

# Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaica para una vivienda familiar de la Ciudad de Córdoba

Mirta Roitman<sup>1</sup>, Alejandro Mestrallet<sup>2</sup>, María Dolores Aramburu<sup>3</sup>, Roberto Rossi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>2</sup> Departamento Máquinas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba., Córdoba, Argentina

<sup>3</sup> Departamento de Tecnología, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba., Córdoba, Argentina

<sup>4</sup> Instituto Universitario Aeronáutico, Córdoba, Argentina

Fecha de recepción del manuscrito: 14/04/2015

Fecha de aceptación del manuscrito: 21/07/2015

Fecha de publicación: 15/09/2015

**Resumen**—La visión e impronta personal de un vecino de la ciudad Córdoba (Argentina) preocupado por mejorar las condiciones de vida y preservar el ambiente, lo inspiraron para dar el paso inicial y convertir el suministro de energía eléctrica de su vivienda utilizando una fuente de energía no contaminante y sustentable como es la solar fotovoltaica. El equipo interdisciplinario citado, describe en este trabajo las distintas etapas y los cálculos fundamentales que posibilitaron la puesta en marcha y funcionamiento del sistema de energía solar fotovoltaico, verificando que el mismo opera en óptimas condiciones, brindando bienestar y confort a los miembros del grupo familiar beneficiado.

**Palabras clave**—energía, solar fotovoltaica, vivienda familiar

**Abstract**—The vision and personal touch of a neighbor from Cordoba city (Argentina) concerned with improving living conditions and preserve the environment, inspired him to take the initial step and convert the electricity supply in his house using a source of clean and sustainable energy such as the photovoltaic. The interdisciplinary team named, described in this paper the different stages and basic calculations that enabled the implementation and operation of solar photovoltaic system, verifying that it functions optimally, providing welfare and comfort to household members benefited.

**Keywords**—energy, solar photovoltaic, family house

## INTRODUCCIÓN

Considerando el sensible aumento del costo de la energía convencional, el calentamiento global y la problemática derivada del uso de petróleo, cada vez más personas se preocupan seriamente, en la búsqueda de una vivienda energéticamente eficiente.

A los efectos de paliar las consecuencias de los factores antes citados aparece la energía solar fotovoltaica residencial como una alternativa sustentable y no contaminante. [1]

La Ley N° 26190/06 propicia el fomento para el uso de las fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica.

Dirección de contacto:

Mirta Roitman, Avenida Vélez Sarsfield 1611 Ciudad Universitaria, X5016 CGA. Tel: 4334416, mirtaroitman@yahoo.com.ar

Esta Ley propende a la diversificación de la matriz energética Nacional favoreciendo el uso de energías renovables y contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Declara de interés Nacional la generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables con destino a la prestación del servicio público y establece una meta a alcanzar del OCHO POR CIENTO (8%) en la participación de las energías renovables en el consumo eléctrico Nacional en un plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia de la misma [2]. Para ello, se establecen un conjunto de beneficios impositivos aplicables a las nuevas inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, así como la remuneración a pagar por cada kilovatio hora efectivamente generado por las diferentes fuentes ofertadas que vuelque su energía en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y/o estén destinadas a la prestación de servicio público. Además impulsa la realización de inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, a partir del uso de fuentes renovables de energía (energía eólica, solar, geotérmica,

mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases nacional, incluyendo la construcción de obras civiles, electromecánicas y de montaje, la fabricación y/o importación de componentes para su integración a equipos fabricados localmente, y la explotación comercial. Si bien no se cumplieron en tiempo y forma varios de los objetivos planteados en la citada norma legal, el vecino de la ciudad de Córdoba, consideró importante para su emprendimiento, que demandó una importante inversión económica y trabajo personal, conocer el marco legal que fomentaría su gesta. También investigó la legislación provincial relacionada con esta temática.

En la Provincia de Córdoba la Ley N° 8810/99 declara de Interés Provincial la generación de energías mediante fuentes renovables, con los objetivos de reducir las emisiones contaminantes, utilizar racional y eficientemente los recursos naturales y fomentar las inversiones en infraestructura a fin de contribuir al desarrollo de las regiones menos favorecidas.

