



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Evaluación económica de un sistema fotovoltaico interconectado
basado en costos nivelados de energía

Author: Tiberio Venegas-Trujillo

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 18
Mail: tvenegas@ucol.mx
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

Contenido

- Introducción
- Costos nivelados de energía
- Factores considerados en el análisis
- Tarifas eléctricas
- Perfiles de generación y consumos de energía eléctrica
- Evaluación de los costos nivelados de energía
- Impacto de un fenómeno meteorológico
- Conclusiones

Introducción

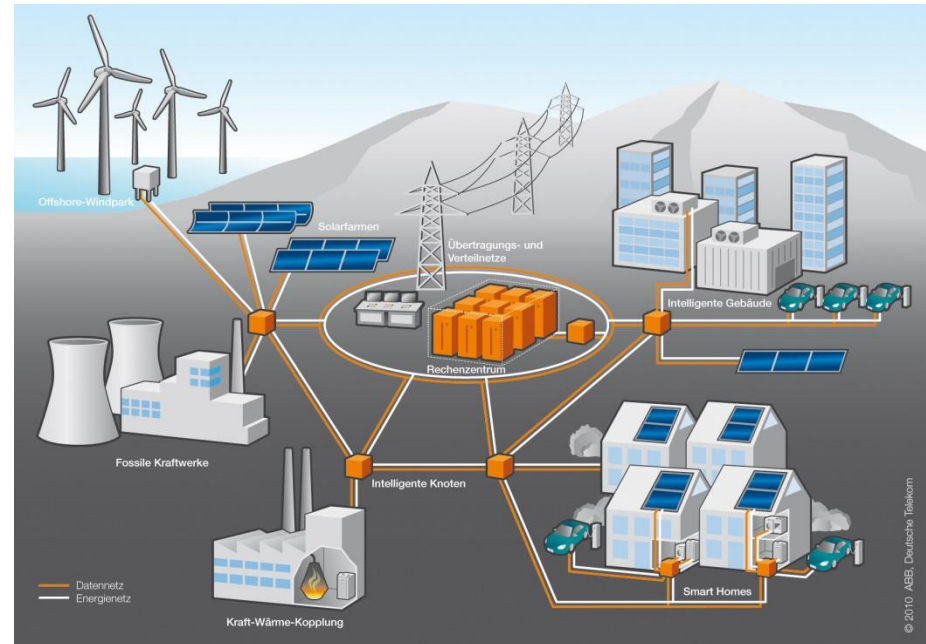
- El uso de sistemas fotovoltaicos interconectados presenta un abanico de beneficios potenciales económicos para las empresas en su operación por concepto de consumo de energía eléctrica.
- Sin embargo, dichos sistemas dependen de las condiciones climatológicas para su desempeño. Es por ello que en este artículo se presenta una metodología para evaluar el impacto económico basada en los costos nivelados de energía (LCoE).



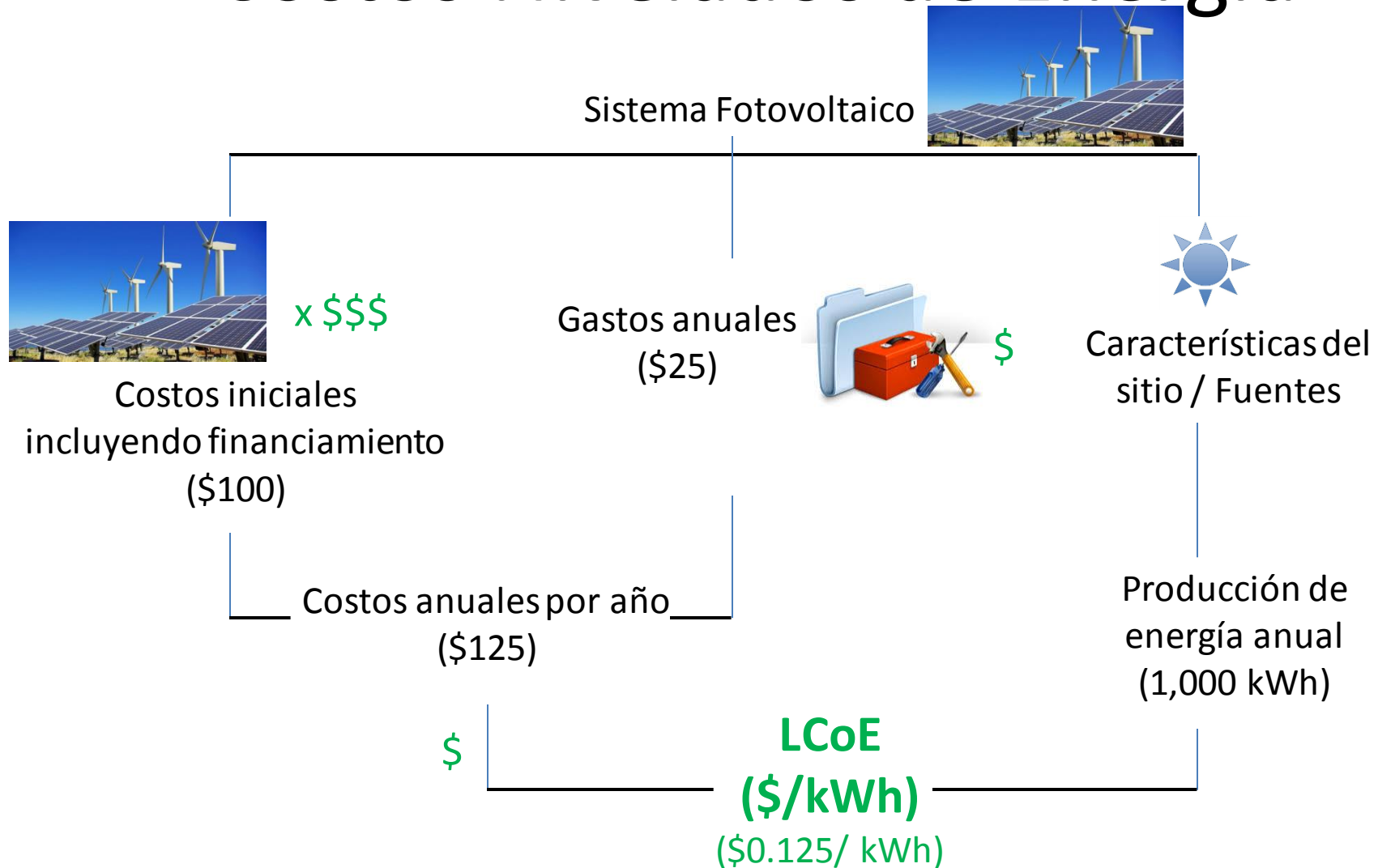
Costos Nivelados de Energía

- El cálculo de los costos nivelados de energía se basa en el método del valor presente neto, en el cual los gastos de inversión y los flujos de pago de las ganancias y gastos durante la vida la planta generadora son calculados basados en una tasa de descuento referida en el tiempo.

