

RCI-1. Solar distribuido en el sector comercial e institucional

Diseño y al análisis de la acción

Contenido

1.	Resumen	2
2.	Descripción de la Acción	4
3.	Nivel de esfuerzo y tiempo de Implementación	5
4.	Impacto de descarbonización estimado (Impacto estimados en las emisiones de GEI)	6
	<i>Resultados</i>	6
	<i>Métodos y Fuentes</i>	7
	Paso 1 - Cambio en los datos de actividad	7
	Paso 2 - Estimación en la reducción de GEI	8
5.	Magnitud potencial de los costos o ahorros directos	8
	<i>Introducción</i>	8
	<i>Resultados</i>	10
	<i>Métodos y Fuentes</i>	10
	Paso 1 - Determinación de un valor de referencia de CE	10
	Paso 2 - Estimación aproximativa de los costos o ahorros directos totales	13
	Paso 3 - Determinación de la contribución de los costos o ahorros a los niveles de gasto del sector	14
	Paso 4 - Determinación de la magnitud (alto, mediano o bajo) de los costos o ahorros directos	14
6.	Evaluación macroeconómica	15
	<i>Introducción</i>	15
	<i>Resultados</i>	16
	<i>Metodología</i>	17
7.	Co-beneficios de la acción	22
8.	Otra información potencialmente importante	22

1. Resumen

Descripción: Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO₂) del suministro eléctrico en Querétaro mediante la construcción de nuevos proyectos de energía solar distribuida (producción *in situ* de energía renovable) en el sector comercial e institucional del Estado.

Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, implementar proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones comerciales a una escala suficiente para satisfacer 25% del consumo de electricidad en el sector comercial/institucional.
- Para 2050, implementar proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones industriales a una escala suficiente para satisfacer 75% del consumo de electricidad en el sector comercial/institucional.

Potencial Mitigación de GEI:

- Reducciones acumuladas (2022 - 2050) de GEI: 5.6 TgCO₂e.
- 16% reducción de GEI a nivel del sector RCI (es decir, potencial moderado de mitigación según los criterios en la Tabla 1).

Tabla 1. Criterios para evaluar el potencial de mitigación.

Potencial de mitigación	% de reducción en comparación con las emisiones totales en el sector
Muy bajo	<1%
Bajo	1% - 10%
Moderado	10% - 25%
Alto	25% - 40%
Muy alto	>40%

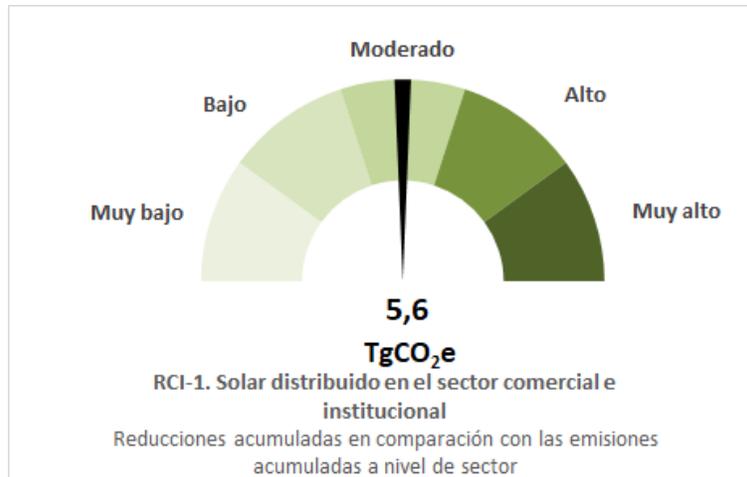


Figura 1. Magnitud del potencial de mitigación de la acción a nivel del sector.

Magnitud potencial de los costos o ahorros directos: ahorros directos pequeños por menores costos de suministro eléctrico a los sectores comercial e institucional del Estado en comparación con el escenario BAU .

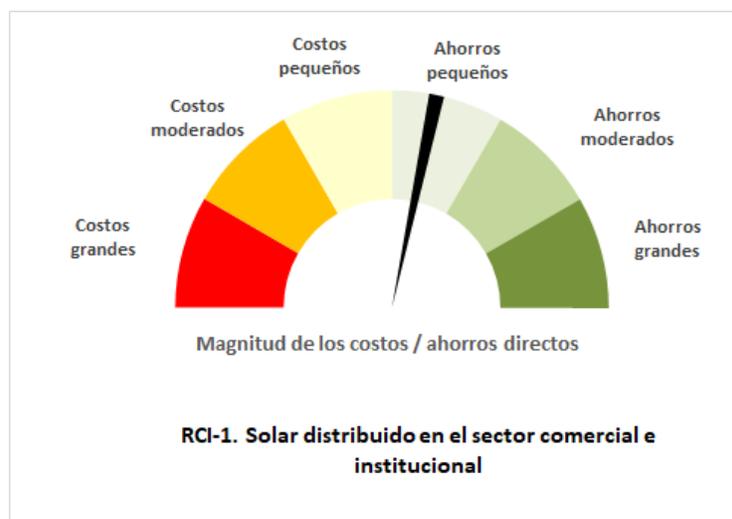


Figura 2. Magnitud potencial de los costos o ahorros directos de la acción

Evaluación macroeconómica: impacto macroeconómico positivo asumiendo que la acción genera

- Cambio a favor de costos del sistema más bajos para incentivar las inversiones en la economía local.
- Ningún cambio en el consumo de energía y entonces ningún impacto en los niveles de gasto local
- Cambio a favor de fuentes de energía locales (menos importaciones) para redistribuir los fondos en la economía local.

- Cambio a favor de las cadenas de suministro locales (operaciones de O&M de nuevos equipos) para retener los fondos de inversión en la economía local.
- Cambio a favor del tipo de generación de energía con mayor intensidad laboral (mayor número de trabajos para unidad de energía generada) para aumentar el empleo de mano de obra local.
- Fuentes externas de financiamiento (nacional o internacional) que inyectan más capital en la economía local.

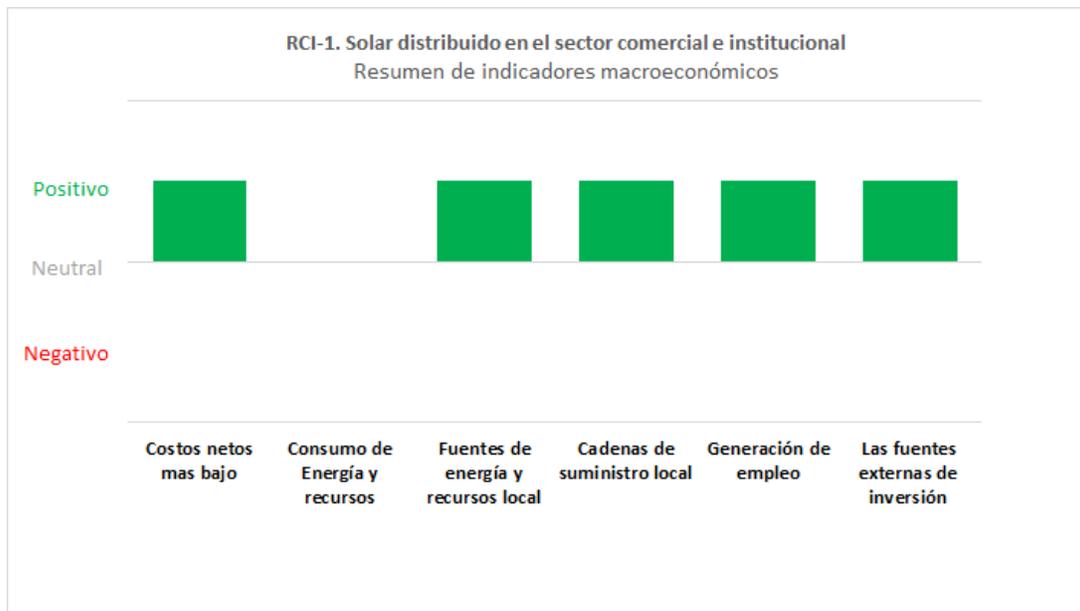


Figura 3. Resumen de indicadores macroeconómicos.

2. Descripción de la Acción

Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO₂) del uso de energía comercial mediante la expansión de la producción *in situ* de energía renovable baja en carbono (para servir el punto local de consumo en contrario a la acción de suministro de energía que se refiere a planta solar centralizada). Esta acción incluirá el uso de mecanismos de implementación y acciones necesarias para el despliegue de sistemas solares fotovoltaicos (PV) en edificios comerciales de los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Estado de Querétaro (Querétaro, El Marqués, Corregidora, Huimilpan, San Juan del Río, Tequisquiapan, Pedro Escobedo, Colón) e institucionales en los 18 municipios del Estado de Querétaro (estos edificios no incluyen edificios industriales que son parte de la acción Industria 1). Estos sistemas fotovoltaicos pueden ser instalados en espacios disponibles (techo y/o suelo) (por ejemplo, sobre estacionamientos adyacentes). Estos sistemas pueden incluir o no el almacenamiento de energía (como batería) para extender el período de cada día que el sistema puede proporcionar energía al edificio. Estos sistemas pueden o no estar conectados a la red y estarán diseñados para reducir de manera rentable los costos de energía de la instalación en comparación con los usos actuales de energía.

Para el caso de los edificios Institucionales consideran los inmuebles del gobierno estatal y municipal se proponen sistemas de generación de energía interconectados a la red de CFE, porque de esa forma se puede inyectar a la red de CFE los excedentes no consumidos durante los fines de semana.