Con este marco legal, que propicia un cambio en la matriz energética del país, el vecino de la Ciudad de Córdoba decidió dar el primer paso sustituyendo el suministro de energía eléctrica de su vivienda por otra tecnología no contaminante y sustentable como es la solar fotovoltaica.

Este trabajo refleja los cálculos y consideraciones que fueron necesarios realizar para la concreción de esta conversión de energía sustentable en la vivienda.

Para evaluar la conveniencia de esta sustitución, se debió dimensionar el sistema de energía eléctrica necesario para este hogar, que depende del consumo interno de este caso particular.

Del estudio preliminar surgirá el sistema energético más conveniente para cada unidad habitacional, pudiendo ser la fuente de energía eléctrica solar pura o bien, elegir una combinación entre fuente convencional, contaminante, y solar adecuada, que cumplimente las necesidades energéticas en cada caso, logrando una vivienda energéticamente y ecológicamente eficiente.

## OBJETIVO

Dimensionamiento de la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaico en una vivienda tipo familiar ubicada en la Ciudad de Córdoba, concebido de modo de generar energía para abastecer el consumo eléctrico interno y de esta forma descomprimir el uso de energías convencionales, logrando autonomía en su uso y disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## METODOLOGÍA

La vivienda elegida para este trabajo da habitabilidad a cuatro personas y cuenta con la provisión de los servicios de gas y agua potable. Está ubicada en una zona que dispone de energía eléctrica provista por la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (E.P.E.C.).

Si bien el costo de la energía eléctrica suministrada por la empresa estatal por kWh es bajo, la calidad del servicio se puede considerar deficiente, ya que en determinadas épocas del año hay fluctuaciones en el voltaje o cortes totales de

de plantas de depuración y biogás), en todo el territorio servicio, poniendo en riesgo el correcto funcionamiento y la vida útil de los artefactos conectados a la red.

Para el diseño de este sistema solar fotovoltaico se han considerado las características de irradiación solar de la región en función de la latitud y longitud donde se encuentra ubicada la vivienda, datos obtenidos del NOAA (Earth System Research Laboratory, 2015) [3] y del Atlas de la energía solar de la República Argentina, grupo Gersol de la Universidad Nacional de Lujan. [4]

Mediante los datos relevados de irradiación solar, se concluyó que la zona de ubicación de la vivienda elegida, presenta muy buenas posibilidades en el aprovechamiento de esta energía para transformación solar-fotovoltaico y solar-térmico, haciendo que el proyecto sea técnicamente viable, puesto que la vivienda se encuentra dentro del llamado cinturón solar presentando un valor de radiación solar horizontal media anual de 4,47 kWh/m<sup>2</sup>/día [5]. Con estos valores de referencia se elaboró el proyecto de sistema solar fotovoltaico funcionando de manera autónoma, es decir independiente del suministro provisto por la empresa de energía prestadora del servicio.

El criterio de diseño para la instalación, puesta en marcha y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico preserva el esquema de la instalación eléctrica existente en la vivienda o en su defecto, permite realizar pequeñas modificaciones para la adaptación de los sistemas, sobre todo en aquellos casos en que se debiera sectorizar el consumo.

Previo al cálculo para dimensionar el sistema fotovoltaico se relevó el consumo eléctrico de los artefactos conectados a la red obteniendo los valores parciales y totales del consumo eléctrico de la vivienda.

Con dichos valores, se diagramó la sustitución de la fuente tradicional de energía por la solar fotovoltaica en etapas teniendo en cuenta razones de costos y sectorización del consumo, estableciéndose las siguientes:

TABLA 1: Etapas de sustitución de la fuente de Energía provista de la red domiciliar por Fotovoltaica.

Etapa	Objetivo
1°	Abastecimiento de energía eléctrica a los artefactos de iluminación ubicados en: cocina, comedor, patio (con célula fotoeléctrica), 3 dormitorios, teléfono inalámbrico, living y baño.
2°	Suministro de energía eléctrica para iluminación de ambiente y para lectura en escritorio y conexión de computadora con monitor tipo led e impresora.
3°	Incorporación al sistema solar fotovoltaico de manera permanente la heladera de uso familiar de eficiencia energética Tipo A.
4°	Conexión de un lavarropas automático al sistema solar fotovoltaico.