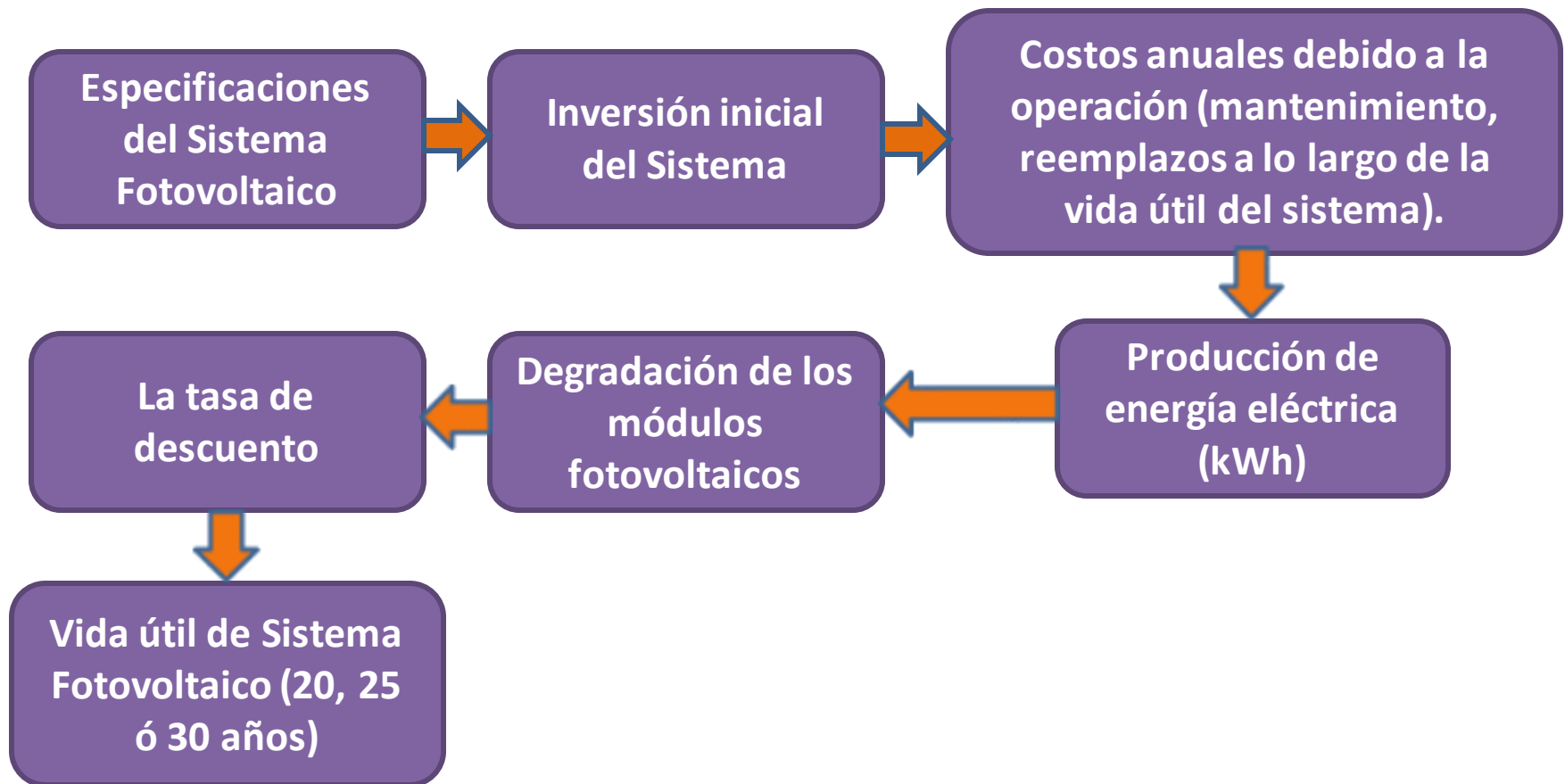
$$LCoE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$



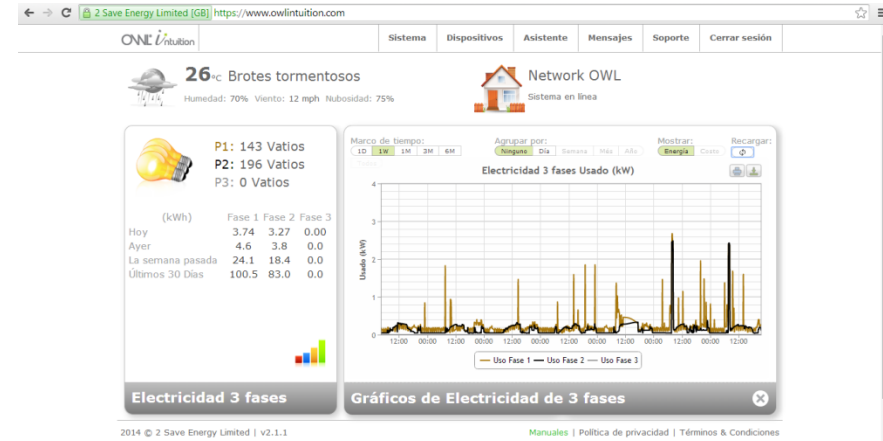
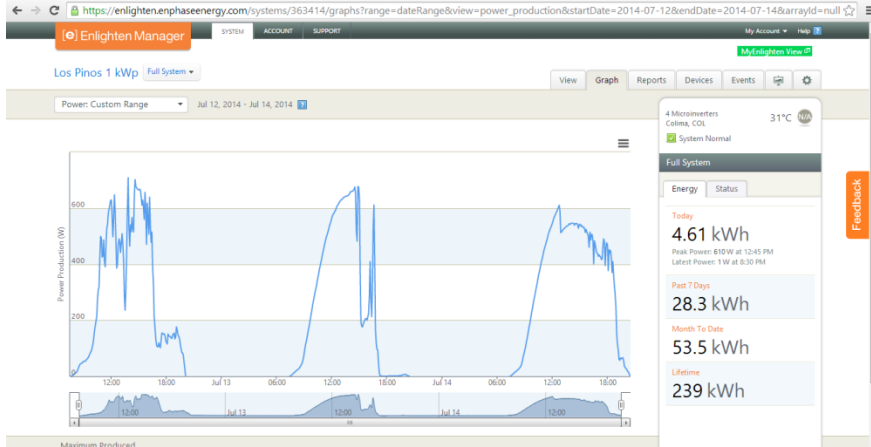
Costos Nivelados de Energía



