

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL EDIFICIO DEL CENTRO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA: FACTIBILIDAD TÉCNICA Y RECUPERO DE LA INVERSIÓN

PHOTOVOLTAIC SOLAR INSTALLATION FOR THE UNIVERSITY EXTENSION CENTER BUILDING: TECHNICAL FEASIBILITY AND RECOVERY OF INVESTMENT

Presentación: xx/10/2024

Matias Ovejero

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Grupo de Estudio Sobre Energía (GESE). Departamento Ingeniería Eléctrica
matiasalbert16@gmail.com

Jonathan Drunday

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Grupo de Estudio Sobre Energía (GESE). Departamento Ingeniería Eléctrica
drunday13@gmail.com

Lucas Martin

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Grupo de Estudio Sobre Energía (GESE). Departamento Ingeniería Eléctrica
lucasmartin11@icloud.com

Lautaro Salemi

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Grupo de Estudio Sobre Energía (GESE). Departamento Ingeniería Eléctrica
lautarosalemi9111@gmail.com

Resumen

La energía solar es una fuente renovable clave para combatir el cambio climático y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Utilizar instalaciones solares fotovoltaicas en edificios puede ayudar a cubrir total o parcialmente su consumo eléctrico, pero la viabilidad depende de factores geográficos, técnicos y económicos. Existen tres tipos de instalaciones: las desconectadas de la red, que requieren apoyo adicional o almacenamiento cuando no hay producción de energía; las conectadas a la red para autoconsumo, que permiten vender el excedente de producción; y las híbridas, que combinan ambas. En este trabajo se analizan tres posibilidades técnicas y económicas para cubrir una porción del consumo eléctrico del edificio de Extensión Universitaria de la Facultad Regional Bahía Blanca mediante una instalación solar fotovoltaica conectada a la red pública. Se concluye que se puede cubrir un 42%, 28% y 16% del consumo total, con un retorno de inversión en 15, 11 y 18 años, respectivamente. Estos valores de producción solar serán utilizados en el PID que estudia la producción de hidrógeno verde a pequeña escala en edificios.

Palabras clave: energía solar fotovoltaica, instalación conectada a la red

Abstract

Solar energy is a key renewable source to combat climate change and reduce dependency on fossil fuels. Using photovoltaic solar installations in buildings can help cover all or part of their electricity consumption, but feasibility depends on geographic, technical and economic factors. There are three types of installations: off-grid, which require additional support or storage when there is no energy production; grid-tied for self-consumption, allowing the sale of surplus production; and hybrid systems, which combine both. This study analyzes three technical and economic possibilities to cover a portion of the electricity consumption of the Extension Building at the Bahía Blanca Regional Faculty through a photovoltaic solar installation connected to the public grid. It concludes that 42%, 28%, and 16% of total consumption can be covered, with a return on investment in 15, 11, and 18 years, respectively. These solar production values will be used in the PID that studies small-scale green hydrogen production in buildings.

Keywords: photovoltaic solar energy, on-grid installation

Introducción

Las instalaciones solares fotovoltaicas para autoconsumo representan una tecnología aceptada mundialmente para contribuir a la generación de energía eléctrica sustentable. La Figura 1 muestra un crecimiento de 57% para el período 2021-2022 en las instalaciones solares fotovoltaicas residenciales para tres países de Europa (Solar Power Europe, 2023)

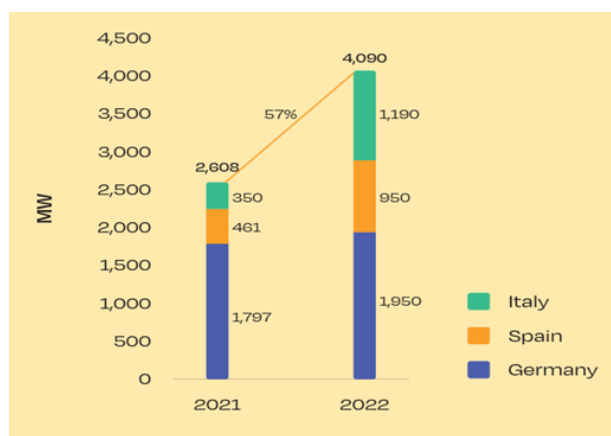


Figura 1: Potencia FV instalada anual para el período 2021-2022.