### Relevamiento del consumo eléctrico

Antes de considerar el consumo eléctrico que deberá suministrar la instalación FV es necesario considerar algunos conceptos que han sido tenidos en cuenta para el cálculo.

### Consumo energético teórico $E_t(Wh)$

Este consumo está dado por los promedios de los consumos de los artefactos conectados y mediante el cual se pretende dimensionar el sistema FV.

TABLA 2: Consumo de los artefactos conectados en la vivienda.

Artefacto	Potencia (W)	Uso diario (h/día)	Días de uso (día/semana)	Consumo (Wh / semana)
P.C. e Impresora	120	5	6	3 600
Tubo LED escritorio	17	5	6	510
Lámpara LED escritorio	10	5	5	250
Luz baño escritorio (BC)	12	0.5	5	30
Luz patio con célula Fotov. (BC)	11	12	7	924
TuboFluores. comedor	36	8	7	2 016
Luz baño principal (BC)	14	2	7	196
Autoconsumo inversor	9	24	7	1 512
Lámpara LED cocina	10	1	7	70
Teléfono inalámbrico	2	24	7	336
Lámpara LED dormitorio principal	10	5	7	350
Lámpara LED dormitorio	10	5	7	350
Heladera	94	10	7	6 580
Lámparas LEDs living	10	5	7	350

Las horas de uso de la heladera se estimaron en función de los datos suministrados por el fabricante en la etiqueta de eficiencia energética clase A.

El consumo eléctrico teórico semanal es de 17 074 Wh y con este valor obtenemos el consumo diario:

$$\begin{aligned} \text{Consumo diario} &= 17\,074\text{Wh} / 7 \text{ días} \\ \text{Consumo diario} &= 2\,439\text{Wh} \end{aligned}$$

### Consumo energético efectivo $E(Wh)$

Está dado por el consumo eléctrico considerando las posibles pérdidas que se producirán en el sistema FV, mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{E_t}{R}$$

Donde  $R$  es un parámetro que considera el rendimiento global de la instalación. Este rendimiento viene expresado por la siguiente ecuación:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \left(1 - \frac{K_a}{P_d} N\right)$$

Consideración de los factores de corrección por pérdidas:

$K_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0.05 para sistemas que no demanden descargas intensas.
- 0.1 para sistemas con descargas profundas

$K_c$ : Coeficiente de pérdidas en el inversor:

- 0.05 para inversores con onda sinusoidal pura, en régimen óptimo de trabajo.
- 0.1 para inversores en otras condiciones de trabajo.

$K_v$ : Coeficiente de pérdidas varias.

- Se consideran pérdidas como efecto joule, rendimiento global de la red, etc.
- 0.05 a 0.15 (valores de referencia)

$K_a$ : Coeficiente de autodescarga diaria:

- 0.002 para baterías de baja autodescarga (ej. Ni-Cd)
- 0.005 para baterías estacionarias de plomo-ácido
- 0.012 para baterías de elevada autodescarga (ej. de automotores)

$P_d$ : Profundidad de descarga diaria de la batería.

La profundidad de descarga no deberá exceder el 80% de la capacidad nominal de la batería ya que ello conllevaría al decrecimiento en la eficiencia de la misma provocada por los ciclos de carga-descarga.

$N$ : Número de días de autonomía de la instalación:

- Se consideran los días en que la instalación deberá operar bajo una mínima irradiación (ej. días nublados continuos) y se consumirá más energía de la que el sistema FV pueda generar.
- Valores de referencia de 2 a 5.

### Cálculo de los Paneles Fotovoltaicos

Los paneles solares producen energía eléctrica según su tamaño, eficiencia y cuánta radiación solar reciban. Los disponibles para uso hogareño y comercial tienen una eficiencia menor al 20 por ciento, lo que significa que menos del 20 por ciento de la energía del sol captada por el panel solar es absorbida y convertida en electricidad.

La potencia que puede alcanzar un panel solar y la potencia que entrega son dos temas diferentes. Si un determinado panel está calificado como de 180 W, entonces rendirá hasta ese nivel con las condiciones más favorables de acuerdo a las normas técnicas de fabricación de paneles solares (IEC 61 730).

