 65"	220	1	220	5	7	7700
Computadora	300	2	600	5	5	15000
Aire Acondicionado 5000 f	2200	1	2200	3	5	33000
Aire Acondicionado 2200 f	1350	2	2700	3	5	40500
Bomba 3/4 HP	552	1	552	1	7	3864
Carga total semanal en Wh de CA [Wh]:						138.518
Dividido los días de la semana:						7
Promedio de Wh x día [Wh/día]:						19.788¹²
Tensión nominal de las baterías [V]:						48
Promedio de Ah x día a consumir [Ah/día]:						412
Promedio de Ah/día a generar [Ah/día]:						412
Eficiencia del inversor (90% promedio)						90%
Eficiencia de las baterías (típicamente 0,75)						75%
Ah/día a generar teniendo en cuenta la corrección por pérdidas [Ah/día]:						611
Profundidad de descarga (típicamente 80%).						80%
Ah/día a generar considerando la profundidad de descarga de las baterías [Ah/día]:						763
Multiplicado por los días de autonomía						3,00
Tamaño del banco requerido [Ah]						2290

^{12/} Con dos baterías de Tesla de 14 kWh se obtendría una autonomía de un día y medio aproximadamente (28 kWh/19,788 kWh/día=1,41 días)

3.4/ SISTEMAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO

En la instalación de este tipo de soluciones, resulta conveniente colocar un sistema de medición y monitoreo que permita garantizarle al usuario que se está haciendo un correcto uso de los equipos empleados. Por ejemplo, no tener registro de los ciclos de carga de las baterías, podría ocasionar un funcionamiento incorrecto en el sistema y acortar la vida útil del mismo.

Una alternativa económica y sencilla sería la de colocar un medidor a la entrada y otro a la salida del inversor. Por lo tanto, cuando la diferencia es cero, se sabe que toda la energía aportada proviene de las baterías cargadas por la energía del Sol. A estos medidores, se les puede agregar una placa de comunicaciones que almacene los datos recolectados y los haga accesibles a través de Internet.

Para dimensionar económicamente esta solución, se seleccionan los medidores de Schneider METSEPM3255 cuyo valor es de u\$s 1000 y la placa EGX300 (u\$s 2000).¹³

La Figura 12 muestra el esquema inicial (exhibido en el capítulo 3) con el agregado de los medidores y la placa de comunicaciones.

A modo de ejemplo, la Figura 13 muestra la detección del incorrecto funcionamiento del sistema gracias al uso de un sistema de medición y monitoreo como el propuesto en esta sección. El eje vertical muestra el valor de corriente expresado en Amperes. Los picos verdes denotan la constante alimentación desde la red eléctrica debido a una carga inadecuada de las baterías por una mala configuración del cargador.

Por otro lado, la Figura 14 muestra cómo queda operativo el sistema luego de la corrección llevada a cabo sobre la parametrización del cargador. En este caso, la curva verde (entrada inversor proveniente de la red eléctrica), se mantiene en cero mientras aparecen consumos (salida inversor – curva amarilla) que son solventados por la energía propia de las baterías. En este ejemplo se considera una autonomía neta de 7 hs puesto que la luz solar estuvo presente hasta las 5 p.m.

Mediante estos ejemplos, se observó claramente que resulta imperativo contar con algún sistema que permita controlar el desempeño del sistema para solventar fallas y sacarle el mayor provecho al equipo solar.

3.5/ INTEGRACIÓN CON SMART GRID

El término de Smart Grid o Red Eléctrica Inteligente hace referencia a la modernización del sistema de entrega de energía eléctrica. Por lo tanto, esta tecnología monitorea, protege y automáticamente optimiza la operación de los elementos que forman parte de la

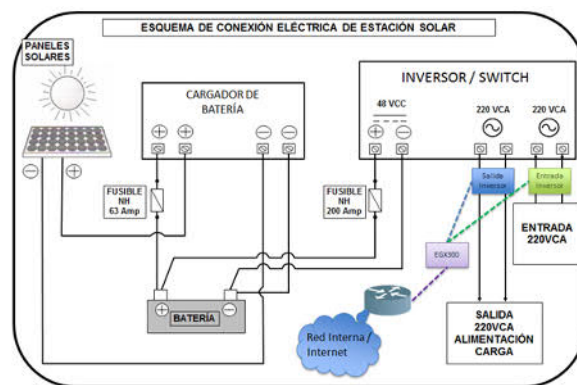


Figura N/12: Esquema de conexionado de estación solar mostrado en el capítulo 3, con el agregado de un sistema de medición y control.