No se conocen acciones existentes en Querétaro (incluidos programas y políticas estatales y federales) que se espera que afecten la implementación de esta acción. Esta acción está alineada con la Ley de Cambio Climático del Estado de Querétaro, específicamente en los objetivos del artículo 2:

IX. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, consumo responsable, uso eficiente de energía, economía local de bajas emisiones, impulso de productos orgánicos, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono, que reduzcan las emisiones de elementos persistentes, así como transitar hacia una economía de cero residuos a mediano y largo plazo para la mitigación de fuentes de calor, compuestos y gases de efecto invernadero;

X. Impulsar la transición energética, protegiendo y preservando el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de los habitantes del Estado, en coordinación con las disposiciones federales de la materia;

También en sus artículos **Transitorios** en los artículos considera:

Artículo Sexto. *Los edificios e instalaciones de uso y servicio público de los Poderes del Estado de Querétaro deberán incorporar instalaciones en la medida de sus posibilidades presupuestales y las condiciones físicas de los inmuebles, que aprovechen la energía solar fotovoltaica o fototérmica, pudiendo ser complementadas o sustituidas con cualquier otra instalación de aprovechamiento de energía renovable, de conformidad con la suficiencia presupuestaria con que se cuente y las condiciones físicas de los inmuebles.*

Artículo Séptimo. *Los edificios e instalaciones de uso y servicio público de los Municipios podrán incorporar instalaciones en la medida de sus posibilidades presupuestales y las condiciones físicas de los inmuebles, que aprovechen la energía solar fotovoltaica o fototérmica, pudiendo ser complementadas o sustituidas con cualquier otra instalación de aprovechamiento de energía renovable, de conformidad con la suficiencia presupuestaria con que se cuente y las condiciones físicas de los inmuebles.*

3. Nivel de esfuerzo y tiempo de Implementación

A continuación, se muestra un nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación de esta acción:

- Para 2030, implementar proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones comerciales a una escala suficiente para satisfacer 25% del consumo de electricidad en el sector comercial/institucional.
- Para 2050, implementar proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones industriales a una escala suficiente para satisfacer 75% del consumo de electricidad en el sector comercial/institucional.

A continuación, hay información adicional de la línea de base para complementar la revisión del nivel de esfuerzo:

- El consumo eléctrico de los sectores comercial e institucional en Querétaro en 2015 fue de 242 GWh (nota: no hay datos para separar edificios comerciales e institucionales en la línea de base).
- Suponiendo un factor de capacidad del 20% para la energía solar fotovoltaica, la capacidad total necesaria para compensar el 20% del uso de electricidad en 2015 es de aproximadamente 0.028 GW (28 MW).
- El tamaño de los proyectos fotovoltaicos para edificios comerciales varía en tamaño de alrededor de 25 kW a 1 MW. Por tanto, de aquí a 2030 se necesitarán decenas de proyectos para cumplir los objetivos de esta acción en la escala indicada anteriormente. En referencia al nivel de esfuerzo para 2050 indicado anteriormente, cuando se tiene en cuenta el crecimiento de la demanda eléctrica y el objetivo de satisfacer el 75% de esta demanda con energía solar fotovoltaica generada, la capacidad total requerida para el 2050 ronda los 0.31 GW (310 MW). Este nivel de capacidad requeriría al menos varios cientos de grandes proyectos solares.

4. Impacto de descarbonización estimado (Impacto estimados en las emisiones de GEI)

Esta sección resume los resultados del análisis de impacto en las emisiones de GEI de esta acción en comparación con la línea de base (impactos directos) y los métodos y las fuentes de datos utilizados para desarrollar estos resultados.

Resultados

La siguiente tabla proporciona un resumen de los impactos directos estimados para esta acción. Los impactos directos incluyen: impactos energéticos, incluyendo los niveles de generación o ahorro de energía; y reducciones de emisiones de GEI en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e). La siguiente sección de este documento proporciona un resumen de los métodos y fuentes de datos aplicados para derivar estos resultados.

Parámetro	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Generación solar necesaria (GWh)	47	106	247	388	529	670
Capacidad solar necesaria (MW)	26	59	138	217	296	375
Ahorro de electricidad adicional a través de las pérdidas evitadas del sistema de T&D (GWh)	7	16	37	58	79	101

Intensidad de carbono de la red (tCO ₂ e/MWh)	0.63	0.64	0.64	0.65	0.66	0.66
Reducciones estimada de GEI (tCO₂e)	33,865	77,635	183,243	290,863	400,002	510,270

Métodos y Fuentes

Paso 1 - Cambio en los datos de actividad

El primer paso en el análisis fue determinar el cambio en los datos de la actividad resultante de la implementación de esta acción. Para esta acción, esto se refiere a la cantidad de electricidad consumida en los sectores comercial e institucional que será compensada por nuevos proyectos de energía solar fotovoltaica. Actualmente esa electricidad se genera mediante una combinación de generación basada en gas natural y diesel en el estado y niveles crecientes de electricidad importada de la red mexicana (que se basa en gran medida en combustibles fósiles).

Se realizaron los siguientes cálculos y supuestos:

- A. Cálculo de la cantidad de generación solar necesaria para la acción. Esto se derivó directamente de los parámetros del diseño de la acción indicados arriba y del consumo eléctrico previsto de los sectores comercial e institucional en la línea de base de RCI. Por ejemplo, en 2030 el consumo de electricidad previsto en estos sectores en la línea base es de 424 GWh. El diseño de la acción exige que el 25% de ese consumo eléctrico se derive de los nuevos sistemas solares instalados en instalaciones comerciales e institucionales para 2030 (106 GWh como se indica en la tabla resumen anterior). Se asumió que:
 1. Las nuevas adiciones de capacidad comenzarán en 2022.
 2. Habría una rampa lineal¹ hacia la meta de 2030 durante cada año.
 3. Las adiciones continuas de capacidad ocurrirían después de 2030 de manera lineal para lograr la meta de 2050.

- B. Cálculo de la capacidad solar estimada requerida en cada año para apoyar la acción (GW). Se estimó a partir de las estimaciones de generación requeridas. La capacidad para cada año se estimó aplicando un factor de capacidad de 0.204.² Por ejemplo, en 2030 se necesitan 106 GWh de generación solar como indicado en la línea base; esto significa que la capacidad requerida es:

¹ Una rampa lineal hacia los objetivos en cada año es el supuesto predeterminado en los casos en que no se ofrecen otros detalles en el diseño de la acción (es decir, no se supone que toda la capacidad necesaria para cumplir un objetivo se construya en un solo año).

² Se supone que este factor de capacidad es representativo de cualquier arreglo solar fotovoltaico fijo construido en Querétaro. Quetzalcoatl Hernandez-Escobedo & Alida Ramirez-Jimenez & Jesús Manuel Dorador-Gonzalez & Miguel-Angel Perea-Moreno & Alberto-Jesus Perea-Moreno, 2020. "Sustainable Solar Energy in Mexican

$$(106 \text{ GWh} \times 1,000 \text{ MWh} / \text{GWh}) / (8,760 \text{ horas} / \text{año} \times 0.204) = 59 \text{ MW}$$

- C. Cálculo de los ahorros adicionales de las pérdidas evitadas de transmisión y distribución (T&D). La generación de energía solar y el consumo in situ en cada lugar donde se instalen los proyectos solares darán como resultado una menor cantidad de energía necesaria de la red eléctrica. Por lo tanto, la cantidad de energía generada a través de la energía solar fotovoltaica ya no necesitará ser transportada por el sistema de T&D donde ocurren pérdidas. Esas pérdidas evitadas relacionadas a la T&D representan reducciones adicionales en los requisitos de generación de centrales eléctricas de combustibles fósiles y las emisiones de GEI asociadas. La línea de base de suministro de energía incluye una tasa de pérdida de T&D del 15% para cada año del pronóstico. Esta tasa de pérdida se aplicó a la generación de electricidad en cada año para estimar los ahorros adicionales de las pérdidas evitadas de T&D.

Paso 2 - Estimación en la reducción de GEI

Después de estimar el cambio en los datos de actividad, se estimaron las reducciones de GEI para cada año. Para esta estimación se aplicó el siguiente cálculo para cada año:

Generación de electricidad lograda a través de la energía solar fotovoltaica *más*

valores de pérdida de T&D evitada,

y luego ese total *multiplicado* por la intensidad de carbono de la red eléctrica (toneladas de CO₂ emisiones equivalentes por MWh - tCO₂e / MWh).

El valor de la intensidad de carbono de la red eléctrica también proviene de la línea de base de Suministro de Energía (para 2030, este valor es 0.64 tCO₂e / MWh).

5. Magnitud potencial de los costos o ahorros directos

Introducción

Los costos directos totales de implementación de una acción incluyen los costos de equipo, energía, materiales, tierra, mano de obra y otros elementos para implementar la acción. En un análisis formal de costos directos, cada uno de estos costos se analiza típicamente como un flujo anual de costos (por ejemplo, de 2020 a 2050), y luego los costos totales se comparan con los costos que se producirían en condiciones normales de negocio (*business as usual* - BAU). Si los costos de implementación de la acción son menores que los incurridos por la sociedad en condiciones BAU, entonces la acción produce un ahorro social neto (a menudo representado como un costo neto negativo). Si ocurre lo contrario,

entonces la sociedad incurre en un costo para implementar la acción (representado como costo neto positivo).

El nivel de detalle en el diseño de acciones para este Proyecto de Descarbonización es suficiente para determinar los impactos de GEI (ver la sección anterior sobre el impacto de descarbonización); sin embargo, no se proporcionan detalles suficientes para realizar un análisis de costos directos (es decir, un análisis y cuantificación de cada flujo anual de costos como se explica en el párrafo anterior). Como resultado, cuando el estado decida implementar esta acción, será necesario desarrollar detalles adicionales para respaldar un análisis completo de costos directos (como tipos de tecnología, costos de operación y mantenimiento, costos de mano de obra de instalación, etc.). Además, se necesitarán detalles adicionales sobre cómo se implementará la acción para respaldar la implementación final.