En la Figura 2 se muestra la evolución de los usuarios-generadores de energías renovables (principalmente energía solar) por medio de la ley de generación distribuida en las provincias que se encuentran adheridas a dicha ley en la Argentina. (Generación Distribuida en Argentina, 2024).

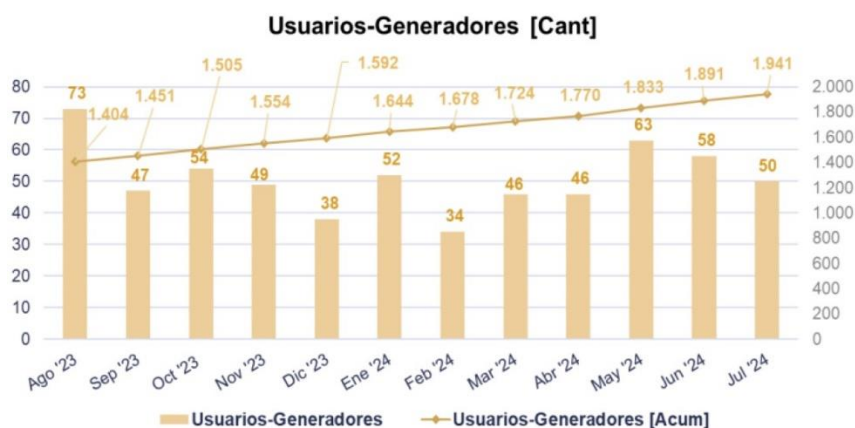


Figura 2: Cantidad de usuarios generadores en la Argentina.

Estas instalaciones de autoconsumo que están conectadas a la red eléctrica pública requieren de un marco legal regulatorio. La Ley 27424 Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública en la Nación Argentina, establece en su Artículo 7°: “A partir de la sanción de la presente, todo proyecto de construcción de edificios públicos nacionales deberá contemplar la utilización de algún sistema de generación distribuida proveniente de fuentes renovables, conforme al aprovechamiento que pueda realizarse en la zona donde se ubique, previo estudio de su impacto ambiental en caso de corresponder, conforme a la normativa aplicable en la respectiva jurisdicción. La autoridad de aplicación efectuará un estudio gradual de los edificios públicos nacionales existentes y propondrá al organismo del que dependan la incorporación de un sistema de eficiencia energética, incluyendo capacidad de generación distribuida a partir de fuentes renovables de acuerdo a los mecanismos aquí previstos” (Ley 27424, 2017).

En la Provincia de Buenos Aires, mediante la Ley Provincial N° 15.325: “declara de interés provincial la generación distribuida de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables, para autoconsumo y la eventual inyección del excedente a la red eléctrica de distribución provincial y asimismo adhiere a los beneficios promocionales, impositivos, fiscales y de financiamiento establecidos en la Ley Nacional N° 27.424 y su modificatoria”. Mediante la Resolución N° RESO-2023-463-GDEBA-MIYSPGP: ARTÍCULO 1°. Establece: “Aprobar las condiciones técnicas, jurídicas, económicas, contractuales, tarifarias que resultan necesarias para conferir viabilidad a la generación domiciliar de origen renovable en el área bajo la competencia y jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires, por parte de los USUARIOS GENERADORES para su autoconsumo, y la eventual inyección de excedentes a la red de distribución” (Ley provincial 15.325, 2022).