Figura N/13: (Verde) curva de entrada de corriente alterna proveniente de la red eléctrica al inversor. (Amarilla) curva de salida de corriente alterna desde el inversor hacia la carga.

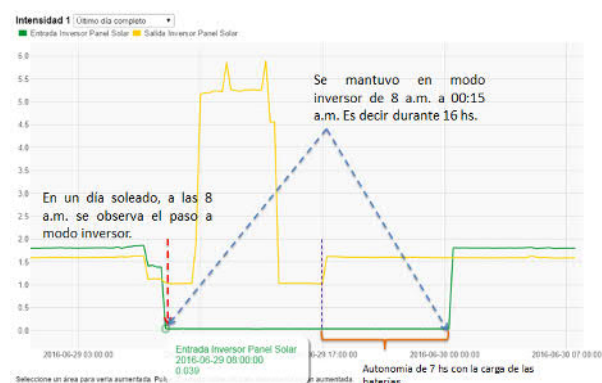


Figura N/14: (Verde) curva de entrada de corriente alterna proveniente de la red eléctrica al inversor. (Amarilla) curva de salida de corriente alterna desde el inversor hacia la carga.

¹³/ Valores de referencia en Argentina Junio 2016

misma: desde las centrales de generación, pasando por las redes de transmisión de alta tensión y sistemas de distribución hasta los usuarios (industriales, instalaciones de almacenamiento de energía o consumidores finales con su respectiva red doméstica). Anteriormente, se presentó un informe completo sobre esta tecnología.

Una de sus principales características es que el flujo de la electricidad y la información es en dos sentidos, lo cual permite crear una red distribuida y automatizada de entrega de energía eléctrica. La misma incorpora los beneficios de las comunicaciones para entregar información en tiempo real para permitir balancear la oferta y la demanda.

Si bien en este trabajo se desarrolló el concepto de hogar autosustentable, utilizando a la energía del Sol para autoabastecimiento, es muy importante mencionar y tener presente que un escenario de Smart Grid, incentivaría notablemente a los usuarios a invertir en sistemas solares puesto que un excedente de energía generada en el día, podría ser inyectado a la red eléctrica y descontado de la factura. De esta forma se recuperarían los costos de instalación de manera más rápida haciendo que aplicar esta forma de generación, fuese mucho más práctico y de mayor difusión.

Además, la implementación de este tipo de tecnologías permite descentralizar la generación de energía eléctrica, permitiendo la aparición de mini-redes. Concepto conocido como generación distribuida.

A su vez, esto posibilita otorgar acceso a la energía eléctrica en zonas donde la red de distribución no se encuentra presente. Alrededor de 1,2 mil millones de personas (17% de la población mundial)¹⁴ viven sin electricidad. La gran mayoría se encuentra ubicada en la región de Asia-Pacífico y en el África subsahariana. Los sistemas de energía renovable distribuida (DRE – Distributed Renewable Energy - por sus siglas en inglés) continúan desempeñando un papel cada vez importante en la prestación de servicios de energía para estas poblaciones. Un claro ejemplo es "Powerhive"¹⁵, quienes ofrecen un sistema de mini-redes de energía solar prepaga para zonas rurales o donde no hay acceso a la energía eléctrica.

La figura 15 muestra un esquema básico de aplicación de Powehive. Los componentes que componen a la solución son:

- 1- Medidores inteligentes que controlan y gestionan la mini-red.
- 2- Mini-red de distribución que aporta la energía eléctrica desde las fuentes de almacenamiento.
- 3- Software de monitoreo que recibe información de los medidores inteligentes y permite obtener los perfiles de carga de los usuarios así como también el rendimiento económico.
- 4- Paneles solares.
- 5- Bancos de baterías.
- 6- Los clientes habilitan el servicio cargando crédito a sus cuentas. Mediante mensajes de texto son avisados cuando su saldo va llegando a su fin.

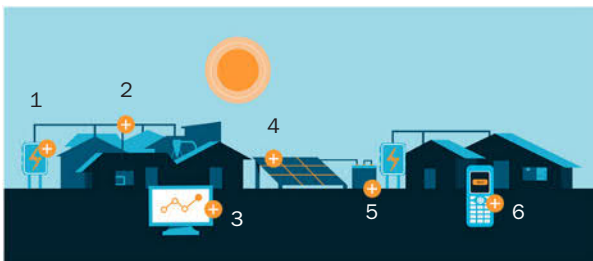


Figura N/15: Esquema de aplicación de Powerhive.
Fuente: <http://www.powerhive.com/our-technology/>

¹⁴/ Fuente: <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>. En Argentina el número de personas sin acceso a la red eléctrica es de 2 millones.