Factores considerados en el Análisis



Monitoreo en tiempo real



Perfiles de FV

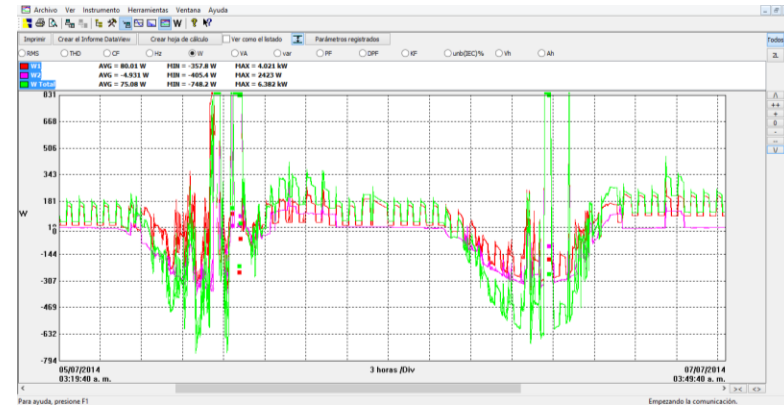
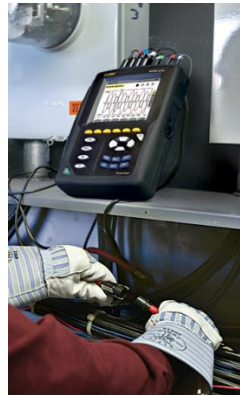
Perfiles de carga



Enphase Envoy



OWL intuition Ic



Intercambio de energía

Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2016
CIERMMI
 "La transición energética en beneficio de México"
 Del 19 al 21 de Octubre



Producción histórica de energía eléctrica

Perfiles de generación año 2014																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Enero																																
Febrero																																
Marzo																																
Abril																																
Mayo																		4.68	3.98	5.08	4.66	5.23	4.55	4.75	5.07	4.18	3.79	1.68	4.01	3.93	4.68	
Junio	4.73	4.46	3.94	4.82	4.52	5.01	3.58	3.52	3.50	4.62	4.89	4.80	5.08	4.90	4.19	4.97	4.96	3.91	4.12	4.67	2.79	3.94	4.53	3.93	3.00	3.22	2.94	4.92	3.71	2.81		
Julio	2.78	3.21	2.95	3.42	3.82	4.80	4.25	4.35	3.87	3.89	4.27	3.84	3.49	4.60	4.27	4.21	4.52	4.30	4.33	4.36	4.65	4.54	3.99	4.45	4.12	4.38	4.05	4.31	3.55	4.29	3.98	
Agosto	4.45	4.23	4.71	4.28	4.38	4.21	4.49	4.25	3.45	4.84	3.74	3.34	2.98	3.51	4.99	2.70	4.77	4.74	3.92	3.87	4.28	4.02	2.96	4.17	4.16	4.97	4.89	4.43	2.49	4.39	3.22	
Septiembre	2.97	2.30	2.01	4.09	4.15	4.26	4.21	3.98	2.77	2.97	4.54	3.65	1.39	1.82	4.66	4.03	3.04	2.62	3.80	4.24	4.69	3.66	3.78	3.55	4.31	4.37	4.77	3.36	2.97	3.52		
Octubre	3.24	2.74	3.79	3.20	4.33	3.60	3.31	3.72	5.01	3.50	3.64	4.26	4.90	4.80	3.84	4.58	4.15	4.21	2.80	2.52	4.11	2.36	3.78	4.68	4.31	4.81	3.88	4.16	4.28	4.37	4.82	
Noviembre	4.61	4.10	3.99	3.82	0.30	4.56	4.51	4.41	4.26	1.70	1.43	2.31	4.84	3.91	4.56	4.76	4.67	3.56	3.20	2.68	3.11	3.87	4.62	2.38	4.22	4.54	3.97	3.61	3.71	4.55		
Diciembre	4.50	4.18	4.00	4.30	4.04	3.51	3.86	4.08	3.84	2.66	1.66	3.02	2.90	4.30	4.30	4.24	4.28	4.13	4.28	4.11	3.47	2.99	2.97	3.53	2.81	3.47	3.23	3.53	4.30	4.13	4.10	

Perfiles de generación año 2015																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Enero	4.30	3.93	3.26	2.01	2.07	4.25	4.26	3.22	3.88	4.07	4.58	4.31	2.57	3.52	4.45	4.38	4.13	3.92	3.88	3.72	4.01	3.81	4.42	3.46	1.73	2.58	4.10	4.07	3.95	2.73	3.16
Febrero	1.74	2.10	3.35	4.94	3.22	4.35	4.60	4.79	4.77	4.21	4.26	4.43	1.64	1.69	1.54	2.48	4.27	5.20	5.07	4.77	5.05	4.56	4.73	4.85	5.13	5.27	5.31	5.33			
Marzo	5.11	5.00	5.10	4.40	4.28	4.79	4.47	4.48	3.48	2.65	3.00	5.64	4.97	1.45	1.39	0.62	2.62	4.68	5.48	3.90	5.00	5.35	5.07	5.29	4.64	5.45	4.72	5.02	5.38	4.90	4.90
Abril	5.20	5.17	3.62	4.85	4.82	5.01	4.66	4.62	5.07	4.65	4.37	4.47	4.45	5.06	4.65	4.69	4.43	4.82	4.97	5.11	4.98	4.84	4.66	4.24	4.76	4.54	4.17	4.03	2.75	4.53	
Mayo	4.97	4.64	4.61	4.94	4.87	4.47	4.63	4.15	4.44	4.67	4.69	4.48	4.32	4.03	3.71	4.78	4.29	4.08	4.38	4.47	4.46	3.74	4.36	4.62	4.64	4.80	4.16	3.66	2.68	2.69	3.26
Junio	4.65	4.30	4.02	3.84	2.58	4.67	4.79	4.55	3.50	3.90	3.27	3.15	3.73	3.59	2.39	3.19	2.84	4.27	2.97	2.38	4.94	4.37	3.75	4.15	3.27	4.22	3.73	2.87	4.19	4.36	
Julio	4.80	4.30	3.94	3.48	4.93	3.29	3.12	4.08	4.68	2.68	3.21	2.28	3.16	3.10	1.79	4.44	4.71	2.37	3.06	4.44	3.87	4.53	4.41	4.63	3.89	4.80	3.73	4.88	2.71	4.06	
Agosto	4.92	3.64	4.54	3.93	4.01	3.71	3.65	3.49	4.77	4.09	4.42	4.23	3.06	4.04	4.82	3.40	2.85	4.33	4.68	4.54	4.63	2.86	4.08	4.91	4.96	3.85	3.96	4.50	4.19	3.82	3.85
Septiembre	3.97	4.36	3.10	2.59	4.52	3.41	3.59	4.05	4.43	4.38	4.85	5.15	4.91	4.62	3.56	3.61	4.60	4.18	3.60	4.57	4.31	4.81	4.41	4.68	2.78	3.79	4.19	4.16	4.29	4.16	
Octubre	3.36	5.00	3.84	1.68	4.89	4.05	3.96	4.29	4.47	3.56	4.88	4.43	4.24	3.78	4.21	4.01	4.61	4.60	4.05	4.69	3.91	2.03	0.25	3.17	4.56	3.21	3.78	3.52	2.88	1.05	2.79
Noviembre	5.10	3.76	4.18	4.70	4.58	3.62	3.95	4.09	4.49	4.26	4.31	3.77	3.51	4.40	4.52	3.60	2.91	4.01	3.26	3.46	3.45	3.26	4.12	3.83	2.51	1.15	1.67	4.40	4.01	3.46	
Diciembre	3.57	3.48	3.65	3.98	4.16	3.94	3.37	2.58	1.89	3.16	2.39	1.80	3.05	4.71	4.22	4.54	4.49	3.79	3.87	3.53	3.37	3.19	3.71	4.26	3.99	4.26	3.67	3.93	2.75	3.79	3.20