En este trabajo se analizan las factibilidades técnicas y económicas para constituir una instalación solar fotovoltaica conectada a la red pública en el edificio de extensión universitaria de la FRBB. Para el análisis se establecen tres escenarios donde se contemplan zonas diferentes para la instalación de los paneles fotovoltaicos. Los resultados se obtienen con la utilización del programa de cálculo de energías renovables Homer Pro.

El artículo contiene las siguientes secciones: materiales y métodos, resultados, conclusiones y referencias.

Materiales y métodos

Perfil del consumo del edificio

Un factor fundamental para todo cálculo de una instalación solar fotovoltaica lo constituye la obtención de los datos del consumo eléctrico del edificio. El consumo puede estimarse de distintas formas, pero la más adecuada para un edificio en funcionamiento es la medición.

El consumo eléctrico del edificio se midió con un instrumento registrador colocado en el tablero principal de la instalación eléctrica. Durante un año se registraron los datos de potencias instantáneas y la energía consumida en intervalos de quince minutos.

Mediante los gráficos de la Figura 3, se describen como ejemplos las potencias promedio diarias del mes de abril y la energía promedio mensual de los meses correspondientes al año 2022.

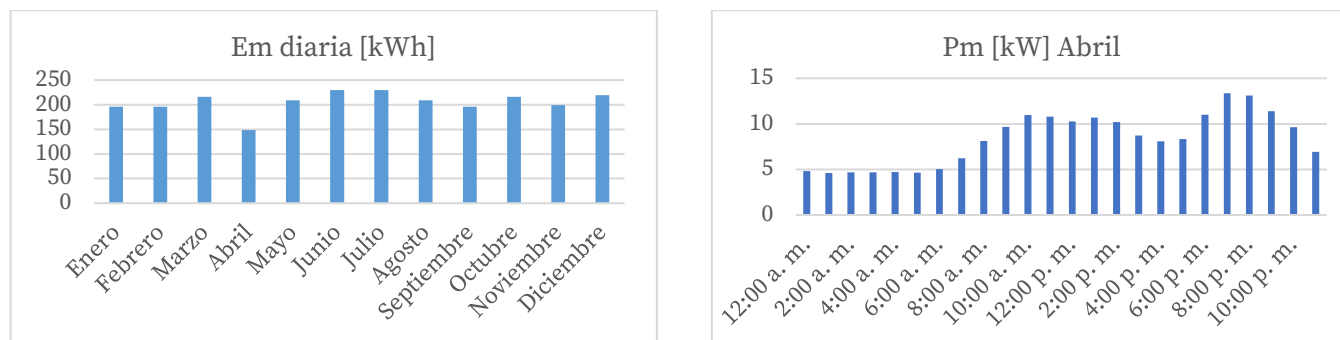


Figura 3: Energía promedio mensual (izquierda) y Potencia diaria promedio para un mes (derecha).

Escenario 1: Instalación de los paneles formando cocheras

Proveer resguardo en el estacionamiento que se encuentra en el frente del edificio, construyendo cocheras cuyo techo se compone de paneles solares. Un desarrollo similar al propuesto se muestra en la Figura 4.



Figura 4: Imagen de la instalación de paneles para techar el estacionamiento de autos.

En la Tabla 1 se muestran las características técnicas y en la Tabla 2 los materiales y costos para esta propuesta de instalación.

Fortalezas	Debilidades
Buena orientación geográfica de los paneles.	
Alta visibilidad de la instalación solar.	Una altura baja para lograr captación de sol. Presencia de sombra en las últimas horas de sol del día.
No es necesario el trabajo en altura para montar los paneles.	Se requiere la canalización subterránea para la instalación eléctrica hacia el interior del edificio.
Se facilita el mantenimiento y eventual reparación de los paneles y sus conexiones.	
Se provee protección climática a los automóviles que estacionan en ese espacio.	
Se cuenta con un área total muy conveniente para cubrir un importante porcentaje del consumo del edificio.	

Tabla 1: Características técnicas para el escenario 1.