¹⁵/ Fuente: <http://www.powerhive.com/>.



4/ COCINAS SOLARES

Las cocinas solares son artefactos que utilizan los rayos UV del Sol para cocinar alimentos. Existen distintos tipos (a panel solar, parabólicas o cajas solares) pero el principio de funcionamiento es el mismo y consiste en tres etapas:

- **Concentración:** Mediante el uso de paneles reflectores o pétalos confeccionados con materiales reflectantes (por ejemplo: aluminio, cromo o plata), se enfocan o concentran los rayos UV del Sol hacia el punto de foco, en donde se colocará la olla o recipiente de cocción. Sin el uso de estos materiales se demoraría más tiempo en calentar la comida.
- **Absorción:** A través de la cual la comida adquiere la energía proveniente de los rayos solares. Generalmente se suelen utilizar elementos oscuros y finos para lograr captar los rayos y delgados puesto que presentan mejor transferencia de calor.
- **Retención:** Si la cocina solar no se encuentra bien aislada, todo el calor concentrado y absorbido previamente se disiparía rápidamente en el aire. Por lo tanto, es necesario retener el calor y acumularlo a niveles altos para asegurar una correcta cocción.

La Figura 16 (a) muestra un ejemplo de caja solar mientras que la Figura 16 (b) exhibe una cocina del tipo parabólica.

En Argentina, más precisamente en Salta, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) ha promocionado este tipo de cocinas realizando talleres de autoconstrucción y uso de estos artefactos. Además en su sitio web¹⁶ ofrece a la venta distintos algunos modelos de cocinas solares multiusos (horno, secador o caja térmica). La Figura 17 muestra la cocina solar ofrecida por el INTI.



¹⁶ / <http://boutique-solarinti.blogspot.com.ar/>

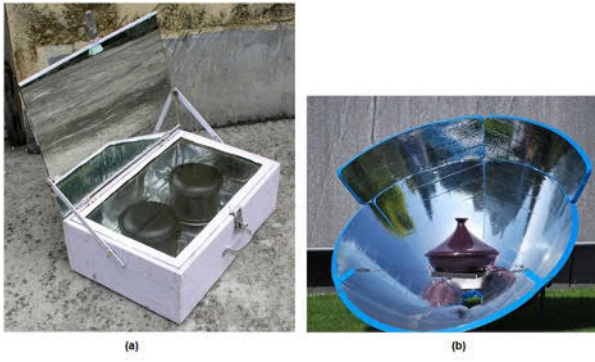


Figura N/16: Ejemplos de cocinas solares. (a) caja solar (b) cocina parabólica. Fuente: <http://www.lowtechmagazine.com/2014/07/cooking-pot-insulation-key-to-sustainable-cooking.html>



Figura N/17: Cocina Solar desarrollada por el INTI Salta
Fuente: <http://boutique-solarinti.blogspot.com.ar/>

5/ TERMOTANQUES SOLARES

Otro aspecto indispensable a la hora de pensar en un hogar autosustentable, consiste en disponer de algún método de calentamiento del agua.

Un termotanque solar, es un dispositivo constituido principalmente por un tanque y un sistema colector solar. Los mismos cumplen la función de retener el calor del sol y transferir este calor a un líquido (generalmente agua).

Básicamente existen dos tipos:

- **Activos:** Aquellos que cuentan con una bomba y mecanismos de control. La Figura 18 muestra un sistema activo de circulación indirecta puesto que se encuentra conformado por dos circuitos de circulación de fluidos. Por el lazo de calentamiento circula un líquido anticongelante que absorbe la energía proveniente del Sol a través de los colectores. Su recorrido a través de una serpentina, calienta el agua almacenada en el tanque que es la que será utilizada en el hogar.
- **Pasivos:** Aquellos que no cuentan con una bomba ni mecanismos de control. La Figura 19 muestra un sistema pasivo en el cual el agua fría ingresa a un tanque colector el cual calienta el agua y la dirige a un tanque de almacenamiento que abastecerá los consumos del hogar. Estos sistemas suelen ser más económicos y más duraderos pero presentan menor eficiencia. Por ejemplo, en Argentina, un modelo de 220 L de este estilo cuesta alrededor de u\$s 600¹⁷.