Perfiles de generación año 2016																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Enero	3.91	3.97	4.35	2.99	3.99	3.96	4.57	4.53	3.14	4.42	4.45	3.27	2.16	4.99	5.07	3.52	4.96	4.51	4.76	4.50	4.92	4.66	4.41	3.37	3.57	4.66	4.19	3.44	3.36	3.62	4.23
Febrero	4.33	4.16	4.41	4.70	4.13	4.38	3.92	3.89	2.36	3.86	4.25	4.39	4.41	4.17	4.29	3.95	4.15	4.14	4.28	4.06	4.41	4.20	4.88	4.62	4.53	4.56	1.79	5.10	5.19		
Marzo	5.04	4.80	4.96	4.90	4.95	4.96	5.20	2.86	3.62	5.87	5.75	5.62	5.46	5.42	4.50	4.84	3.48	4.66	5.22	3.54	3.73	4.57	3.54	5.00	5.08	4.25	5.18	4.80	4.85	5.36	5.16
Abril	5.39	4.84	5.32	4.69	4.29	3.82	4.74	4.52	4.96	5.03	5.00	4.83	4.86	4.45	4.80	3.99	4.47	4.74	4.74	4.25	4.42	4.56	3.60	4.36	5.05	4.03	4.46	4.64	4.99	4.73	4.23
Mayo	4.92	4.74	4.68	4.52	4.35	4.05	4.01	4.29	4.44	4.43	4.49	4.24	4.95	4.04	4.49	4.03	4.69	4.49	4.86	4.68	4.19	4.59	4.42	4.29	4.57	4.10	4.61	4.56	4.23	4.43	4.01
Junio	4.29	4.46	4.57	4.12	4.55	3.99	4.43	4.58	4.56	4.48	4.45	2.57	3.32	2.69	3.58	4.30	4.95	4.18	5.04	4.91	1.88	4.72	4.36	4.37	4.30	4.00	3.11	3.60	3.63	4.41	
Julio	4.21	4.17	3.80	3.59	4.21	4.01	4.47	4.02	4.07	3.98	3.56	2.58	4.89	3.68	3.69	3.11	4.52	4.40	3.78	3.78	3.35	3.32	3.73	4.64	4.49	4.07	4.10	4.37	2.37	3.98	3.35
Agosto	3.74	3.76	4.05	4.46	4.60	2.14	2.85	3.65	4.47	3.31	3.40	3.78	4.37	3.55	3.53	4.18	2.70	3.20	4.78	4.64	3.85	3.61	4.23	3.84	3.93	3.28	3.56	3.18	4.70	3.30	4.56
Septiembre	3.37	4.26	3.90	2.99	1.40	4.50	4.79	4.13	4.36	4.23	4.62	3.83	4.55	3.49	4.18	2.79	3.87	3.44	4.09	4.07	3.44	3.63	3.96	4.31	4.09	5.05	3.24	3.74	3.91	3.84	
Octubre	3.27	3.64	3.74	3.53	3.92	4.07	3.32	4.03	4.65	4.32	4.63	4.49	3.24	4.58	3.79	4.80															

3414_system_energy_20140518_t_Hoi3



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

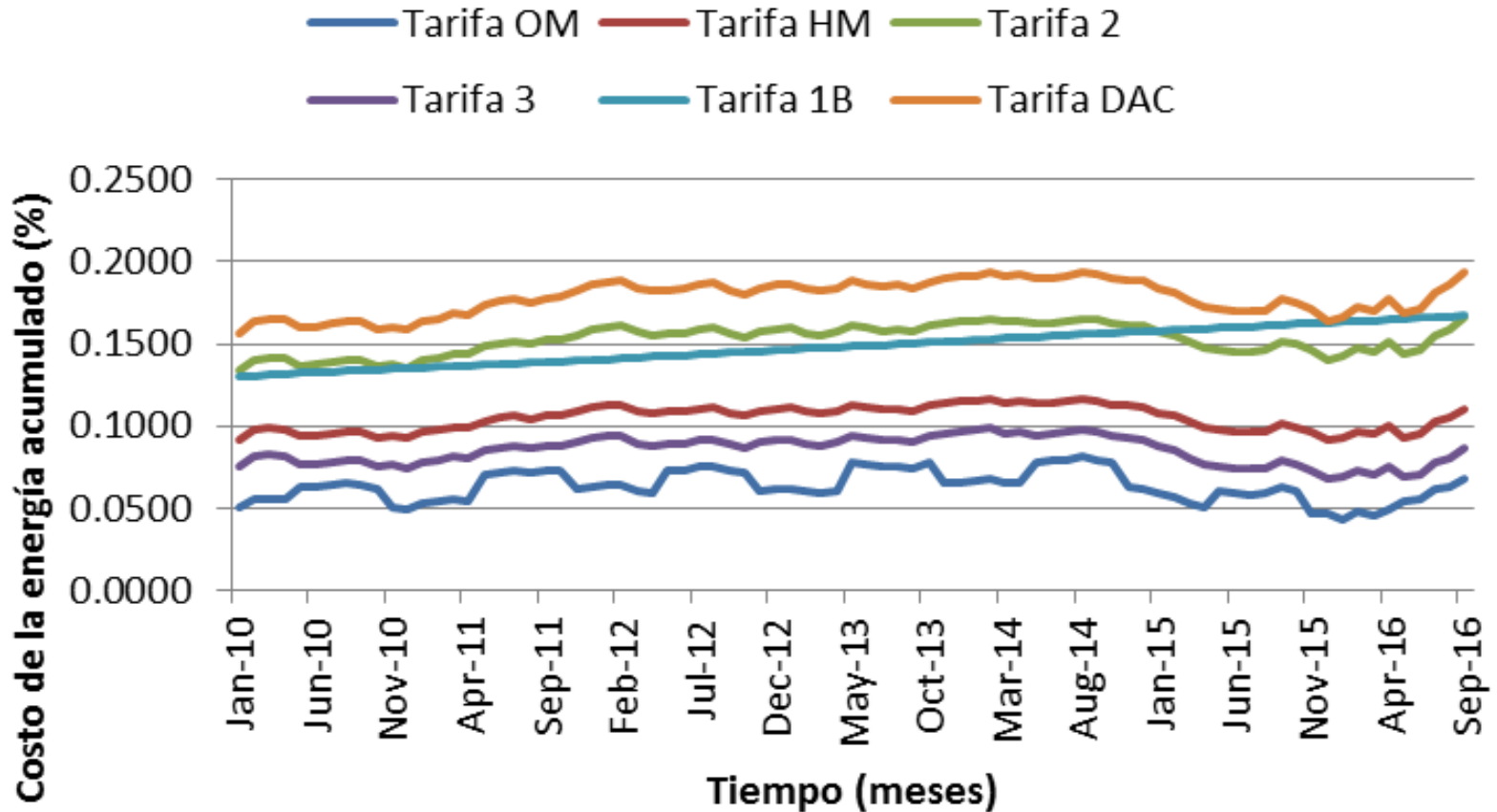
2016
CIERMMI
 "La transición energética en beneficio de México"
 Del 19 al 21 de Octubre

Tarifas Eléctricas

- En México existen 44 tarifas de energía eléctrica:
- 8 en el sector doméstico, 9 de carácter específico siendo estas para servicios públicos, agrícolas, temporales y acuícolas.
- El resto, 27 son de carácter general y pueden ser en baja, media y alta tensión

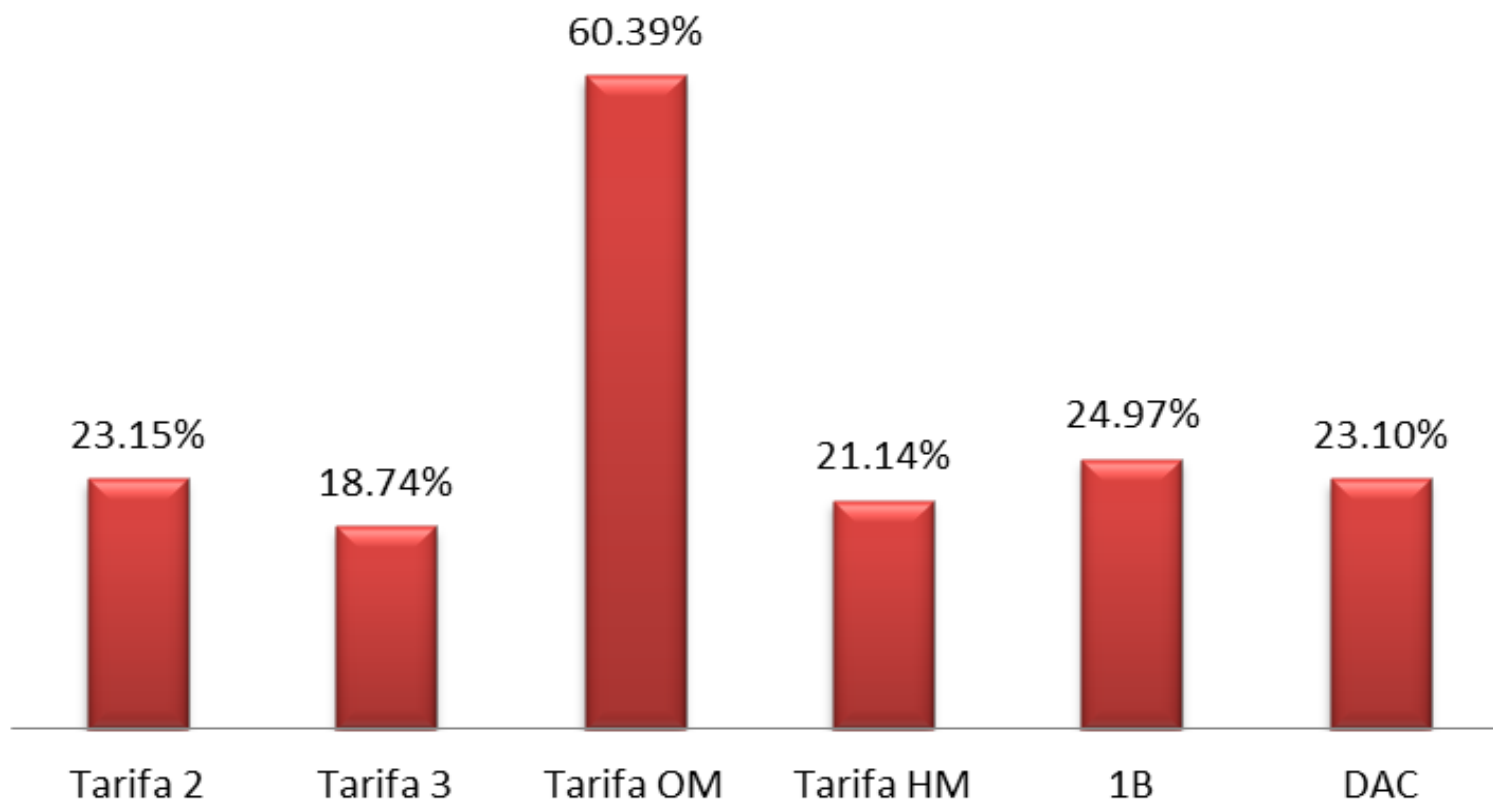


Tarifas Eléctricas



Fuente: Comisión Federal de Electricidad

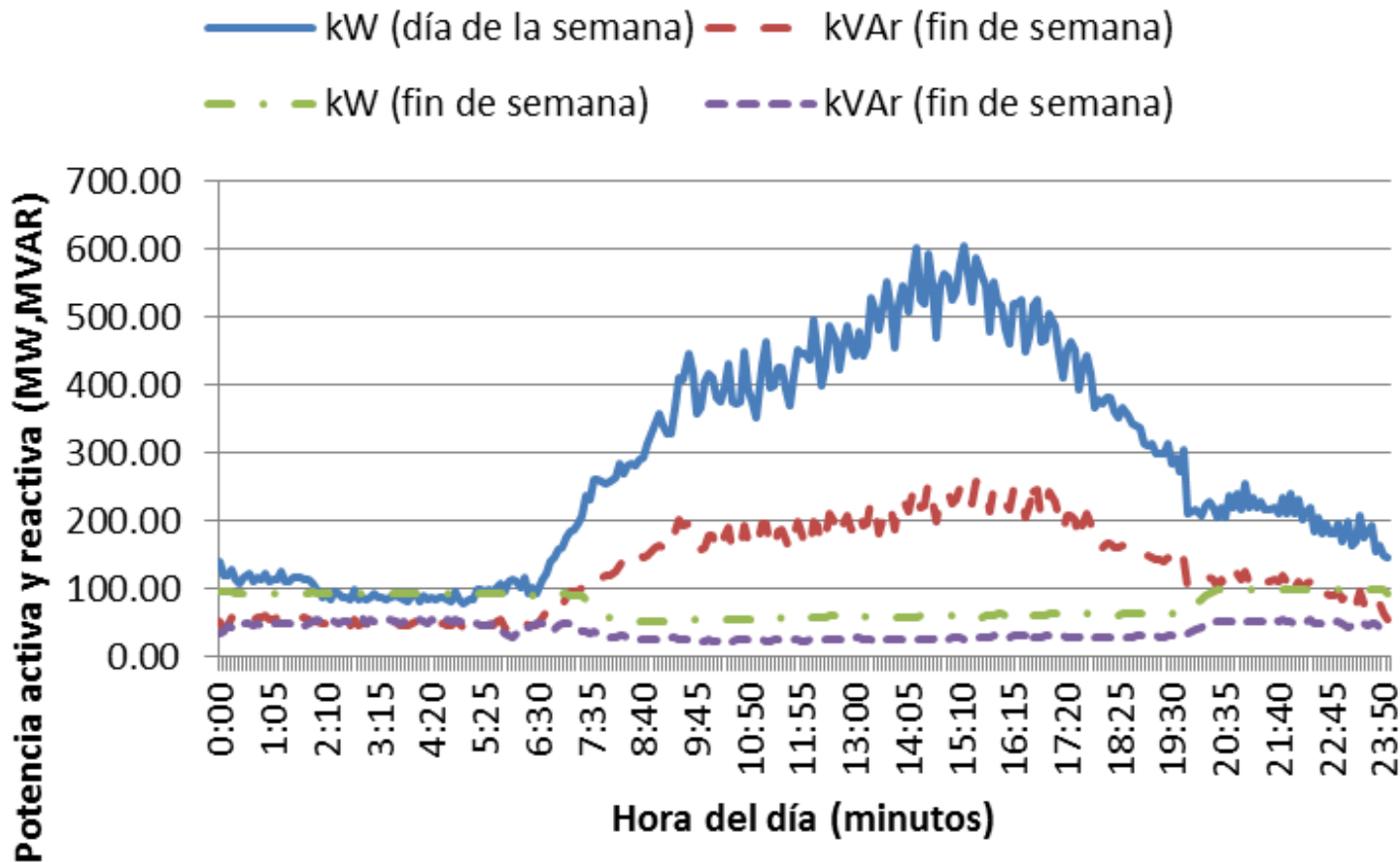
Incremento acumulado en Tarifas Eléctricas 2010 – 2016*



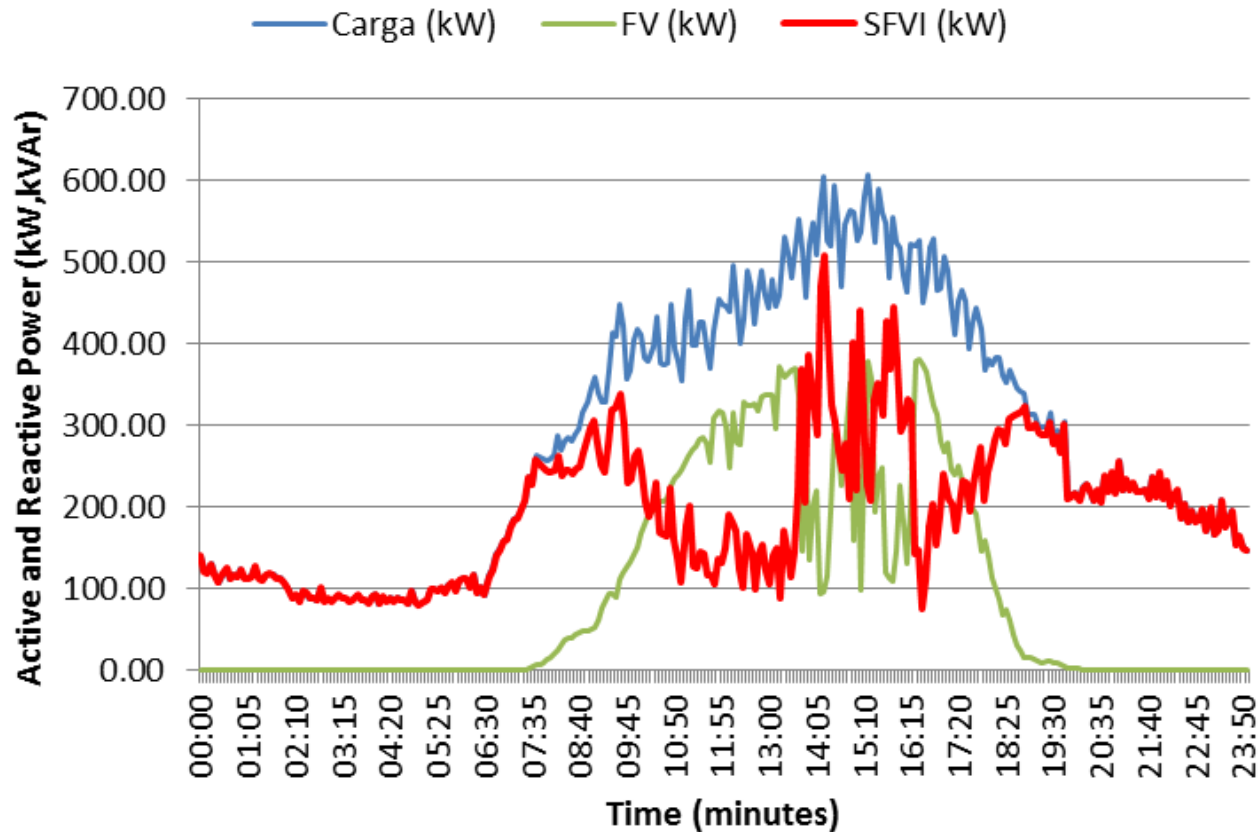
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