Descripción	Cantidad	Costo (U\$S)
Panel solar 550Wp	48	12.000
Inversor solar trifásico 30 kW	1	5.000
Protecciones y cableado		2.000
Materiales de la estructura de soporte de paneles		4.000
Mano de Obra		5.000
Mantenimiento (25 años)		2.500
Costo por kW instalado		1.150

Tabla 2: Características económicas para el escenario 1.

Escenario 2: Paneles colocados en el techo del edificio

La Figura 5 muestra un esquema de los paneles colocados sobre el techo del edificio. En este caso solo se contempló para este escenario los paneles colocados en el techo 1.



Figura 5: Imagen de la instalación de paneles en el techo del edificio.

En la Tabla 3 se muestran las características técnicas y en la Tabla 4 los materiales y costos.

Fortalezas	Debilidades
Muy buena captación solar debido a la altura y orientación de los paneles.	Muy baja visibilidad de la instalación solar.
Se cuenta con un área para cubrir un alto porcentaje del consumo del edificio.	Es necesario el trabajo en altura para trasladar y montar los paneles.
	Se dificulta el mantenimiento y eventual reparación de los paneles y sus conexiones.

Tabla 3. Características técnicas para el escenario 2.

Descripción	Cantidad	Costo (U\$S)
Panel solar 550Wp	30	7.500
Inversor solar trifásico 20 kW	1	3.500
Protecciones y cableado		2.000
Materiales de la estructura de soporte de paneles		2.000
Mano de Obra		3.000
Mantenimiento (25 años)		2.500
Costo por kW		1.240

Tabla 4. Características económicas para el escenario 2.

Escenario 3: Instalación de los paneles formando parasoles

Proveer de un sistema de parasoles en un sector de la planta alta del edificio para minimizar el efecto de las altas temperaturas desarrolladas en época estival debido al impacto de los rayos solares sobre las ventanas. Esto permitiría una reducción del consumo en acondicionamiento del aire de las aulas del sector. La Figura 6 muestra la colocación de paneles sobre las ventanas de la planta alta del edificio.



Figura 6: Imagen de la instalación de paneles en las ventanas del edificio.

La Tabla 5, muestra un resumen de las características técnicas que se pueden presentar con el desarrollo de esta instalación.

Fortalezas	Debilidades
Buena orientación geográfica de los paneles.	Es necesario el trabajo en altura para armar la estructura de soporte y montar los paneles.
Buena visibilidad de la instalación solar.	Se dificulta el mantenimiento y eventual reparación de los paneles y sus conexiones.
Buena captación solar debido a la altura de los paneles.	Se cuenta con un escaso área para producción con relación al consumo del edificio.
Protección solar para las aulas de la planta alta del edificio en época estival.	
Ahorro de energía en el funcionamiento de aire acondicionado en época estival.	

Tabla 5: Características técnicas para el escenario 3.

En la Tabla 6 se describe la cantidad y el costo de los materiales y mano de obra estimados.

Descripción	Cantidad	Costo (U\$S)
Panel solar 550Wp	17	4.500
Inversor solar trifásico 10 kW	1	3.000
Protecciones y cableado		2.000
Materiales de la estructura de soporte de paneles		3.000
Mano de Obra		4.000
Mantenimiento (25 años)		2.500
Costo por kW		2.000

Tabla 6: Características económicas para el escenario 3

Resultados

Para realizar una estimación del costo de los materiales se consideran los valores en dólares al cambio contado con liqui de 1.285,66 pesos por dólar a la fecha 21 de agosto del 2024.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los cálculos realizados con el programa Homer Pro. Para el valor del kWh comprado se tomó el valor del consumo variable de U\$S 0,060, según el último cuadro tarifario de agosto 2024 informado por el Organismo de Control de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires (OCEBA) y el valor del kWh vendido a la red se estimó en un 50% del valor anterior (OCEBA, 2024).