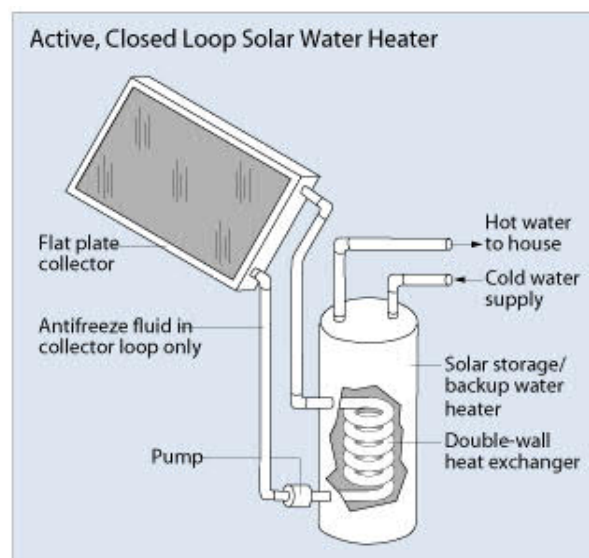


Figura N/18: Figura 18. Termotanque solar activo. Fuente: <http://energy.gov/energysaver/solar-water-heaters>

¹⁷/ Valores de referencia en dólares.



Figura N/19: Termotanque comercial. Fuente: <http://gapenergysolutions.com/choosing-knowing-solar-water-heater.xhtml>



6/ APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL

En el marco del aprovechamiento de recursos naturales, hemos visto que los paneles solares contribuyen al ahorro energético captando la energía derivada del sol. Pero también existen diversas fuentes que complementan el concepto de vida sustentable, por ejemplo, la captación de lluvia aplicada a los hogares.

El agua constituye un factor esencial para el desarrollo de la vida. Su uso eficiente comenzó a tenerse en consideración en los últimos tiempos debido, entre otros factores, al crecimiento demográfico, al difícil acceso al recurso en algunas áreas, al derroche y a la escasez de agua dulce, etc.

Entonces, frente a la problemática del agotamiento del agua, se hace necesario modificar el comportamiento de consumo mediante la búsqueda de alternativas que complementen y/o sustituyan la provisión de este elemento. Una de ellas es el aprovechamiento de las aguas pluviales.

Este mecanismo se basa en la captación de las precipitaciones mediante un sistema de conducción que dirija a las mismas a un depósito para su almacenamiento y su posterior uso. De acuerdo a la finalidad, se pueden desarrollar sistemas que permitan utilizar directamente el agua pluvial, u otros que la potabilicen para ampliar el alcance de su aplicación.

El sistema básico de recolección de agua de lluvia posee un esquema como el ilustrado en la figura 20.

En la misma se aprecia que las precipitaciones son tomadas de superficies como terrazas y techos mediante una serie de tuberías o canaletas que permiten su traslado hacia un depó-

sito, previo pasaje por un filtro que depure los contaminantes más grandes.

En este reducto, es necesario contar con elementos que maximicen y mantengan su limpieza.

Además se deberá incluir un sistema que controle el desborde de dicho tanque y que permita desechar el remanente no utilizado.

Finalmente el agua almacenada podrá distribuirse en la casa impulsada mediante una bomba y a través de un circuito independiente al del agua potable, siendo utilizada para sistema de riego, lavarropas, inodoros, etc.

En caso que se desee utilizar el agua de lluvia para consumo humano, la misma deberá ser potabilizada dado que no son suficientes los sistemas de filtrado y depuración descriptos anteriormente para permitir su consumo. Es de considerar que el acceso futuro al agua potable será cada vez más complicado, debido a la sobreutilización del recurso, la contaminación de las fuentes de suministro y el cambio climático.

Más allá de la utilización de un sistema que haga uso del agua pluvial, se pueden tomar medidas apuntadas a lograr un uso racional y consecuente a generar un ahorro, por ejemplo, mejorando los artefactos que permiten el acceso al agua o la utilizan:

- Griferías más eficientes.
- Inodoros de bajo consumo los cuales emplean una descarga eficiente.

- Riego por goteo.
- Sistemas de tratamiento de aguas grises (proveniente de lavatorios, duchas, etc.) que permitan su reutilización.