* A Septiembre de 2016

Perfiles demanda de energía eléctrica



Perfiles de demanda de un sistema fotovoltaico interconectado

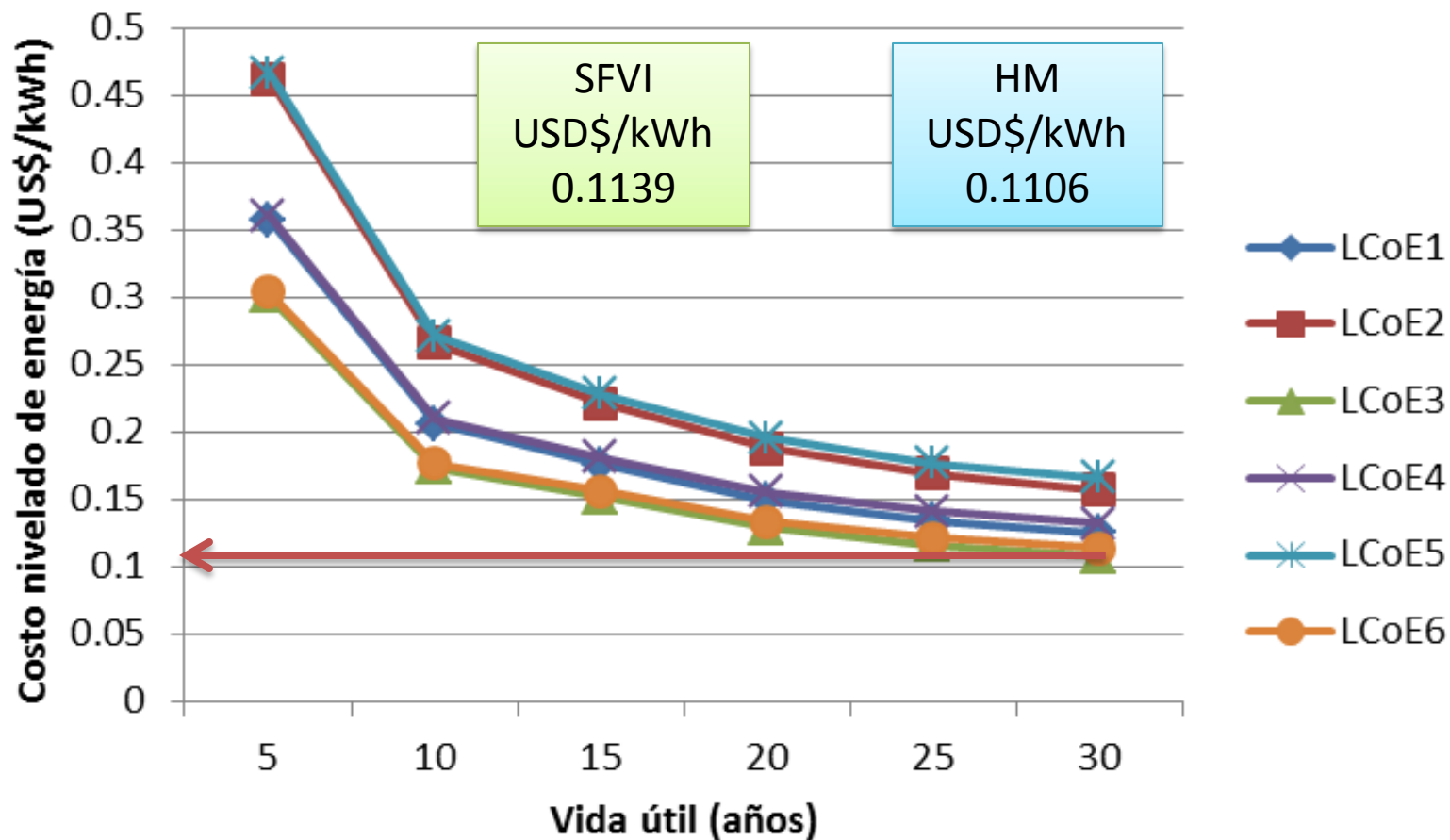


Evaluación de los costos nivelados de energía

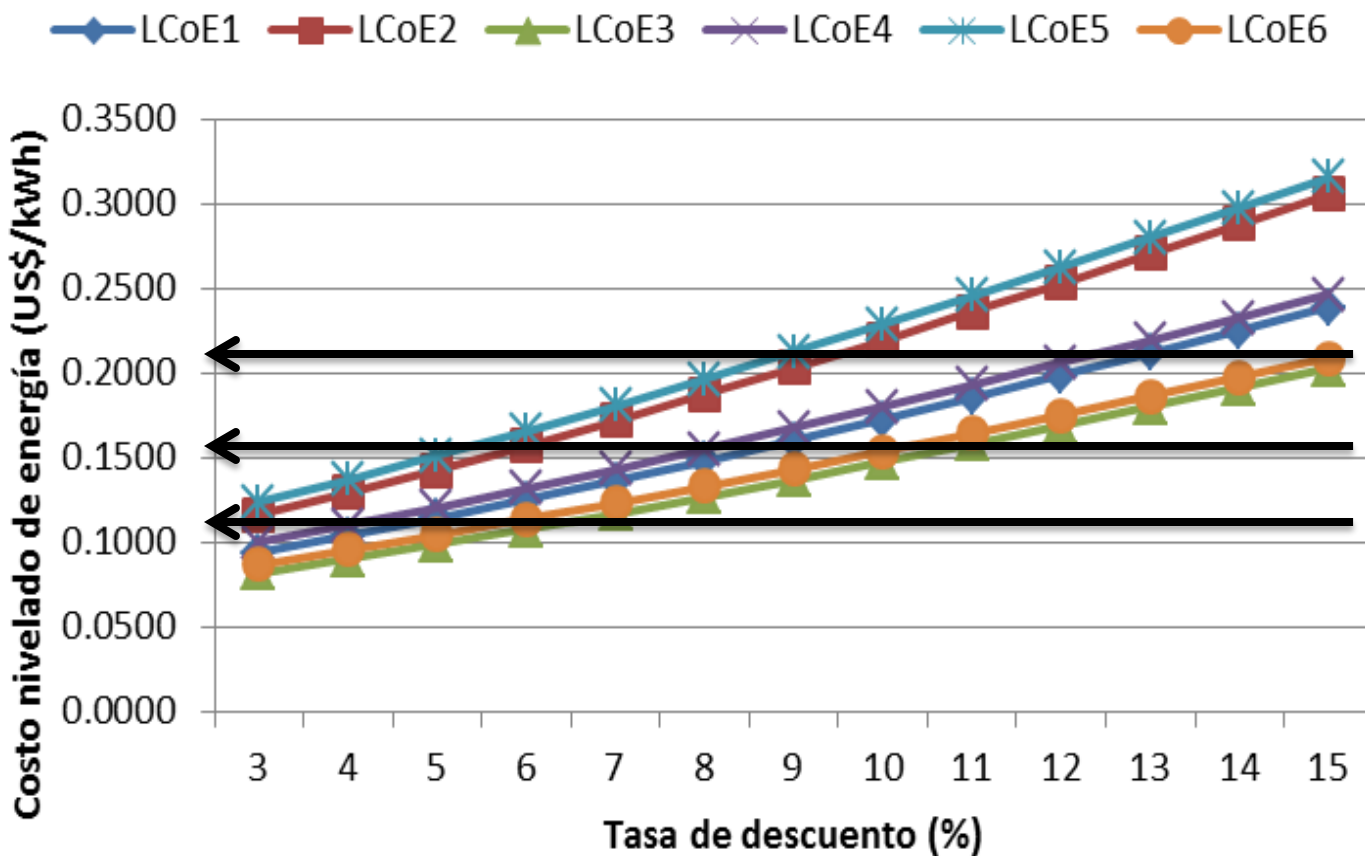
- Para determinar los costos nivelados de energía descritos en la tabla V, se elaboró un programa computacional en Matlab toma en cuenta los costos de los componentes del sistema, degradación de los módulos fotovoltaicos de 0.5% anual, tasa de descuento anual del 6%, reemplazo de los inversores cada 15 años, irradiación solar promedio anual de 1,450 kWh/kWp, costo anual por mantenimiento de 5 US\$/kWp.

Caso	Descripción
LCoE1	La inversión total es hecha por el usuario. No toma en cuenta la degradación.
LCoE2	La inversión total es bajo un préstamo bancario con un interés anual de 9%. No toma en cuenta la degradación.
LCoE3	La inversión total es hecha por el usuario y se considera un incentivo de impuestos durante el primer año (16%). No toma en cuenta la degradación.
LCoE4	Similar al caso LCoE1, pero incluye degradación de los módulos fotovoltaicos.
LCoE5	Similar al caso LCoE2, pero incluye degradación de los módulos fotovoltaicos.
LCoE6	Similar al caso LCoE3, pero incluye degradación de los módulos fotovoltaicos.

Evaluación de los costos nivelados de energía



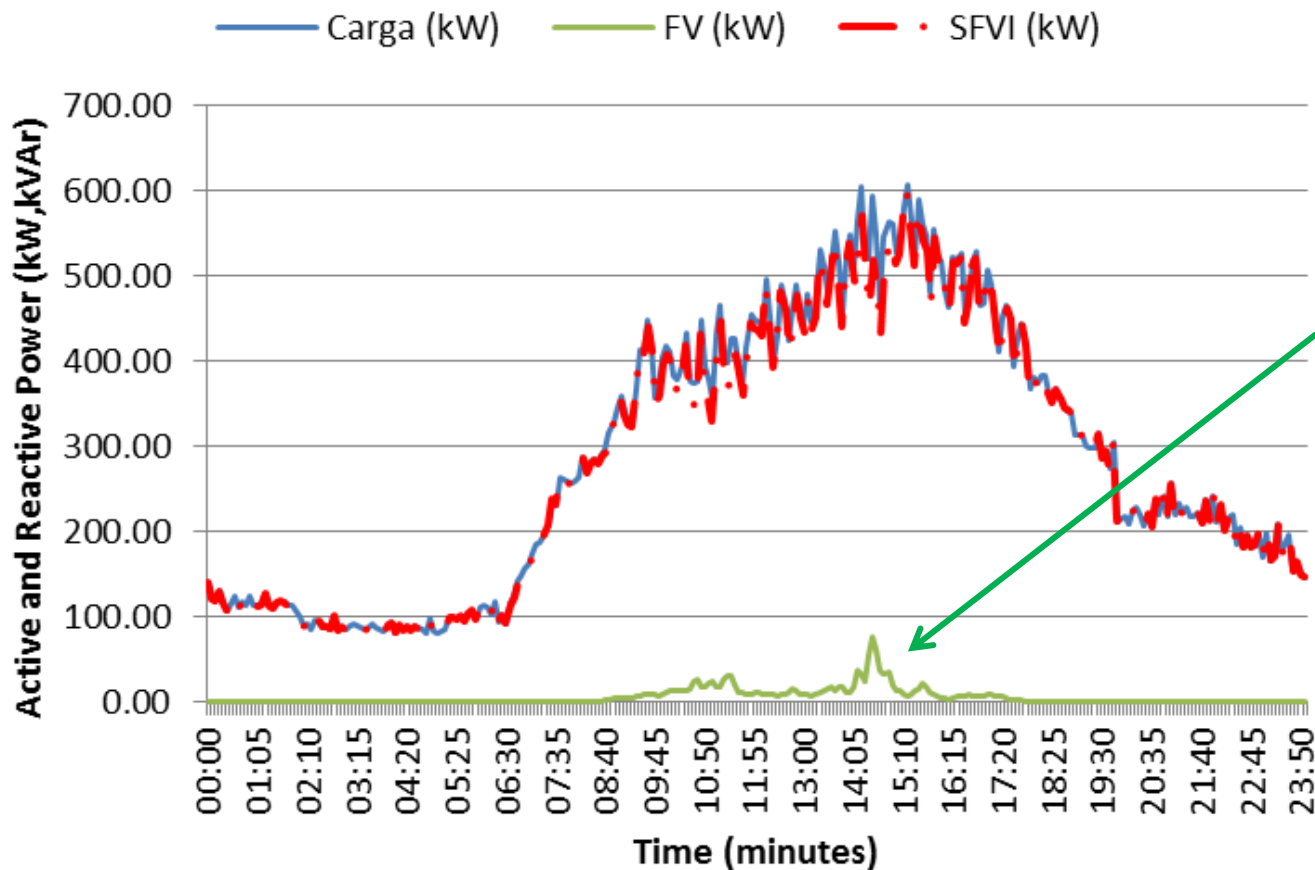
Sensibilidad de LCoE con respecto a la tasa de descuento



r (%)
15
10
6

SFVI
USD\$/kWh
0.2091
0.1540
0.1139

Impacto de un fenómeno meteorológico



Efecto del huracán "Patricia" Octubre 23, 2016

Impacto del Huracán Patricia

Tarifa DAC

Para el usuario residencial en tarifa DAC tiene que ver directamente con la reducción en la generación de energía eléctrica. Mientras que el promedio al día para el sistema instalado de 2 kWp era de 9.388 kWh/día, el día que se presentó el huracán “Patricia”, este valor cayó a 0.49 kWh/día. El sistema fotovoltaico sólo operó al 5.41% de su capacidad. El efecto en dicha tarifa fue un incremento del 0.4913% en la facturación, pasando de US\$ 408.83 a US\$ 410.84

Tarifa HM

Con los parámetros modificados por el fenómeno meteorológico, la facturación tuvo un incremento del 3.26%, pasando de US\$ 13,355.43 a US\$ 13,790.86, es decir US\$ 435.53; los perfiles de generación del sistema fotovoltaico interconectado durante la presencia del huracán “Patricia” .

Conclusiones

- Diversos factores fueron tomados en consideración para su determinación y mediante un análisis de sensibilidades se puso a la vista que la factibilidad en el desarrollo proyectos con tecnologías alternativas debe basarse en la selección adecuada en los rangos de los factores para generar un menor incertidumbre en la toma de decisiones.
- Desde el punto de vista operacional, dos usuarios contratados en tarifas residencial y comercial fueron considerados para evaluar su pertinencia económica. Además fue introducido el caso de un fenómeno meteorológico real que se presentó frente a las costas del pacifico Mexicano y que tuvo efecto en el desempeño de los sistemas fotovoltaicos interconectados.
- Se demostró que el impacto económico por la presencia de un huracán para usuarios residenciales tiene poco efecto, apenas 0.4913%. Mientras que para un usuario en tarifa HM el impacto es mayor y tuvo in incremento del 3.26% en los costos operativos del sistema fotovoltaico interconectado.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)