Por otra parte, la tasa de descuento se fijó en un 4% según los últimos valores históricos de la tasa del bono a 30 años del Tesoro de EEUU (Rentabilidad del bono Estados Unidos 30 años, 2024) y la inflación en el orden del 3% según los últimos datos obtenidos también en EEUU.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Producción solar [kWh]	42.924 (41,5%)	26.827 (29,2%)	15.202 (16,4%)
Compra a la red [kWh]	57.406	65.177 (70,8%)	73.548
Venta a la red [kWh]	10.977	3.456	784
VAN	U\$S 21.541	U\$S 18.670	U\$S 5.303
TIR	8,6 %	11,8 %	6.8%
Periodo de repago	15 años	11 años	18 años

Tabla 7: Resultados económicos para los tres escenarios. (Homer Pro)

Conclusiones

En este artículo se analizó la factibilidad técnica y económica para la realización de una instalación solar fotovoltaica que cubra parte del consumo eléctrico del edificio de extensión universitaria de la FRBB. Se registró

durante un año el consumo eléctrico del edificio. Se analizaron tres escenarios para la instalación de los paneles fotovoltaicos mediante el software de simulación Homer Pro. Además, los valores de la cantidad de energía producida por las instalaciones servirán para evaluar en trabajos futuros la producción de hidrógeno verde a pequeña escala.

El escenario 1 posee el mayor valor de inversión inicial. Cubre un mayor porcentaje del consumo del edificio (41,5%), debido a la mayor cantidad de paneles instalados y, a la vez, vende una mayor cantidad de energía a la red pública. El recupero de la inversión considerando solo los egresos e ingresos es de 15 años aproximadamente. Se debe contemplar un valor agregado adicional ya que con esta instalación se cubre el estacionamiento vehicular situado al frente del edificio. Desde el punto de vista institucional se logra visibilizar el compromiso de la FRBB-UTN con el medio ambiente.

El escenario 2 posee un recupero de la inversión similar al escenario 1. En este caso la inversión es menor, no solo por la cantidad de equipamiento sino además por una menor necesidad de confección de estructura de soporte de los paneles. Posee la desventaja de la baja visibilidad de la instalación y un menor porcentaje de producción solar.

Por su parte, el escenario 3 cuenta con una gran inversión inicial al igual que el escenario 1 pero al tener una menor producción de energía, hace que el rendimiento económico empeore. Al igual que el escenario 1 presenta una gran visibilidad de la instalación.

En los tres escenarios se logran los objetivos económicos requeridos para poder comenzar a evaluar un proyecto técnicamente. Es decir, todos logran repagar la instalación antes de los 25 años de vida útil, la tasa de retorno que generan los proyectos es más del doble que la tasa del bono considerada. El valor actual neto de cada proyecto es positivo.

El escenario 1 logra generar el mayor porcentaje de penetración de energía renovable en la matriz de consumo del edificio, un 41,5% y tiene un costo inicial de inversión alto. El escenario 3 también cuenta con una inversión inicial alta con una menor producción de energía. Por lo tanto, el escenario 2 con menor una inversión inicial menor y una producción de energía del 30%, se presenta como la configuración con mayor potencial económico y técnico.

Finalmente, cabe destacar el impacto social positivo que puede generar la visibilidad del uso de energías renovables en un edificio público de educación universitaria.

Referencias

Generación Distribuida en Argentina. (2024). Disponible en:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ppt_reporte_de_avance_julio_2024.pdf

Ley provincial 15.325. Adhiere a la ley nacional n° 27.424. (2022). Disponible en: <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/ley/2022/15325/293039>

Organismo de Control de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires (OCEBA) (2024). Disponible en:

https://oceba.gba.gov.ar/nueva_web/s.php?i=17

Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. Ley 27424 (2017). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27424-305179>

Rentabilidad del bono Estados Unidos 30 años. (2024). Disponible en: <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-30-year-bond-yield>

Solar Power Europe. Solar Powers Heat 2023 (2023). Disponible en:

<https://www.solarpowereurope.org/insights/thematic-reports/solar-powers-heat-2023-2>