Un proyecto vanguardista que encaró la mejora de la vivienda mediante el uso inteligente de los recursos, es la llamada “Casa G”, ubicada en el partido de Cañuelas, provincia de Buenos Aires. La misma se construyó con las premisas de usar eficientemente la energía y racionalmente el agua. Con respecto a este último punto, se planeó la instalación de materiales que optimicen el uso del agua, la reutilización de aguas grises y negras y la obtención de agua de lluvia.

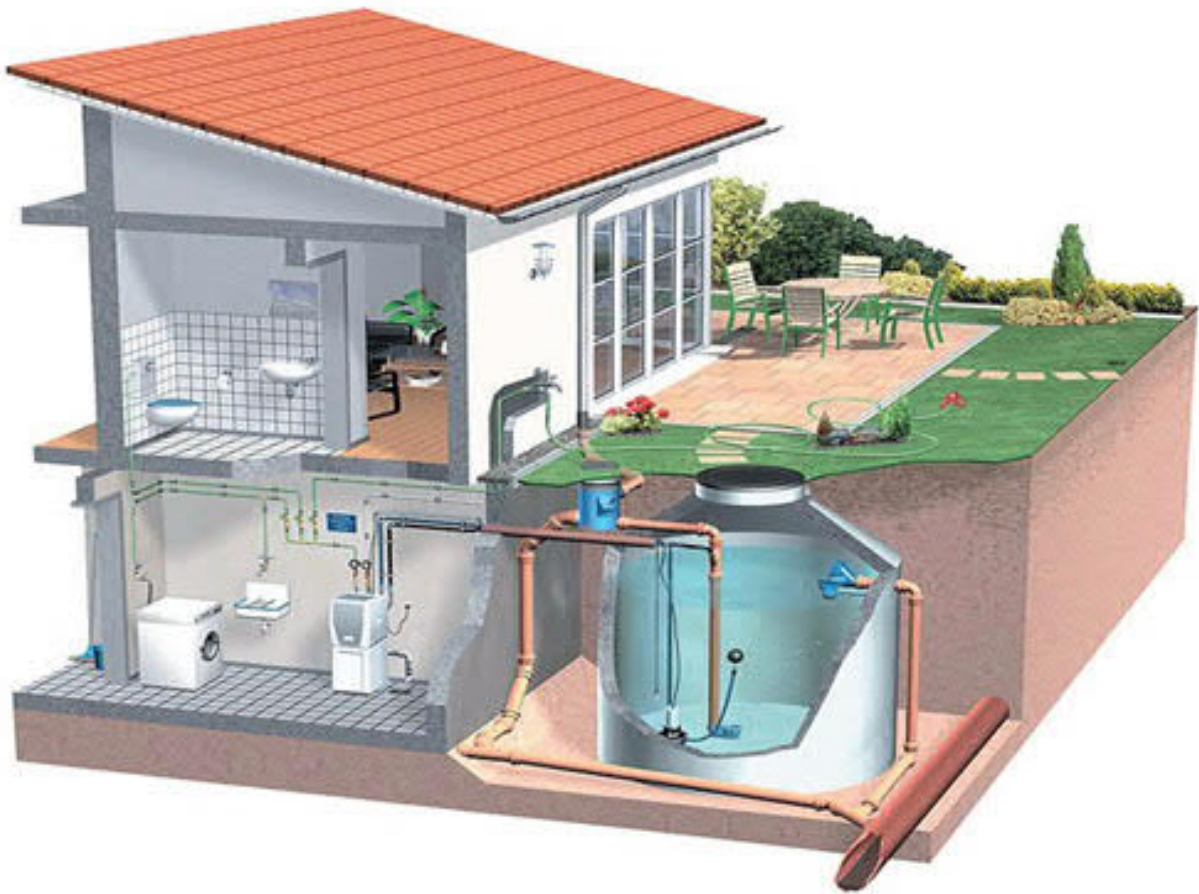


Figura N/20: Esquema básico de recolección de agua pluvial.
Fuente: <http://www.vanislewater.com/what-rainwater-harvesting>

7/ CONCLUSIONES

A lo largo del informe se brindaron las bases que permiten el desarrollo de hogares autosustentables en Argentina.

En la primera parte, se introdujo el concepto de eficiencia energética pasiva y activa, necesarios a la hora de comenzar el diseño de una casa autónoma dado que es más sencillo ahorrar energía que producirla. La figura 21, muestra en que parte del proceso de mejora continua actúa cada una de ellas. Mientras que las acciones pasivas, tienen por objetivo hacer un diagnóstico del consumo energético en el hogar para tomar medidas que permitan ahorrar, las acciones activas están relacionadas con establecer mecanismos de control y monitoreo continuo que posibiliten un desempeño energético óptimo de los dispositivos involucrados.