Con base en el supuesto anterior, el enfoque de este proyecto fue comprender si es probable que esta acción produzca costos netos o ahorros netos para la sociedad de Querétaro (sin cuantificarlos) y la magnitud potencial de estos costos o ahorros netos (alto, mediano, bajo). Para esta evaluación se utilizó el siguiente método.

Primero, se realizó una revisión de los análisis y estudios que identificaron las estimaciones de costo-efectividad (CE) para acciones similares en otras jurisdicciones similares.

CE indica el costo de cada tonelada de CO₂ equivalente reducida (CE). El valor de CE se indica en dólares estadounidenses para cada tonelada de CO₂ equivalente reducida (US\$/tCO₂e). Un CE positivo representa un costo neto para la sociedad, mientras que un CE negativo representa un ahorro neto. CE es la medida de los costos o ahorros directos totales durante un período fijo de tiempo (generalmente la vida útil del equipo o proyecto) dividido por la reducción de las emisiones de GEI para ese mismo período de tiempo:

$$CE = \text{costos o ahorros directos totales} / \text{reducción de emisiones de GEI estimadas}$$

Si se ha estimado la reducción de emisiones y se ha identificado un valor razonable de CE, entonces se puede estimar aproximadamente los costos o los ahorros directos totales (depende si el valor de CE es positivo o negativo):

$$\text{Costos o ahorros directos totales (estimación)} = \text{reducción de emisiones de GEI estimadas} \times CE$$

Luego, la estimación de los costos directos se normaliza en función del nivel de gasto del sector asociado con la acción para determinar la magnitud relativa en comparación con otras acciones.

$$\text{Magnitud de los costos o ahorros directos} =$$

$$\text{estimación de los costos o ahorros directos totales} / \text{nivel de gasto del sector}$$

Resultados

En término de magnitud, se espera que esta acción resulte en un pequeño ahorro social para Querétaro en comparación con los niveles de gasto típicos en los sectores comerciales e institucionales (es decir, el gasto en materiales y mano de obra por parte de empresas comerciales e instituciones gubernamentales).

En base a la cantidad relativamente pequeña de ahorros en comparación con el gasto en estos sectores, la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica podría no parecer atractiva para los propietarios y operadores de edificios. Además, las agencias gubernamentales y las empresas comerciales a menudo alquilan su espacio operativo en lugar de poseerlo y entonces no hay incentivo para los propietarios de los edificios a instalar tales sistemas porque los costos de energía se transfieren directamente a sus arrendatarios. Por estas razones, en la siguiente etapa de implementación de esta acción es necesario diseñar e implementar mecanismos apropiados para impulsar la adopción de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores comercial e institucional.

Métodos y Fuentes

Paso 1 - Determinación de un valor de referencia de CE

El primer paso en la evaluación de la magnitud de los costos y ahorros sociales de esta acción fue determinar un valor de referencia para su CE.

La mayoría de las estimaciones del CE disponibles para las acciones que pueden aumentar la generación de electricidad considera las instalaciones a escala de servicios públicos (por ejemplo, instalaciones mayor de 5 MW) que están conectadas a la red. Los costos de implementación por unidad de energía generada son más bajos para tales instalaciones en comparación con las instalaciones de solar fotovoltaico distribuido que son más pequeños debido a economías de escala. Es también importante tener en cuenta que los costos de la generación solar fotovoltaica se han reducido sustancialmente en los últimos 10 a 15 años y también tienen una tendencia para seguir disminuyendo sus costos. Por lo tanto, se debe considerar la antigüedad de los estudios al evaluar la dirección (costo neto o ahorros) y la magnitud para la implementación de energía solar fotovoltaica (y la mayoría de las otras tecnologías de energía renovable).

La siguiente tabla resume las estimaciones de CE disponibles (en orden cronológico) que se encuentran en una serie de estudios realizados en todo el mundo sobre la implementación de energía solar fotovoltaica. Como se indicó, la mayoría de las estimaciones disponibles son para proyectos a escala de servicios públicos (centralizados), en lugar de proyectos solares distribuidos. Los estudios más antiguos (los realizados antes de 2012) encontraron costos netos asociados con la implementación de energía solar fotovoltaica (incluso para evaluaciones a gran escala de servicios públicos). Los estudios más recientes han indicado costos mucho más bajos. En muchas áreas, los costos totales de implementación y operación son más bajos que los costos de electricidad de la red. Esto conduce a un ahorro general para la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica.

Los valores de CE negativos indican ahorro y los valores de CE positivo un costo

Sector - Segmento de mercado	CE (2020 USD/tCO ₂ e)	Región	Citación y Notas
<i>Sistema Distribuido de Energía Solar Fotovoltaica</i>			
Residencial/Comercial/ Institucional - Solar Distribuido	\$109	Polonia	World Bank/Loch Alpine, 2010 ^a
Residencial - Solar Distribuido	\$92	América del Norte	Bloomberg NEF, 2010 ^b
Comercial - Solar Distribuido	\$3	México, Baja California	CCS, 2014 ⁱ . Política ES-3: Energía solar comercial distribuida (edificios)
Comercial/ Industrial - Solar Distribuido	-\$38	México, Coahuila	CCS, 2016 ^h . Política ES-4: Solar distribuida comercial / industrial
Industria - Solar Distribuido	-\$24	Guatemala	CCS, 2019 ^g . Acción I-3; esta acción abordó el aumento de la adopción de energías renovables con una división 50:50 entre nuevos proyectos de energía solar fotovoltaica y eólicos.
<i>Sistema Centralizado de Energía Solar Fotovoltaica</i>			
Sistema Centralizado	\$34	Globale	McKinsey, 2009 ^c
Sistema Centralizado	\$55	América del Norte	Bloomberg NEF, 2010 ^b
Sistema Centralizado	\$8	Romania	World Bank, 2016b ^d

Sistema Centralizado	-\$6	EE.UU - Minnesota	CCS, 2016 ^e . Acción ES-1, renovables expandidas, combinación de energía solar y eólica; no es posible separarlos. Los costos son un punto medio de \$ 3 a \$ 8 / tCO ₂ e (2014) después de ajustar por superposiciones de políticas de demanda.
Sistema Centralizado	-\$50	México	INECC, 2018 ^f . El valor es para "fuentes de generación limpia"; se supone que esto corresponde en gran medida a la energía solar fotovoltaica.
Sistema Centralizado	-\$10	Guatemala	CCS, 2019 ^e . La acción se enfoca en grandes proyectos solares fotovoltaicos (> 5MW) conectados a la red.

Nota: todos los valores están en dólares estadounidenses de 2020.

^a Boeringer, C. (2010). Impacto económico de las estrategias de mitigación de CO₂ para Polonia: modelado CGE y creación de capacidad. Ann Arbor: Loch Alpine Economics. El Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/623431468333884038/pdf/610960WPOP11451sionsOEconomy1Polland.pdf>.

^b Bloomberg New Energy Finance: una nueva mirada a los costos de reducir las emisiones de carbono de EE. UU. Enero de 2010. <https://about.bnef.com/blog/us-mac-curve-a-fresh-look-at-the-costs-of-reducing-us-carbon-emissions/>.

^c Trayectoria hacia una economía baja en carbono: versión 2 de la curva global de reducción de gases de efecto invernadero e impacto de la crisis financiera en la economía del carbono: versión 2.1 de la curva global de costos de reducción de gases de efecto invernadero - McKinsey and Company, 2009. https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathtways_lowcarbon_economy_version2.ashx.

^d Evaluación de crecimiento verde de Rumania: abordar un clima cambiante y avanzar hacia una reducción de las emisiones de carbono. Junio de 2016. <http://documents.worldbank.org/curated/en/512891470687952934/pdf/107578-WP-PUBLIC-Romania-green-growth.pdf>.

^e Minnesota Climate Strategies and Economic Opportunities, Informe final, CCS, 29 de marzo de 2016. <http://www.climatestrategies.us/library/library/view/1186>.

^f Costos de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México. Medidas Sectoriales No Condicionadas. Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.

http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/40/723_2018_Costos_Contribuciones_Nacionalmente_Determinadas_Mexico_.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

^g Estrategia de desarrollo de bajas emisiones de Guatemala, Informe final, CCS, marzo de 2019. <http://www.climatestrategies.us/library/library/view/1226>.

^h Final Report of the Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan, 2016. <http://www.climatestrategies.us/coahuila>.

ⁱ Final Report of the Baja California Phase 2 Climate Action Plan, 2014. <http://www.climatestrategies.us/bajacalifornia>.

Los precios recientes de la electricidad desde la red nacional para las empresas en México son de \$0.14/kWh.³ Se estimó que el costo nivelado no subsidiado de la producción de electricidad para proyectos comerciales de energía solar fotovoltaica oscilaba entre \$0.09/kWh y \$0.012/kWh en los EE. UU.⁴ Durante 2018, esas tarifas continúan disminuyendo. Esto sugiere que generalmente los proyectos comerciales de energía solar fotovoltaica generan ahorros a las empresas durante su vida operativa, si los sistemas están configurados para reducir la demanda de la red (no necesariamente vender al operador de la red). Si los edificios institucionales reciben electricidad a tarifas subsidiadas, los costos de los sistemas solares fotovoltaicos aún pueden superar los ahorros.

Se asume que los ahorros para esta acción no son tan grandes como los indicados en el estudio del INECC (- \$ 50 / tCO₂e), ya que esta estimación es para proyectos de servicio público de gran escala. Es probable que la rentabilidad de esta acción en Querétaro esté más en línea con los últimos valores indicados para proyectos distribuidos y los análisis realizados para Guatemala y Coahuila, México (citados en la tabla anterior). El rango medio de estos valores es aproximadamente - \$ 30 tCO₂e (+/- \$ 10 / tCO₂e) lo que indica un ahorro para el estado (es decir, un valor negativo de CE).

Paso 2 - Estimación aproximativa de los costos o ahorros directos totales

Si se considera la estimación aproximada de CE indicada anteriormente (- \$30 tCO₂e) y la reducción de emisiones de GEI estimada anteriormente (77,635 tCO₂e en 2030 y 510,270 tCO₂e en 2050), el ahorro anual neto estimado para la sociedad en Querétaro debido a la implementación de esta acción y en consideración de la reducción de GEI estimada anteriormente sería:

- 2030: -\$30/tCO₂e x 77,365 tCO₂e = - \$ 2.3 millones de dólares
- 2050: -\$30/tCO₂e x 510,270 tCO₂e = - \$ 15 millones de dólares

³ https://www.globalpetrolprices.com/Mexico/electricity_prices/. Residential rates are subsidized by the federal government at \$0.072/kWh.

⁴ <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72399.pdf>.

Paso 3 - Determinación de la contribución de los costos o ahorros a los niveles de gasto del sector

El tercer paso en esta evaluación fue escalar los valores de ahorro directo anteriores en función de los niveles de gasto proyectados para los sectores comercial e institucional (es decir, los sectores afectados por esta acción) para comprender su magnitud.

Desde la Línea Base Socioeconómica, el valor agregado⁵ a la economía por los sectores comercial e institucional en 2017 fue de \$249 mil millones de pesos (año base 2019). Suponiendo un crecimiento de estos sectores al mismo ritmo que el resto de la economía (es decir, 3.8% como se indica en la línea base socioeconómica), el valor agregado por estos sectores en 2030 será de \$ 403 mil millones de pesos 2019 (es decir, \$ 18.9 mil millones de dólares) y en 2050 el valor agregado será de \$ 847 mil millones de pesos de 2019 (es decir, 39.8 mil millones de dólares).

Los valores de ahorros estimados de esta acción que se indicaron anteriormente (es decir, \$2.3 millones de dólares en 2030 y \$15 millones de dólares en 2050) representan el siguiente porcentaje del valor agregado de los sectores comercial e institucional:

- 2030: - \$2.3 millones de dólares / \$18.9 mil millones de dólares = 0.01% del valor agregado del sector comercial y institucional a la economía
- 2050: - \$15 millones de dólares / \$39.8 mil millones de dólares = 0.04% del valor agregado del sector comercial / institucional a la economía

Paso 4 - Determinación de la magnitud (alto, mediano o bajo) de los costos o ahorros directos

El último paso fue convertir el porcentaje anterior de valores de ahorro directo (es decir, % de los niveles de gasto proyectados para el sector) en término de magnitud (alto, mediano o bajo). Por esto se usó la siguiente escala de calificaciones:

Costos o ahorros sociales directos	Tamaño del costo o ahorro directo en 2050 (es decir, % de los niveles de gasto proyectados para el sector en 2050)	Indicador de la magnitud de costos o ahorros directos
Ahorros	> 10%	
Ahorros	1,0% - 10%	

⁵ El valor agregado es un término económico para expresar la diferencia entre el valor de los bienes y servicios y el costo de los materiales, suministros y mano de obra que se utilizan para producirlos. El valor agregado incluye sueldos, salarios, intereses, depreciación, alquiler, impuestos y ganancias.

Ahorros	< 1,0%	
Costo	< 1,0%	
Costo	1,0% - 10%	
Costo	> 10%	

La contribución estimada de los ahorros generados de la implementación de esta acción a los niveles de gasto de los sectores de referencia en 2050 (es decir, 0.04%) indican que la magnitud estimada de los ahorros directos de la implementación de la acción será bastante pequeña () en comparación con los niveles de gasto típicos en estos sectores (es decir, el gasto en materiales y mano de obra por parte de empresas comerciales e instituciones gubernamentales).

6. Evaluación macroeconómica

Introducción

La experiencia ha demostrado que las acciones de bajas emisiones de carbono tienen el potencial de proporcionar importantes beneficios macroeconómicos si se cuenta con un diseño de implementación y un apoyo financiero adecuados. La evaluación macroeconómica tiene como objetivo identificar y evaluar los efectos indirectos de los cambios inducidos por acciones en la economía en su conjunto, así como los impactos en diferentes sectores económicos, grupos de personas y tipos y tamaños de empresas. Los resultados típicos de la evaluación incluyen cambios estimados en el empleo a nivel de toda la economía y del sector, el PIB (o crecimiento económico), los ingresos personales, el consumo y los gastos personales, los cambios en el precio y la productividad, y los cambios en la población a medida que las personas responden a los cambios en ingresos, costos de vida y disponibilidad de trabajo. Las evaluaciones de los impactos macroeconómicos o económicos secundarios de las acciones se pueden realizar de manera cuantitativa y/o cualitativa y con diversos grados de detalle y sofisticación según la necesidad y el nivel de detalle en el diseño de la acción y los datos disponibles. Los resultados de tales evaluaciones pueden orientar la planificación, implementación y mayor desarrollo de acciones para asegurar que cumplan con las metas y objetivos económicos y sociales.

El desarrollo y aplicación de un modelo analítico macroeconómico totalmente empírico para la economía de Querétaro basado en el análisis de datos primarios está fuera del alcance de este proyecto debido a las limitaciones en los detalles de diseño de las acciones disponibles, así como en los datos y recursos de este proyecto (financieros y tiempo). En cambio, se llevó a cabo una evaluación basada en indicadores y modelos empíricos previos para determinar la dirección potencial y la magnitud de los impactos en el empleo, los ingresos y el crecimiento económico impulsados por las acciones de la Trayectoria. Esta metodología con indicadores macroeconómicos se basa en un análisis de regresión de

estudios macroeconómicos previos de acciones de energía limpia y cambio climático⁶ que muestran que seis indicadores (o factores) son importantes para comprender cómo las acciones pueden cambiar el crecimiento económico y el empleo en una jurisdicción determinada. Cada uno de estos indicadores (descritos a continuación) está influenciado por el diseño de implementación, los impactos financieros (gastos e ingresos) de una acción y los efectos multiplicadores económicos resultantes. Estos incluyen efectos tanto positivos como negativos asociados con cada indicador para producir un resultado neto. Los seis indicadores son:

1. **Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos de implementación netos más bajos que en el escenario BAU:** la suma de los costos de implementación y ahorros de la acción es menor que el costo neto esperado en el escenario BAU. En tal caso, la acción no utiliza fondos que se pueden gastar en otros sectores para estimular el crecimiento económico.
2. **Cambios en los gastos de energía y recursos:** los cambios en la eficiencia neta o a favor de un mayor ahorro de energía o recursos mediante tecnologías o prácticas recientemente adoptadas crean fondos disponibles que pueden gastarse en otros sectores para estimular el crecimiento económico
3. **Cambio a favor del suministro de energía local y recursos locales:** los cambios de fuentes de energía o recursos importados a locales crean fondos disponibles que se pueden gastar en otros sectores para estimular el crecimiento económico
4. **Cambio a favor de las cadenas de suministro locales:** los cambios en las actividades a favor de productos de otros sectores locales o cadenas de suministro locales pueden estimular el crecimiento económico
5. **Cambio a favor de actividades intensivas en mano de obra:** los cambios a favor de actividades más intensivas en mano de obra local en comparación con el escenario BAU pueden estimular el crecimiento económico
6. **Cambios a favor de fuentes externas de inversión e ingresos:** los cambios a favor de las fuentes de inversión nacionales o internacionales crean fondos disponibles que se pueden gastar en otros sectores locales para estimular el crecimiento económico

La presencia de cualquiera de estos indicadores como consecuencia de la implementación de una acción se asocia positivamente con el crecimiento del PIB, con la excepción del quinto indicador, que está asociado estadísticamente con el crecimiento del empleo en toda la economía en lugar del PIB.

Resultados

Se espera que esta acción genere un impacto macroeconómico positivo general en la economía de Querétaro, asumiendo que durante la siguiente fase de implementación, se definen parámetros de diseño y mecanismos de implementación de manera que:

- La nueva generación solar local compensará directamente las importaciones de electricidad, redistribuyendo los fondos a la economía local en lugar de a los productores externos.

⁶ La evaluación macroeconómica basada en indicadores se basa en el estudio titulado “Resumen de factores clave que contribuyen a los impactos macroeconómicos de las opciones de mitigación de GEI”, de Dan Wei, Adam Rose y Noah Dormady de la Escuela de Políticas Públicas Sol Price de la USC. www.climatestrategies.us/library/library/download/905

- Se establecerán cadenas de suministro locales para retener los fondos de inversión en la economía local, y se empleará el mayor porcentaje posible de mano de obra local y materiales producidos localmente para la instalación y las operaciones posteriores y el mantenimiento (O&M) de nuevos equipos de generación solar con el fin de maximizar el beneficio macroeconómico de la inversión en nuevos proyectos.
- Se utilizarán inversiones extranjeras y/o subvenciones o préstamos federales para permitir la inyección directa de capital a la economía locales.

La tabla siguiente resume los impactos de esta acción en cada uno de los seis indicadores macroeconómicos (es decir, la presencia o ausencia de cada indicador como consecuencia de la implementación de la acción) en base a los supuestos anteriores y a los parámetros de diseño de esta acción. Más detalles sobre esta evaluación se proporcionan en las secciones que siguen:

Tabla 2. Resumen de los resultados.

Indicador macroeconómico	Impacto de la acción en el indicador
1. Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos de implementación netos más bajos que en el escenario BAU	Positivo
2. Cambios en los gastos de energía y recursos	Este indicador no se aplica
3. Cambio a favor del suministro de energía y recursos locales	Positivo
4. Cambio a favor de las cadenas de suministro locales	Positivo
5. Cambio a favor de actividades intensivas en mano de obra	Positivo
6. Cambios a favor de fuentes externas de inversión e ingresos	Positivo

Metodología

Factores de costo primarios para la evaluación de la acción

Los costos asociados con esta acción están relacionados principalmente con la adquisición de componentes solares, así como con la mano de obra de construcción e instalación necesaria para la instalación de nuevos sistemas de generación solar. La cuantificación de estos costos directos está fuera del alcance de este Proyecto. Sin embargo, una comprensión de su magnitud basada en una investigación bibliográfica sirve como insumo para el desarrollo de la evaluación macroeconómica aplicada a cada uno de los seis indicadores identificados anteriormente.

Parámetros financieros y parámetros de implementación en la evaluación macroeconómica

La aplicación de los seis indicadores requiere la evaluación de algunos parámetros financieros y de diseño. Sin embargo, no todos estos parámetros están disponibles para la evolución macroeconómica de esta acción y en su ausencia se utilizaron investigaciones bibliográficas o supuestos. A continuación

se muestra un resumen de cada uno de los seis indicadores refinados para su aplicación a esta acción, junto con (i) los parámetros financieros que en teoría cada uno de ellos considera (es decir, costos o ingresos que están asociados con este indicador), y (ii) los parámetros de implementación que en teoría puedan impactar el desempeño de la acción contra ese indicador. Tenga en cuenta que algunos indicadores pueden ser más aplicables que otros para esta acción en particular. Por ejemplo, si no se espera ningún cambio en la demanda de energía, los ahorros de energía del indicador 2 pueden no ser relevantes.

Tabla 3. Indicadores macroeconómicos con parámetros financieros y de implementación que podrían soportar la evaluación macroeconómica.

Indicador macroeconómico	Parámetros financieros	Parámetros de implementación
1. Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos de implementación netos más bajos que en el escenario BAU	Cambios en el gasto en la infraestructura del sistema energético: el consumo de energía y los flujos de energía pueden provocar una expansión o contracción del gasto	Tiempo de implementación, nivel de esfuerzo, tipo de productores y consumidores, ubicación, tipo de sistema e integración a red para sitios comerciales e institucionales; diseño para el despliegue del sistema, incluidas fuentes de financiación e incentivos
2. Cambios en los gastos de energía y recursos	Cambios en el consumo (uso) de energía y niveles de gasto relacionados para consumidores y productores de electricidad; cambios en la cantidad total y el costo de la energía producida y vendida; cambios en las fuentes y características de los insumos de energía y recursos para la generación de electricidad y la ubicación del gasto, incluidos los cambios del aumento de la generación local para compensar las importaciones	Diseño del sistema de energía; apoyo a la infraestructura para la nueva generación que afecta el suministro de energía de la generación in situ y la propiedad de los sistemas de generación distribuida
3. Cambio a favor del suministro de energía y recursos locales	Cambios en las fuentes y características de la energía y los recursos para la generación de electricidad y la ubicación del gasto, incluidos los cambios del aumento de la generación	Cambios en la demanda de electricidad basada en la red a través de la generación <i>en situ</i> y el uso de recursos solares distribuidos que afectan el nivel de energía consumida en comparación con lo que se puede enviar de vuelta a la red. Se espera que esto compense los suministros

	local para compensar las importaciones	de electricidad importados (o nacionales) de mayor costo
4. Cambio a favor de las cadenas de suministro locales	Cambios en el gasto local en mano de obra, equipo, materiales para el desarrollo y operación de infraestructura y sistemas	Diseño para maximizar la cadena de suministro local para la fabricación, instalación y operación de energía solar. Se espera que esto aumente el uso de las cadenas de suministro de mano de obra local en el sector de la construcción y puede tener un impacto significativo en la fabricación local y en la mano de obra de instalación
5. Cambio a favor de actividades intensivas en mano de obra	Cambios en el gasto en mano de obra local para construcción y operaciones.	Nuevas construcciones, instalación, permisos y mano de obra para O&M.
6. Cambios a favor de fuentes externas de inversión e ingresos	Cambios en la fuente y monto de los fondos para financiamiento e ingresos operativos.	Fuentes de financiamiento públicas y privadas locales, públicas y privadas nacionales o fondos internacionales para nuevos proyectos.

Evaluación de la acción en base a los seis indicadores

Indicador 1 - Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos netos de implementación más bajos que en el escenario BAU

- La evaluación de costos netos directos proporcionada en la sección anterior mostró que esta acción probablemente generará ahorros para la sociedad de Querétaro, aunque de pequeña magnitud.
- Se ha demostrado consistentemente que los proyectos de energía solar distribuida reducen los costos de los sistemas de energía compensando la generación basada en combustibles fósiles, reduciendo los gastos de operación y mantenimiento para la generación de electricidad y aumentando la eficiencia del sistema de transmisión y distribución.
- Los costos de la infraestructura y el sistema de energía aumentarán en el corto plazo debido a los costos de los nuevos sistemas; sin embargo, se espera que este costo se compense mediante la reducción significativa de los costos de electricidad con el tiempo. El Retorno de la Inversión (ROI) estimado para los sistemas comerciales en México es de cuatro años⁷ con una Tasa Interna

⁷ <https://www.bnamericas.com/en/interviews/financingmexicosdistributedgenerationexpansion>.

de Retorno (TIR) estimada del 25%. La vida operativa promedio de una instalación solar es de 25 a 40 años⁸, lo que genera un beneficio significativo para los propietarios de sistemas.

- Se espera que esta acción tenga un ahorro neto a través de la reducción del costo de energía durante la vida útil y, como resultado, tenga un impacto positivo en este indicador.

Indicador 2- Cambios en el gasto de energía y recursos

- Esta acción requiere un cambio de la demanda de electricidad de generación importada/centralizada a nuevas fuentes de generación solar distribuida local. Sin embargo, no se espera un cambio en el nivel de consumo total de energía y, por lo tanto, no hay impacto en este indicador, a menos que se establezcan cadenas de suministro de fabricación solar, lo que puede resultar en un aumento en la demanda total de electricidad.
- La medición neta (venta de generación distribuida a la red) puede estimular aún más la economía local al crear un flujo de ingresos para los propietarios de generación solar, reduciendo los costos de energía al compensar parcialmente el costo de la electricidad importada. De lo contrario, estos ingresos serían del operador de la red nacional, lo que tendría un efecto negativo a nivel local.

Indicador 3 - Cambios en favor del suministro de energía y recursos locales

- Querétaro es un importador de energía, con electricidad suministrada principalmente por la red nacional. Se espera que la nueva generación solar local compensará directamente las importaciones de electricidad, redistribuyendo los fondos a la economía local en lugar de los productores externos.
- En base a este supuesto, se espera que esta acción tenga un impacto positivo en este indicador. Como Querétaro tiene actualmente niveles bajos de generación de energía local, el impacto potencial en el sector energético a través de esta acción podría ser significativo.

Indicador 4 - Cambios a favor de cadenas de suministro locales

- No hay industria de fabricación relacionada a energía solar en Querétaro y, por lo tanto, se espera que los materiales y servicios requeridos por esta acción provengan de fuentes externas (importadas). Si hay cadenas de suministro locales establecidas, incluidos materiales de construcción y eléctricos, se espera que se vean influenciados positivamente por esta acción. Sin embargo, dado que no se espera que estas cadenas de suministro existentes sean significativas, el impacto general de esta acción en este indicador se estima bajo.
- Para maximizar los beneficios macroeconómicos, se supone de establecer o ampliar cadenas de suministro locales para retener los fondos de inversión en la economía local. Debería emplearse el mayor porcentaje posible de materiales de producción local para la instalación de nueva generación solar a fin de maximizar el beneficio macroeconómico de la inversión en nuevos proyectos. Si se pueden establecer nuevas cadenas de suministro, existe un potencial significativo para nuevas fuentes externas de inversión en la economía local (que de otra

⁸ <https://www.nrel.gov/analysis/tech-footprint.html>.

manera no se aprovecharía) que aumentarían significativamente los impactos macroeconómicos positivos.

- Los proyectos de energía solar requieren materiales de construcción, así como cableado y otros materiales eléctricos. Estas cadenas de suministro locales se pueden aprovechar a corto plazo para maximizar el beneficio macroeconómico de los proyectos a medida que se desarrollan otros sectores de empleo.
- En base a los supuestos anteriores, si existe una oportunidad para expandir las cadenas de suministro locales, esta acción tiene potencial para un positivo impacto en este indicador.

Indicador 5 - Cambios a favor de actividades intensivas en mano de obra

- Querétaro tiene bajo empleo local en el sector energético. Las nuevas instalaciones solares locales aumentarán la energía producida localmente y pueden brindar oportunidades para nuevos empleos, capacitación y expansión potencial de mano de obra para la provisión de bienes y servicios de la cadena de suministro.
- La energía solar tiene el factor de creación de empleo más alto de todos los recursos de generación de energía⁹ y, por lo tanto, tiene importantes beneficios macroeconómicos positivos en comparación con otros proyectos de generación de energía. Existe una gran oportunidad para la capacitación para el desarrollo de nuevas fuerzas laborales locales relacionadas con la implementación de proyectos solares, particularmente relacionados con la construcción e instalación.
- Los nuevos proyectos solares también requerirán un mantenimiento continuo de los sistemas, creando una oportunidad para la creación de nuevos trabajos a través de la capacitación y el desarrollo de la fuerza laboral que actualmente no existen en el estado.
- Se espera que esta acción tenga un impacto positivo en este indicador. Si se pueden crear nuevos tipos de trabajo, existe un potencial macroeconómico positivo significativo.

Indicador 6 - Cambios en favor fuentes externas de inversión e ingresos

- Los nuevos proyectos solares tienen potencial para atraer inversiones a nivel nacional o internacional que de otro modo no estarían disponibles, lo que puede tener un efecto estimulante significativo en la economía local si se pueden crear cadenas de suministro locales.
- Si hay incentivos fiscales, subvenciones u otros programas proporcionados por el gobierno federal se permitirá que la economía local capture ingresos adicionales a nivel local. En el caso de los incentivos fiscales, los fondos que de otro modo fluirían del estado al gobierno federal pueden ser retenidos por los operadores locales para invertir en nuevas operaciones o mano de obra, lo que da como resultado un crecimiento económico neto dentro del estado. Las subvenciones o préstamos federales permiten la inyección directa de capital en la economía para la inversión en nuevos proyectos de desarrollo con bajas emisiones de carbono, lo que aumenta los impactos macroeconómicos positivos.
- En base a estos supuestos, se espera que esta acción tenga un impacto positivo en este indicador.

⁹ UNEP/ILO/IOE/ITUC, 2008. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_168354.pdf.

7. Co-beneficios de la acción

Además de los beneficios energéticos, de reducción de GEI y macroeconómicos mencionados anteriormente, esta acción también puede producir los siguientes beneficios colaterales:

- Reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos de las centrales eléctricas y los impactos locales asociados en la salud (debido al ozono, las partículas y los contaminantes atmosféricos tóxicos).
- Reducción de los impactos ambientales como resultado de una menor demanda de combustibles fósiles en las centrales eléctricas, incluida la contaminación del aire, el suelo y el agua por la extracción, el procesamiento y la transmisión de combustibles fósiles.
- Oportunidad de diseñar políticas públicas, que permitan generar oportunidades sociales y económicas, que conlleven al bienestar de la sociedad y el desarrollo sostenible.
- Diseñar esquemas de políticas sectoriales que promuevan simultáneamente beneficios en otros sectores.
- Permita al estado cumplir con sus compromisos nacionales e internacionales en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Encaminar el estado hacia la descarbonización de su economía y coadyuvar a contrarrestar los efectos negativos del cambio climático.
- El tema social cultural es de suma importancia y de responsabilidad intergeneracional, el cual aparentemente no medible, pero sí de mayor importancia.
- Atracción de inversiones al estado por su impulso a la actividad comercial y de servicios a partir de fuentes renovables.
- La competitividad de las empresas queretanas en el ámbito internacional por su valor agregado apoyado en fuentes renovables de producción.
- Reduce las importaciones energéticas (traer electricidad de otros estados).
- No se requiere un mantenimiento regular en el sistema (paneles fotovoltaicos).
- Autosuficiencia (no cortes o fallos).
- Competitividad. La institución o empresa obtienen buena reputación entre sus clientes y proveedores por ser responsables con el medio ambiente, su competitividad aumentará.
- Pueden generar ganancias, ya que pueden comercializar sus excedentes energéticos.

8. Otra información potencialmente importante

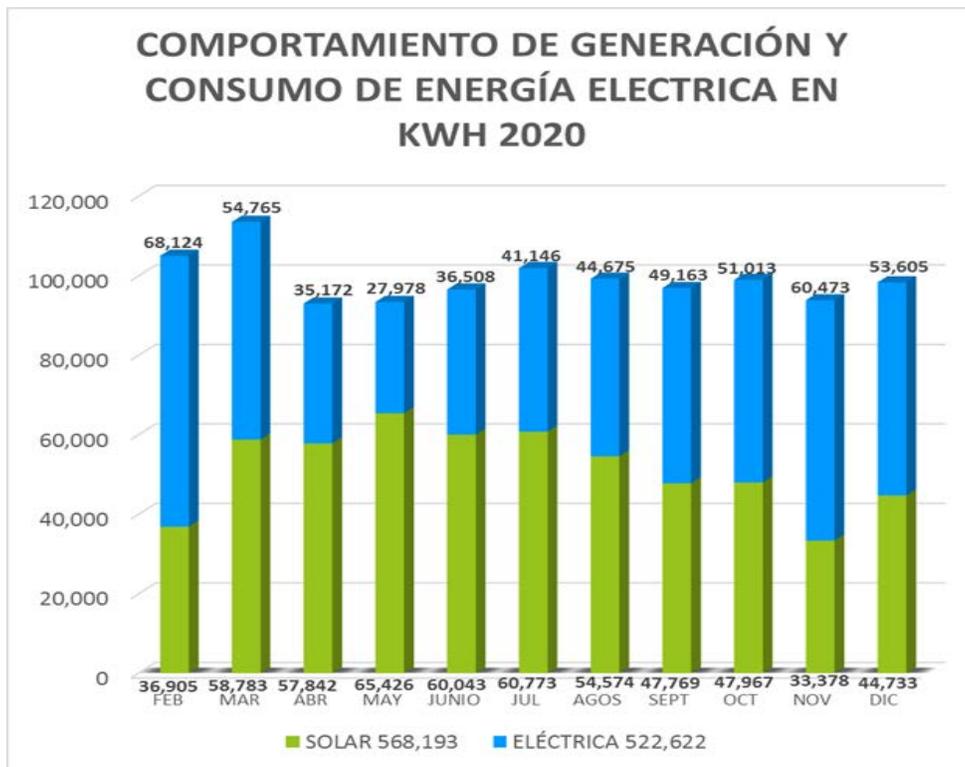
Caso de estudio

RESULTADOS DEL PROYECTO DE PANELES SOLARES EN EL EDIFICIO DEL CENTRO CÍVICO QUERÉTARO, MUNICIPIO DE QUERÉTARO, DICIEMBRE 2020.

Se implementó el Sistema Integral de Paneles Solares que genera energía solar para autoconsumo del Centro Cívico, mismo que consta de 961 paneles en tres secciones del edificio: 461 paneles en el edificio principal, 281 en el edificio anexo y 219 de ellos se instalaron en una estructura metálica que sirve de techumbre para una parte del estacionamiento exterior del edificio principal.

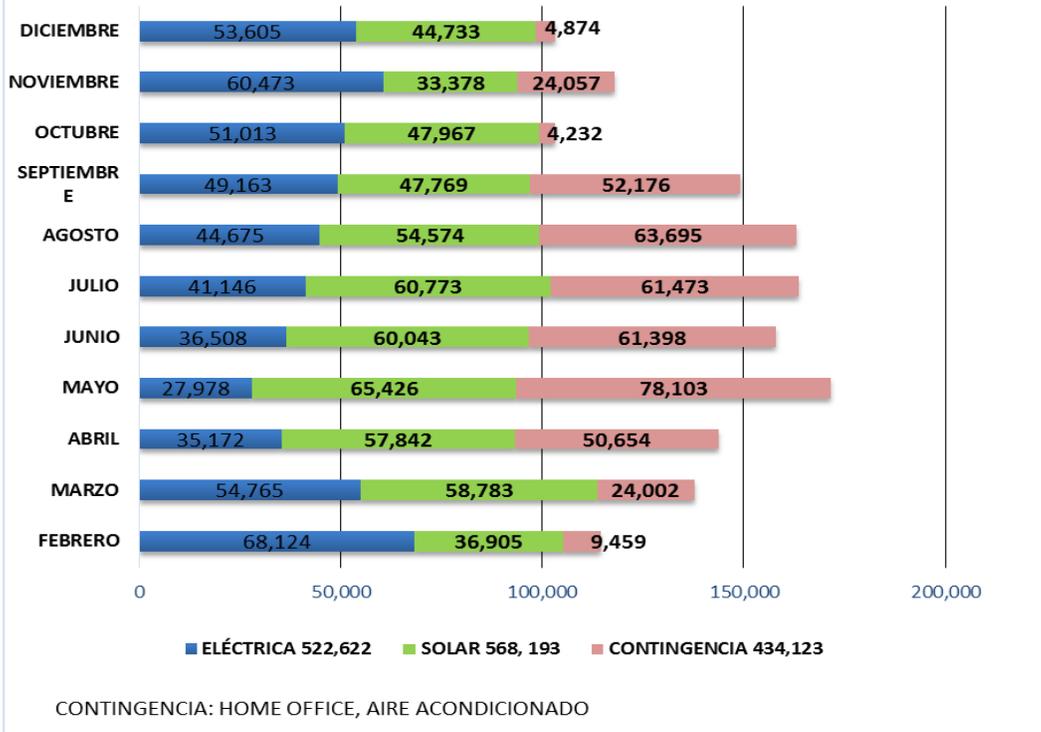
Este sistema se encuentra en funcionamiento a partir del 23 de enero del 2020, se han generado 568,193 kWh, de 1,090,815 kWh consumidos en los meses de febrero y diciembre 2020, lo que representa una generación solar del 52% del total consumido en el edificio del Centro Cívico.

Durante este período, el consumo de energía eléctrica se vio afectado por la pandemia COVID-19, por lo que el porcentaje de generación de energía parece mucho mayor de lo esperado.



Información de recibos de la CFE y del sistema de monitoreo de generación de energía eléctrica de los paneles solares instalados en el edificio del Centro Cívico de Querétaro.

COMPORTAMIENTO DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN KWH 2020 VS 2019



Información con base al consumo regular en 2019 (sin home office y con aire acondicionado en uso) de recibos de la CFE y del sistema de monitoreo de generación de energía eléctrica de los paneles solares instalados en el edificio del Centro Cívico de Querétaro considerando un consumo igual a 2019 en 2020.

Con estas acciones se ha logrado el consumo responsable y sostenible de energía, misma que ha contribuido a una disminución de producción de CO₂ ya que con la generación de los 568.193 kWh de energía limpia en estos once meses de implementación del proyecto, se han dejado de producir 369 toneladas de CO₂ de las 856 que generó el consumo de energía eléctrica en el edificio durante el 2019, lo que representa 6.088 árboles urbanos o 369 vehículos de pasajeros conducidos durante un año.

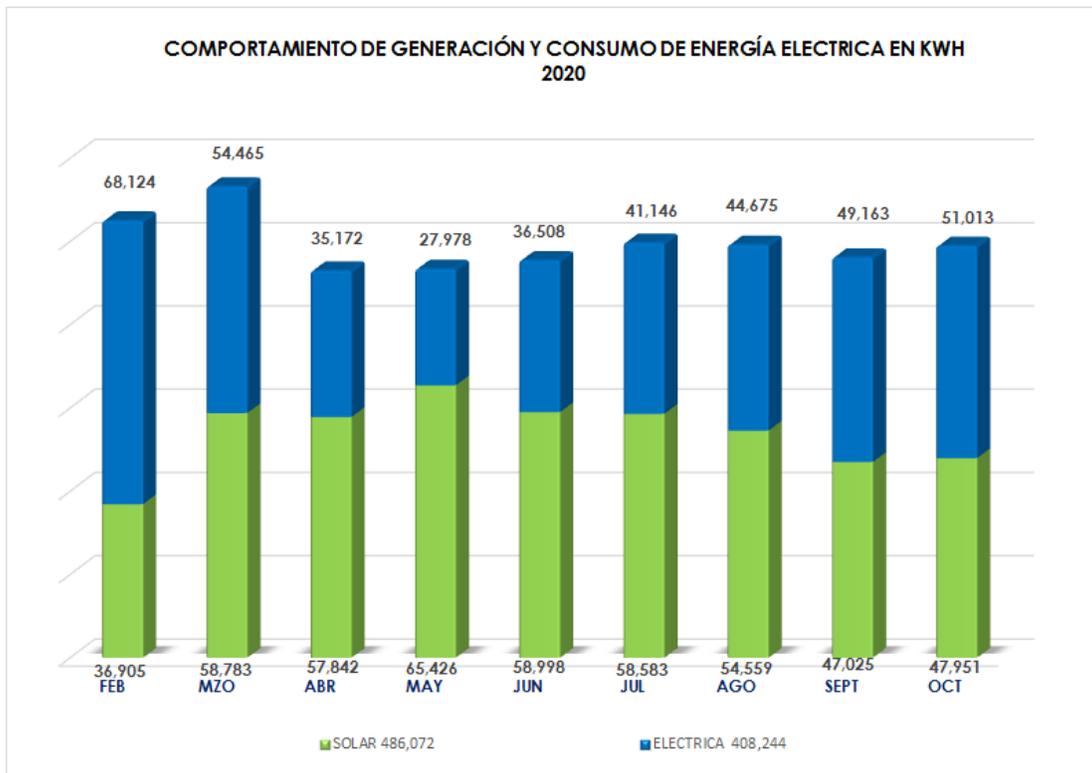
El beneficio ya se ha visto de forma inmediata, pero este sistema ofrece una garantía de generación de energía solar de hasta 20 años, por lo que se está dejando un legado a largo plazo y en beneficio de todas y todos los Queretanos.

Con una inversión de \$9.558.400, se logra una disminución en la facturación del 63% durante el primer año, así como una reducción de 2 años en el retorno de inversión, ya que se estimaba inicialmente en más de 8 años y con los resultados reales obtenidos este se reduce a un total de 6 años.

RESULTADOS DEL PROYECTO DE PANELES SOLARES EN EL EDIFICIO DEL CENTRO CÍVICO QUERÉTARO, MUNICIPIO DE QUERÉTARO, NOVIEMBRE 2020.

Se implementó el Sistema Integral de Paneles Solares que genera energía solar para autoconsumo del Centro Cívico, mismo que consta de 961 paneles en tres secciones del edificio: 461 paneles en el edificio principal, 281 en el edificio anexo y 219 de ellos se instalaron en una estructura metálica que sirve de techumbre para una parte del estacionamiento exterior del edificio principal.

Este sistema se encuentra en funcionamiento a partir del 23 de enero del 2020 y a la fecha se han generado 486,072 kwh, de los 894,616 kwh consumidos en los meses de febrero a octubre 2020, lo que representa una generación solar del 54% del total consumido en el edificio del Centro Cívico.



Con estas acciones se ha logrado el consumo responsable y sostenible de energía, misma que ha contribuido a una disminución de producción de CO₂ ya que con la generación de los 486,072 kwh de energía limpia en estos nueve meses de implementación del proyecto, se han dejado de producir 310.4 toneladas de CO₂ de las 813 que genera el consumo de energía eléctrica en el edificio anualmente, lo que representa unas 5,112 plántulas de árboles urbanos crecidas durante 10 años o 66 vehículos de pasajeros conducidos durante un año.

El beneficio ya se ha visto de forma inmediata, pero este sistema ofrece una garantía de generación de energía solar de hasta 20 años, por lo que se está dejando un legado a largo plazo y en beneficio de todas y todos los Queretanos.

Los siguientes datos fueron proporcionados por personal de la Municipalidad de Querétaro.

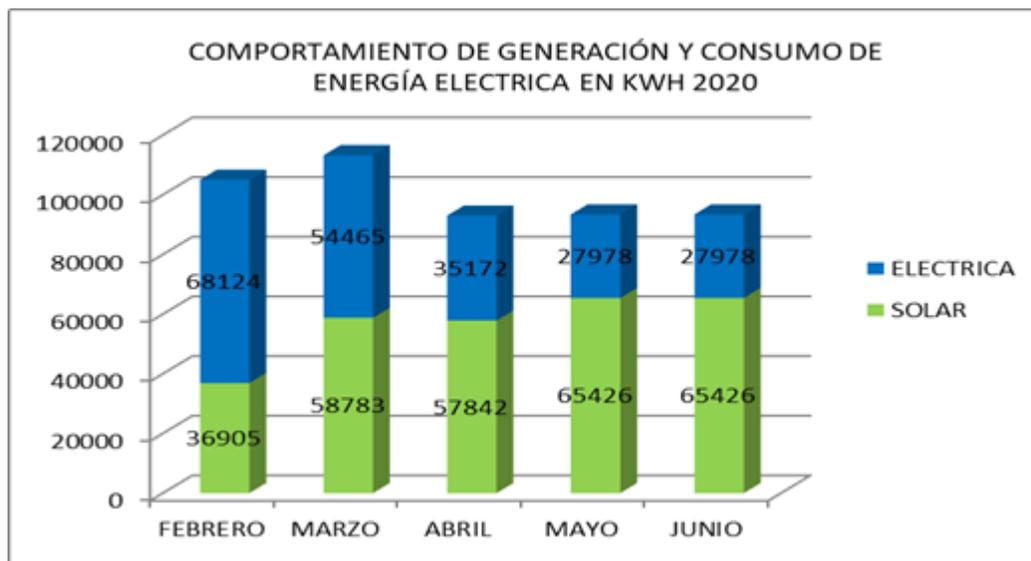
En **febrero de 2020**, pusieron en marcha un nuevo sistema fotovoltaico solar en una de sus instalaciones. Se instaló un sistema solar fotovoltaico de 370 kW en el edificio que alberga la presidencia municipal de Querétaro. El costo del proyecto fue de \$ 9,558,400 (\$ 420,570 USD) con el objetivo de generar hasta 700,000 kWh anualmente.

El consumo anual del edificio en 2019 fue de 1.695.706 kWh, y se espera una generación anual por parte del sistema fotovoltaico de al menos el 40% de esta demanda. En el período de enero a junio, el total de energía eléctrica consumida en el edificio fue de 542.852 kWh, de los cuales 255.464 kWh (47% del total consumido) fueron generados por el sistema. Durante este período, el consumo de energía eléctrica se vio afectado por la pandemia COVID-19, por lo que el porcentaje de generación de energía parece mucho mayor de lo esperado.

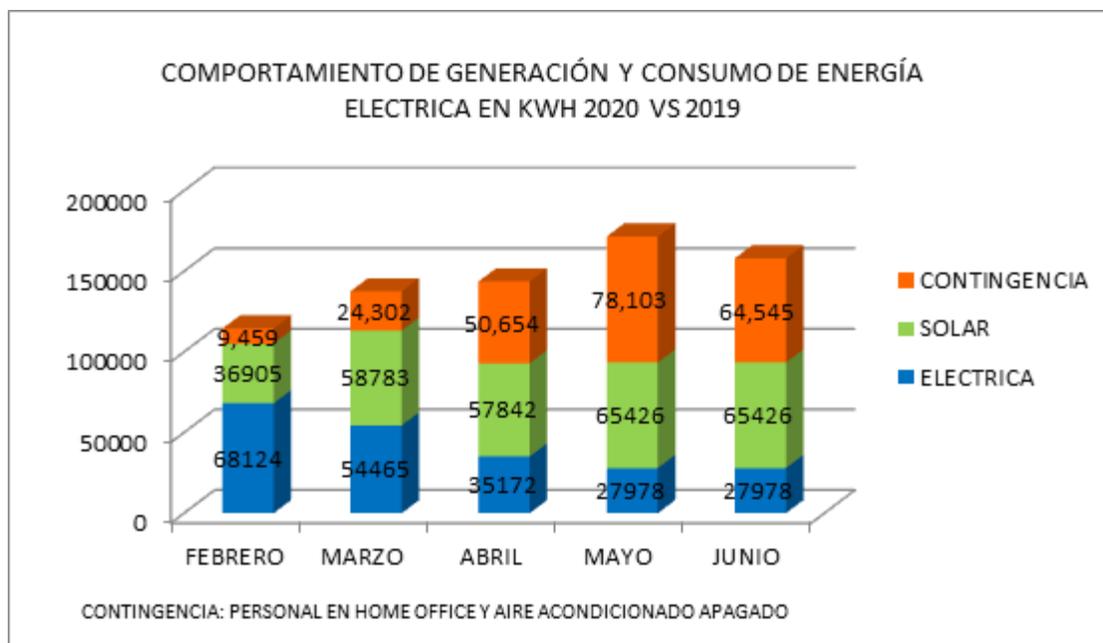
Este sistema se lanzó el 23 de enero, por lo que los ahorros se reflejan a partir de febrero. El gráfico 1 muestra la producción de electricidad esperada por el sistema ("solar") y el resto de las necesidades de energía proporcionadas por la red ("eléctrica").

El segundo gráfico muestra los ahorros de energía eléctrica esperados si el consumo total de energía del edificio fuera similar a los niveles observados en 2019 (es decir, la pandemia anterior a COVID). Por lo tanto, esto representa un impacto más realista del sistema general (la electricidad de la red adicional para el edificio durante condiciones normales se representa en la parte de "contingencia" de cada barra).

Con la generación de energía limpia en estos cinco meses de ejecución del proyecto, no se han producido 168,4 toneladas de emisiones de GEI a partir de la red eléctrica. Esto representa unas 2.750 plántulas de árboles urbanos cultivadas durante un período de 10 años o 36 vehículos de pasajeros conducidos durante un año.



Graf. 1. Información de recibos de la CFE y del sistema de monitoreo de generación de energía eléctrica de los paneles solares instalados en el edificio del Centro Cívico de Querétaro.



Graf. 2.- Información con base al consumo regular en 2019 (sin home office y aire acondicionado encendido) de recibos de la CFE y del sistema de monitoreo de generación de energía eléctrica de los paneles solares instalados en el edificio del Centro Cívico de Querétaro considerando un consumo igual a 2019 en 2020.

Las 185 propiedades que albergan las distintas áreas del Municipio de Querétaro como oficinas, mercados, mataderos, bodegas, módulos de seguridad, etc., consumen más de 7,407,824 kWh anuales. Solo 14 de estas consumen 5,033,981 kWh, por lo que sería conveniente centrarse primero en este 7% de propiedades con mayor consumo. Se seguirían instalando sistemas adicionales para alcanzar la meta actual para 2050 de un consumo de electricidad del 75% en los edificios institucionales.

Se necesita una evaluación similar para los edificios comerciales. De esta forma, se abordarían en primer lugar los edificios con mayor consumo eléctrico; pero para 2050, se instalará suficiente capacidad solar fotovoltaica para cumplir con los objetivos de la acción.

INMUEBLE	WATS ANUAL
CENTRO CIVICO MUNICIPIO DE QUERETARO	1,702,109
MORO RASTRO MUNICIPAL	849,237
RASTRO MUNICIPAL	584,304
OFICINAS DEL CECOM	276,560
SISTEMA DE RIEGO Y FUENTES AV. UNIVERSIDAD	260,505
OFICINAS DE LA GUARDIA MUNICIPAL	214,800
300 CAMARAS DE VIDEO Y 15.24 PD DE CADA CAMARA	194,109
DELEGACIÓN CENTRO HISTÓRICO	158,640
DELEGACIÓN EPIGMEÑO GONZÁLES	155,310
PARQUE ALFALFARES	145,006
PLANTA DE TRATAMIENTO SAN JOSE BUENAVISTA	142,177
RASTRO MUNICIPAL	130,680
CENTRO DEPORTIVO CULTURAL REFORMA LOMAS	110,880
CALLE JIMENEZ S/N, MERCADO TEPETATE COL. LOS FRESNOS	109,664
TOTAL	5,033,981

Información adicional sobre los costes de los sistemas solares fotovoltaicos

Nota del Municipio de Querétaro, instalación de paneles solares

Querétaro avanza en el 2020 con más energía limpia en zonas públicas. El Presidente Municipal de Querétaro, Luis Nava, puso en marcha un Sistema Integral con 961 paneles solares para la generación de energía limpia en el Centro Cívico, lo que permitirá un ahorro cercano al millón de pesos anuales en gastos de luz, mismos que se verán reflejados en distintas acciones en beneficio de las y los queretanos para hacer de Querétaro la mejor ciudad para vivir. Un reporte oficial recogido por Energía Limpia XXI destaca que con esta medida el Municipio dejará de emitir 300 toneladas de Dióxido de Carbono al año, equivalente a la contaminación de 180 vehículos.

Las 961 celdas fotovoltaicas se distribuyen en tres zonas, 281 en el techo del edificio del anexo; 219 paneles en 31 cajones de estacionamiento y la tercera corresponde al edificio principal, con una instalación de 461 paneles solares, dando un total estimado de producción de 617 mil 080 kilovatios pico para el Centro Cívico de Querétaro.

<https://energialimpiaparatodos.com/2020/02/29/queretaro-mexico-avanza-con-mas-techos-con-energia-solar/>

En la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Querétaro, en a finales del año 2019 se realizó la instalación de 108 paneles solares con un costo de **\$ 1,154,165 pesos** con las siguientes características : módulo fotovoltaico solar policristalino 360W / 37.2VDC (108 piezas), con inversor compacto monofásico y estructura de soporte para paneles. Los costos de los permisos de la CFE también se incluyeron en los costos totales del proyecto.

Nota de Scania en Querétaro

Scania, líder en soluciones sustentables de transporte, pone en operación 462 paneles solares que proveen la energía necesaria para sus instalaciones de Querétaro. Los 282,439 kWh anuales que generarán estos paneles solares abastecerán la necesidad de electricidad de las oficinas corporativas en Querétaro.

Este proyecto evita la emisión de 129 toneladas de CO2 al año o el equivalente a manejar un auto durante 910,000 km aproximadamente. “La inversión en este proyecto fue de \$239,961 USD, pero más allá del monto monetario o el ahorro que representa para la empresa, son acciones que demuestran el interés de Scania en el cuidado ambiental y la fuerza del mensaje al interior como al exterior de la compañía. Me parece que ahora todos estaremos más involucrados en hacer un cambio positivo en pro del medio ambiente, a la vez que seremos vigilantes tanto en el trabajo como en casa y en la vida diaria”, afirmó Delgadillo.

La vida útil de los equipos es de alrededor de 25 años, durante ese tiempo el ahorro acumulado para la compañía será de más de \$2,069,125 USD. Este proyecto es uno de los tantos que Scania México ha puesto en marcha para cristalizar los objetivos y compromisos plasmados en su actual estrategia de sustentabilidad para procurar un mejor futuro para las generaciones actuales y venideras.

<https://energiyahoy.com/2019/09/10/scania-en-queretaro-se-abastecera-de-energia-de-energia-solar/>.

Este diseño de esta acción representa una alta penetración de generación eléctrica renovable para el sector. Además, también existen acciones de generación de electricidad renovable incluidas en los sectores de suministro eléctrico y comercial / institucional. En conjunto, estas acciones podrían descarbonizar sustancialmente el consumo de electricidad en el estado. Es importante señalar que una penetración tan alta de los recursos de generación renovable en el suministro de electricidad requerirá una planificación cuidadosa para asegurar que se mantenga la confiabilidad de la red. En particular, para asegurar que las cargas eléctricas máximas se cumplan con un suministro adecuado, es probable que se necesite almacenamiento de energía, así como programas de gestión de la demanda.

Mecanismos de implementación: Los aportes adicionales pueden ser útiles para las próximas etapas de análisis e implementación de esta acción. Esto podría incluir una comprensión más detallada de quién está obligado a implementar acciones (por ejemplo, qué tipo de instalaciones) o cómo se hace (por ejemplo, regulaciones o subsidios), así como otras condiciones habilitantes que pueden apoyar la implementación de la acción (por ejemplo, programas de fijación de precios del carbono).

Un primer paso clave hacia la implementación de esta acción es realizar una evaluación de recursos para caracterizar la cantidad de techos u otros espacios abiertos disponibles en edificios comerciales e institucionales en el estado. Los resultados se pueden utilizar para confirmar que se pueden cumplir los objetivos de la acción. Además, en función de los perfiles únicos de demanda de electricidad de las instalaciones individuales, las evaluaciones financieras para la implementación de proyectos fotovoltaicos se pueden realizar y presentar como ejemplos a los propietarios / operadores de edificios, de modo que los beneficios financieros para sus operaciones sean claros.

Información de enlace del Municipio de Querétaro

<https://www.eluniversalqueretaro.mx/sociedad/inicia-energia-solar-en-centro-civico>
<https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/terminara-la-instalacion-de-paneles-en-el-centro-civico-4626950.html> <https://municipiodequeretaro.gob.mx/mas-de-800-mil-pesos-de-ahorro-de-consumo-de-energia-electrica-gracias-a-los-paneles-solares-del-centro-civico/>

Se debe tener en cuenta que los proyectos de SFV ahora serán revisados por CFE, CENACE y la CRE en diferentes ámbitos. Es indispensable el involucramiento del sector de energía en esta propuesta y también de CFE debido al conocimiento a detalle que tienen de la red del SEN, ya que para instalar SFV requerimos asegurar que la infraestructura actual soporta la adición de energía de los sistemas a instalar y de preferencia CFE debe elaborar un diagnóstico donde indique en qué parte de la infraestructura se puede hacer las instalaciones y cómo va a mejorar la infraestructura para las instalaciones que queden pendientes por razón de la vulnerabilidad de la red en esos puntos, ya que CFE puede poner en la mesa que los usuarios o sea nosotros tendremos que hacer los cambios en la red para mantener la confiabilidad de la misma.