Para el diseño se debe estimar el número de "Horas Solar Pico" que recibe el arreglo FV en la zona, para este caso, Córdoba, Capital. Se define como "HSP" el tiempo en horas en el que se produce el mejor índice de irradiación solar en un día.

Una Hora Solar Pico es una hora de  $1000 \text{ W/m}^2$  de luz solar [6]. Con esta aproximación se puede predecir cuánta potencia puede generar determinado panel solar multiplicando la potencia pico (W) por la cantidad de horas solar pico (HSP) para Córdoba, Capital, variando éstas según las estaciones del año. (Ver Fig. 1)

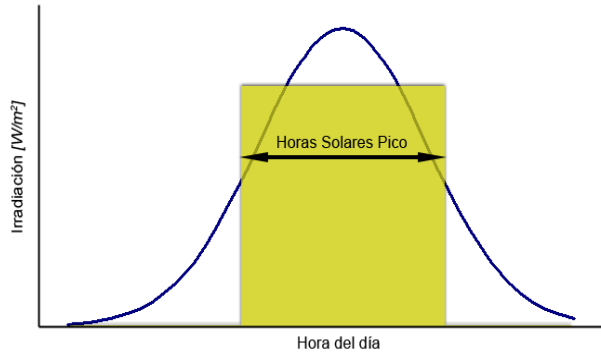


Fig. 1: Interpretación gráfica de la Hora Solar Pico [6]

El dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se hizo considerando Julio como mes más desfavorable en Córdoba, se estimaron 4 HSP [4] y una inclinación de  $40^\circ$  [7], resultando el número de paneles a instalar la relación entre la energía consumida y la energía producida por cada panel.

La estructura de montaje utilizada para el arreglo de paneles es de diseño propio (Ver Fig. 2) y se realizó sobre una base de caños de sección rectangular y cuadrada totalmente galvanizada con fijación en la loza del techo, dotando a la superficie de los paneles con movimiento pivotante, para variar el ángulo de proyección convenientemente de acuerdo a la época del año, siendo las fijaciones de la estructura de acero inoxidable.



Fig. 2: Vista Aérea del arreglo de paneles

La estructura se diseñó para que pueda soportar la acción del viento al cual estará sometido, teniendo como presente la información de los vientos predominantes y las velocidades en la latitud y longitud del montaje en la zona de ubicación de la vivienda.

Las bajadas del cableado desde los paneles hasta el tablero de control del sistema se realizaron mediante electroductos de caño galvanizado para prevenir el deterioro de las vías de transmisión por efecto de los rayos UV.

### Regulación

Para la elección del regulador de carga se obtuvo la corriente máxima  $I_{max}$  necesaria según la siguiente ecuación:

$$I_{max} = I_c \cdot N_{pp}$$

Donde:

$I_c$  = Intensidad máxima suministrada por cada panel, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

$N_{pp}$  = Número de paneles necesarios en paralelo

### Almacenamiento

Las baterías tienen como función almacenar energía para los períodos donde no hay sol. La autonomía de una instalación se entiende como la capacidad que tiene para aportar la energía suficiente sin aporte de energía del Sol.

En este caso la autonomía es de 3 días, es decir que la instalación debe funcionar con el consumo calculado durante este tiempo, aunque esté totalmente nublado. Hay que destacar que podemos tener más de 3 días sin contar con cielo despejado, pero obtenemos algo de producción fotovoltaica cuando está nublado.

La capacidad  $C$  del banco de baterías requerido será la siguiente:

$$C = \frac{E N}{V P_d}$$

Donde:

$E$  = Consumo energético real

$N$  = Número de días de autonomía de la instalación.

$V$  = Voltaje del sistema

$P_d$  = Profundidad de descarga

Se construyó una estructura de mampostería para alojar este banco y a la construcción se le añadió un sistema de venteo para la eliminación de vapores producto del gaseo de las baterías.

### Inversor de voltaje

Para el cálculo del inversor podemos tener en cuenta que no todo el consumo eléctrico va a producirse con simultaneidad, por ejemplo, no van a estar todas las luces encendidas al mismo tiempo, etc. Con esta consideración podemos disminuir la potencia del mismo.

### Control y monitoreo del sistema

Se instaló un tablero de control dotado de las medidas de seguridad para el manejo de las distintas tensiones presentes en el sistema, tanto de corriente continua como de corriente alterna, mediante fusibles y llaves térmicas, además de indicadores de voltaje, amperaje y potencia suministrada y consumida en cada instante.

Asimismo se incorporaron protectores para descargas atmosféricas para ambos tipos de tensión (CA y CC) a los efectos de evitar daños al sistema, producto de perturbaciones eléctricas provocadas por esta causa.

Se incluyó una llave selectora a levas que permite, ante un eventual mantenimiento general del sistema, poder conmutar la o las secciones de la vivienda alimentadas mediante energía fotovoltaica a la energía convencional, de manera que no se altere el normal funcionamiento de los artefactos conectados. (Ver Fig. 3).



**Fig. 3:** Tableros de Control y Operación del Sistema Solar Fotovoltaico

**Diseño de las Etapas:**

Siguiendo la metodología descrita precedentemente, se calcularon los componentes necesarios para cubrir la demanda de energía en cada etapa:

**Primera Etapa**

De acuerdo a lo citado en la Tabla 1, en esta etapa, básicamente se procedió a abastecer de energía eléctrica a los artefactos de iluminación y a la alimentación del teléfono inalámbrico.

A los efectos de hacer más eficiente el sistema de energía solar fotovoltaico y disminuir el costo inicial de la inversión, se tomaron medidas complementarias tendientes a bajar el consumo de energía de la vivienda ya instalada, sustituyendo los aparatos y accesorios existentes por modelos de eficiencia energética clase A, reduciendo las exigencias al sistema solar fotovoltaico y por consiguiente el costo del mismo.

Plantear el cambio de todos los artefactos electrodomésticos por aquellos de última generación y clase A, de menor consumo energético, que utilizan gases menos contaminantes como en el caso de heladeras, está planteado en etapas futuras por su elevado costo de inversión inicial.

Combinando los valores mostrados en Tabla y el resultado de los cálculos citados precedentemente surgió la elección de los siguientes componentes del sistema FV:

Consumo diario Primera Etapa: 1 000 ~1 100 Wh

Voltaje Sistema de Generación/Almacenamiento/Inversión: 12 VCC.

Días de autonomía de generación del sistema FV: 3

*Etapa de generación:* se eligieron paneles solares policristalinos de 80W que cumplen con las normas técnicas de fabricación de paneles solares (IEC 61 730), siendo la corriente de cada panel a potencia máxima de 4,5 A con

una eficiencia en el comportamiento de 95%, según datos del fabricante.

*Nota:* Se seleccionaron estos paneles por la mejor relación calidad-costo-potencia localizados en nuestra plaza.

*Etapa de regulación:* se instaló un regulador de carga de baterías de 30 A con protección de descarga y sobre voltaje.

*Nota:* Se eligió este regulador en función de la mejor relación precio-prestaciones.

*Etapa de almacenamiento:* un banco constituido por baterías de plomo-ácido de ciclo profundo de 6 V y 225 Ah de capacidad.

*Nota:* Se seleccionó este tipo de baterías teniendo en cuenta las prestaciones, el costo más bajo del mercado para este producto y la cadena de reciclado que en ellas intervienen una vez concluido su ciclo de vida útil.

*Etapa de inversión / suministro de CA (corriente alterna):*

Se implementó mediante un Inversor / cargador de corriente alterna de onda sinusoidal pura de 2 000 W de potencia y tensión de entrada de 12 VCC.

*Nota:* Se decidió optar por este equipamiento en virtud del tamaño y voltaje del sistema, además por la garantía de dos años que ofrece el fabricante con cobertura nacional.

En la Tabla 3 se resumen las características del sistema solar Fotovoltaico resultante para satisfacer la demanda de energía eléctrica correspondiente a esta primera etapa de diseño:

**TABLA 3:** Sistema Fotovoltaico Primera Etapa.

Voltaje del sistema	12 V CC
Cantidad de paneles (80W) Conexión paralelo	6
Banco de Baterías (12VCC)	900 Ah
Cantidad de baterías (6V 225 A)	8

**Segunda etapa**

En esta etapa se adiciona a la energía eléctrica para alimentar los artefactos incluidos en la Primera Etapa, la energía que demandan los artefactos de iluminación de ambiente y lectura en escritorio, la conexión de la computadora con monitor tipo led y la impresora chorro de tinta.

Consumo diario Segunda Etapa: 1 500 ~1 600 Wh

Voltaje Sistema de Generación/Almacenamiento/Inversión: 24 VCC.

Días de autonomía de generación del sistema FV: 3

*Etapa de generación:* Se adicionan paneles solares de las mismas características técnicas de los instalados en la Primera Etapa.

*Etapa de regulación:* Compuesta por un regulador de carga de baterías de 40 A con protección de descarga y

sobre voltaje que además incluye función de equalización de baterías.

Nota: Se eligió este regulador en función de la mejor relación precio-prestaciones.

*Etapa de almacenamiento:* Se adicionan baterías del mismo tipo que las del banco de baterías de la Primera Etapa.

*Etapa de inversión / suministro de CA (corriente alterna):* Compuesta por un Inversor / cargador de corriente alterna de onda sinusoidal pura de 2 000 W de potencia y tensión de entrada de 24 V CC.

Nota: Se decidió optar por este equipamiento en virtud del tamaño y voltaje del sistema, además del bajo autoconsumo del propio inversor.

Los valores resultantes de generación y almacenamiento de energía para la Segunda Etapa se resumen en Tabla 4:

**TABLA 4:** Sistema Fotovoltaico Segunda Etapa.

Voltaje del sistema	24 V
Cantidad de paneles (80W) conexión serie-paralelo	9
Banco de Baterías (24 V CC)	900 Ah
Cantidad de baterías	16

### **Tercera etapa:**

Con esta etapa se provee de energía eléctrica a los artefactos incluidos en la Primera y la Segunda etapa y se adiciona al sistema Fotovoltaico la energía necesaria para alimentar la heladera con freezer de uso familiar que cumple con la norma IRAM 2 004-3: 1 998 de eficiencia energética, ubicada en clase A.

De acuerdo datos suministrados por el fabricante el consumo anual de energía de esta heladera es de 342 KWh sobre la base del resultado obtenido en 24 h en condiciones de ensayo normalizadas, resultando el consumo diario aproximadamente a 930 ~ 940 Wh.

Consumo diario Tercera Etapa: 2 400 ~ 2 500 Wh.

Voltaje Sistema de Generación/Almacenamiento/Inversión: 24 VCC.

Días de autonomía de generación del sistema FV: 2

En esta etapa se bajó el número de días de autonomía de generación a los efectos de no sobre dimensionar el banco de baterías.

*Etapa de generación:* Se adicionan paneles solares de las mismas características técnicas de los instalados en la Primera y Segunda etapa.

*Etapa de regulación:* Se utiliza el mismo regulador que el instalado en la segunda etapa.

*Etapa de almacenamiento:* Se adicionan baterías del mismo tipo que las del banco de baterías de la Primera y Segunda etapa.

Se resume en Tabla 5 el sistema FV resultante para provisión de energía eléctrica de la Tercera Etapa:

**TABLA 5:** Sistema Fotovoltaico Tercera Etapa.

Voltaje del sistema	24 V
Cantidad de paneles (80W) conexión serie-paralelo	12
Banco de Baterías (24 V CC)	900 Ah
Cantidad de baterías	16

En la actualidad ésta es la configuración de trabajo del sistema solar fotovoltaico.

### **Cuarta etapa**

Quedaría por incorporar al sistema fotovoltaico la conexión de un lavarropas de tipo automático de coeficiente energético clase A, etapa en vías de desarrollo.

### **Inversión Inicial**

Se detalla en Tabla 6 el costo aproximado de los equipamientos instalados en las distintas etapas del sistema de conversión fotovoltaica:

**TABLA 6:** Costo del equipamiento del Sistema de Conversión FV.

Etapa	Especificaciones Técnicas	Costo Aproximado (\$)
Generación	12 paneles policristalinos de 80 W	25 000
Regulación	1 Regulador MPPT 40 A	3 500
Almacenamiento	12 baterías de plomo-acido de 6 V y 200 Ah de capacidad c/u	40 000
Inversor	Inversor de 2000 W (con pico de 7000 W) onda sinusoidal pura	15 000
Estructura	Realizada en caño cuadrado galvanizado más electroductos de bajada	9 500
Control-Monitoreo	Tablero de control con comandos y protecciones	7 000
Total estimado		100 000

### **Disminución de gases de efecto invernadero**

La vivienda consume aproximadamente 890.24 kWh anuales y para generar esa energía eléctrica utilizando fuentes tradicionales se estarían liberando a la atmósfera alrededor de 0.53 kg de CO<sub>2</sub> por cada kilowatt hora (kWh) producido, totalizando 481.73 kg de CO<sub>2</sub> anuales, sólo para este caso [8].

Con la instalación de energía solar fotovoltaica para una sola vivienda tipo, se estaría disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero a razón de 0.48 Tn anuales, lográndose una importante disminución si se pudiera adoptar masivamente este esquema de conversión energético.

## **CONCLUSIONES**

Este proyecto se realizó en el marco de la Ley N° 26190, pero las principales barreras a sortear para la implementación de la conversión de la fuente de energía tradicional a Solar Fotovoltaica en este caso de vivienda familiar, son las de tipo económico-financiero.

Si bien se cumple con el objetivo principal de conversión de una fuente de energía contaminante por otra renovable y no contaminante (sin considerar las externalidades en la construcción de los paneles), resulta ser la inversión inicial no competitiva con relación al costo de la energía convencional, al menos para esta vivienda ubicada en una ciudad con una empresa prestataria del servicio de energía eléctrica a un menor costo inicial.

El sistema de conversión solar fotovoltaica elegido para esta vivienda funciona en condiciones óptimas lográndose prestaciones similares a las obtenidas mediante sistemas tradicionales.

Se redujo el costo de la energía eléctrica convencional consumida por demandar menos energía a la red de distribución eléctrica de la EPEC y se disminuyó la emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente a razón de 0.48 Tn anuales aportando a la preservación y mejoramiento ambiental por la reducción de una de las principales causas del efecto invernadero, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

## REFERENCIAS

- [1] Saravia, Luis R. ,(2007) “La energía solar en la Argentina”, INENCO UNSa – CONICET, tomado de, [http://www.mendoza-conicet.gov.ar/fundacion/secciones/biblioteca/documentos/situacion\\_energiasolarargentina.pdf](http://www.mendoza-conicet.gov.ar/fundacion/secciones/biblioteca/documentos/situacion_energiasolarargentina.pdf), (10/03/2015).
- [2] Secretaría de Energía, (2008), “Energías Renovables 2008, Energía Solar”, tomado de, [http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro\\_energia\\_solar.pdf](http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf), (10/03/2015).
- [3] Earth System Research Laboratory NOAA Research, (2015), “NOAA Solar Calculator”, tomado de <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>, (15/03/2015)
- [4] Grossi Gallegos, H. y Righini, R. (2007) “Atlas de energía solar de la República Argentina”, UNL y Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, Argentina, (ISBN 978-987-9285-36-7), tomado de, <http://www.gersol.unlu.edu.ar/tecnologia.html#atlas>, (11/11/2014).
- [5] Righini, R. Grossi Gallegos, H y Raichijk, C.,(2004), “Trazado de cartas de irradiación global para Argentina. Energías Solar y Medio Ambiente (ERMA)”, ASADES, vol. 14.
- [6] Departamento Técnico de energía Activa, (2011), “Interpretación de las Horas de Sol en el PER 2005-2015”,tomado de: [www.suelosolar.es/newsolares/Informe\\_horas\\_sol.pdf](http://www.suelosolar.es/newsolares/Informe_horas_sol.pdf), 11/11/2014).
- [7] Gonzalo, E. G., (2003), “Manual de Arquitectura bioclimática”, Ed Nobuko, (P 88) ISBN 987-1135-07-6.
- [8] Secretaría de Energía de la Nación, (2015), “Cálculo del factor de emisión de CO<sub>2</sub> de la Red Eléctrica Argentina”, tomado de, <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>, (15/03/2015)

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo financiero del Programa de Financiamiento para Proyectos de Investigación de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba y al Lic. Roberto Rossi por abrirnos las puertas de su hogar y compartir generosamente con la comunidad su emprendimiento personal.