Habiendo tomado las medidas necesarias para no desperdiciar energía, el siguiente paso consiste en implementar algún método para autogenerar la energía eléctrica, necesaria, por ejemplo, para el funcionamiento de los electrodomésticos del hogar.

Dado que nuestro planeta recibe del Sol una cantidad de energía anual que supera ciento de veces la consumida actualmente en forma mundial y que particularmente en Argentina es posible obtener una radiación media de unos 4,5 kWh/m² para toda la región central y norte del país (más del 90 % de la población), en la segunda parte del trabajo se desarrolló el concepto de sistemas solares para la generación de electricidad.

Como se vio en el contexto actual de hogares autosustentables, este tipo de solución es ampliamente utilizada a nivel mundial y hay un fuerte interés a nivel Nacional en su implementación. Programas como “Un sol para tu techo” lanzado en Santa Fe dan cuenta de ello.

Su penetración en el mercado, en conjunto con Smart Grid permitiría desarrollar el concepto de generación distribuida. A su vez, esto posibilitaría otorgar acceso a la energía eléctrica en zonas donde la red de distribución no se encuentra presente.

Las principales empresas que ofrecen este tipo de equipos, se encuentra trabajando de manera continua en el desarrollo de nuevas baterías que permitan almacenar mayor cantidad de energía y a menor precio. Un claro ejemplo, analizado en el informe, son las baterías de Tesla. Si bien se determinó que hasta el momento se requiere de un número elevado de ellas para generar una autonomía en el hogar de 2 o 3 días, se espera que en los próximos años a raíz del impulso generado por el denominado “efecto Tesla” costos se reduzcan a raíz del aumento en la producción (proyección hacia el año 2020, de un millón de unidades).

Finalmente, en las últimas secciones del informe, se presentó el concepto de cocinas y termostatos solares (los cuales evitarían el uso de dispositivos eléctricos) y se describió un sistema de aprovechamiento de agua pluvial.

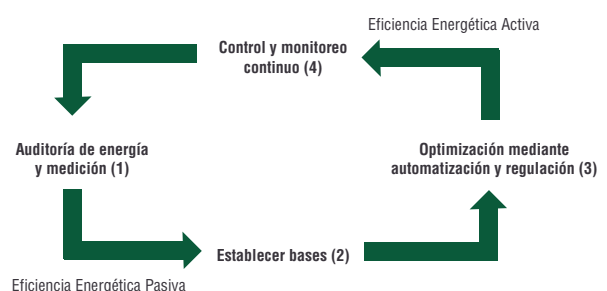


Figura N/21: Proceso de mejora continua aplicado a la Eficiencia Energética.



8/ BIBLIOGRAFÍA Y LINKS DE INTERÉS

- “Atlas de Energía Solar de la República Argentina”, elaborado por el Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján.
- Colaboración Energías – Metrogas – UNSAM, “Potenciales ahorros de gas en la Argentina por mejoras en los sistemas de calentamiento de agua”, Marzo 2014.
- SitioWeb:<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2977>
- SitioWeb:<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/157867/%28subtema%29/157864>
- SitioWeb:https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6548/AS_14695676441.pdf
- SitioWeb:<http://www.morningstarcorp.com/wp-content/uploads/2014/02/150V-TS-MPPT-Operators-Manual.pdf>
- SitioWeb:<https://www.sonnen-batterie.com/en-us/start>
- SitioWeb:<http://aquionenergy.com/>
- SitioWeb:https://www.tesla.com/es_MX/powerwall
- SitioWeb:<http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>
- SitioWeb:<http://www.powerhive.com/>
- SitioWeb: <http://www.lowtechmagazine.com/2014/07/cooking-pot-insulation-key-to-sustainable-cooking.html>
- Sitio Web: <http://boutique-solarinti.blogspot.com.ar/>
- SitioWeb:<http://energy.gov/energysaver/solar-water-heaters>
- SitioWeb:<http://gapenergysolutions.com/choosing-knowing-solar-water-heater.xhtml>
- SitioWeb:<http://www.vanislewater.com/what-rainwater-harvesting>

FO
DE
CO

FONDO PARA EL DESARROLLO
DE LA CONSTRUCCION



CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN