



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN EL  
PROCESO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN EL  
SECTOR ELÉCTRICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**P R E S E N T A:  
ARMANDO RODRÍGUEZ GARCÍA**

**ASESOR DE TESIS:**

**JAIME PEÑA RAMÍREZ**

**NAUCALPAD DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO**

**2023**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	4
<b>Capítulo 1: La Crisis de la Industria Eléctrica</b> .....	9
1.1 <i>Crisis ambiental</i> .....	9
1.2 <i>Crisis financiera en el sector eléctrico</i> .....	13
1.3 <i>Energías limpias</i> .....	18
1.4 <i>La intermitencia</i> .....	19
1.5 <i>Quiebra de la CFE</i> .....	19
1.6 <i>La transición tecnológica</i> .....	21
<b>Capítulo 2: La energía en México</b> .....	23
2.1 <i>El inicio de la industria eléctrica</i> .....	23
2.2 <i>La Mexican Light and Power Company Limited</i> .....	24
2.3 <i>La creación de la Comisión Federal de Electricidad</i> .....	26
2.4 <i>La Compañía de Luz y Fuerza del Centro</i> .....	31
<b>Capítulo 3: La modernización del sector eléctrico</b> .....	33
3.1 <i>La industria hidroeléctrica una tecnología ecológica</i> .....	33
3.2 <i>Cómo funciona una planta hidroeléctrica</i> .....	34
3.3 <i>Estado actual de las innovaciones hidroeléctricas</i> .....	34
3.4 <i>Graves impactos</i> .....	36
3.5 <i>Ventajas de la industria hidroeléctrica</i> .....	37
3.6 <i>Impulso de nuevas centrales</i> .....	40
<b>Capítulo 4: Energías limpias</b> .....	41
4.1 <i>Energía Solar</i> .....	41
4.1.1 <i>Energía solar pasiva</i> .....	43

4.1.2 Energía solar fotovoltaica .....	43
4.2 Energía Eólica.....	44
4.3 Energía Mareomotriz.....	46
4.4 Energía geotérmica.....	46
4.5 Energía Nuclear .....	50
<b>Capítulo 5: El futuro energético .....</b>	<b>52</b>
5.1 La industria hidroeléctrica nuestra mejor opción .....	52
5.2 La Agenda 20-30.....	55
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>60</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>63</b>

## Introducción

### Problemática

Uno de los principales retos económicos y sociales que enfrenta nuestro país, es el del crecimiento sustentable del sector energético. El punto clave radica en adoptar un modelo de transición hacia la utilización de tecnologías que permitan generar energía libre de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estas tecnologías que generan energía “limpia” o “verde”, han entrado en etapa de auge a partir de la Reforma Energética de 2013, impulsada por el gobierno de Enrique Peña Nieto, principalmente en las modalidades de campos fotovoltaicos y eólicos, dejando fuera del esquema de apoyo gubernamental a otro tipo de energías limpias como es el caso de la energía hidroeléctrica, la nuclear, la mareomotriz y la geotérmica.

Entre estas destaca la generación hidroeléctrica porque tiene grandes ventajas en términos de menores costos de operación y mantenimiento y sobre todo, porque nuestro país tiene capacidad instalada que se está desaprovechando, la conformación orográfica de nuestro territorio (suelo muy accidentado) hace propicia la instalación de turbinas generadoras en buena parte del país. También es necesario hacer notar que este sistema permite operar de manera continua superando a otras tecnologías limpias, como la fotovoltaica y la eólica, que tienen como problema asociado la intermitencia.

El modelo adoptado a partir de 2013 privilegió la producción e inserción de “energías verdes” en la economía mexicana, pero como negocio privado que rinde grandes beneficios a sus inversionistas y genera grandes pérdidas a la CFE (Comisión Federal de Electricidad). Este trabajo de investigación analiza el distanciamiento que se ha tenido con esta estrategia de crecimiento energético, que da preferencia a ciertos sectores que parecen ser más productivos en el corto plazo, pero que sus ganancias son las pérdidas para la CFE, así como el panorama actual en el que nos encontramos, para demostrar que con la reciente modificación a la Reforma Energética nuestro país se encuentra situado en un momento clave para empezar a movernos en la dirección correcta para reestructurar nuestra estrategia de

desarrollo sustentable. Este análisis gira en torno a ciertas preguntas clave que han sobresalido y guiado esta investigación:

- ¿Cómo impactan las tecnologías verdes a una sociedad en su economía y desarrollo?
- ¿Cómo podemos aprovechar un modelo de generación de energía limpia que hasta el momento se ha marginado favoreciendo a intereses privados?
- ¿Qué posibilidades tiene el sector hidroeléctrico de impulsar la transición a las energías limpias?
- ¿Cuáles son las áreas en las que México tiene gran potencial para explotar las energías limpias?

#### Justificación

La elección de este tema tiene como motivo, la situación crítica en la que se encuentra el sector energético de nuestro país y las oportunidades que se presentan a partir de las modificaciones que recientemente fueron propuestas, al Congreso de la Unión, por el presidente de la República de México, como una Reforma a la Reforma de 2013.

Las energías limpias, desde mi punto de vista, ofrecen la oportunidad de reestructurar la base industrial del país, y proporcionar a la economía nacional un efecto de “arrastre” o “encadenamiento” que nos llevaría a disminuir la desaceleración económica que vivimos y elevar los niveles de vida de la población. Aunque el problema se presenta, a nivel mundial, la investigación versa sobre la República Mexicana. Es necesario entender el rezago tecnológico y energético que sufren algunas zonas del país y ver los potenciales de éstas; el periodo de análisis será a partir del año 2000 a la actualidad. Es decir, se enfoca en el estudio de las últimas tres administraciones y la administración actual que significa un giro diametral en el rumbo de la estrategia energética de nuestro país.

## Hipótesis

Es necesario utilizar alternativas para contar con un suministro de energía en cantidad suficiente, adecuada y asequible para el desarrollo económico de las distintas regiones de nuestro país, incluyendo las que registran los mayores índices de pobreza donde se busca la transición de las economías agrícolas de subsistencia a sociedades modernas con mayor capacidad para integrarse a los sectores industrial y de servicios.

La energía es imprescindible para potenciar el bienestar social y económico y, en la mayoría de los casos, es indispensable para generar la riqueza industrial y comercial. Esto debe de ser compatible y basarse en un uso responsable de los recursos naturales y promoción de nuevos tipos de energías como las renovables. Impulsar la inserción a la cadena industrial de energías limpias o energías verdes, como lo son la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica. En primer lugar permitirá que el medio ambiente tenga una gran recuperación al disminuir el uso de energías provenientes de combustibles fósiles, después, la adopción de este enfoque dentro de la industria, es la estrategia óptima para reconfigurar y dinamizar el desarrollo de México, en todos los aspectos, es la respuesta lógicamente ordenada para llevar a la economía mexicana a un escalón arriba, dinamizando e impulsándolo a crecer sostenidamente, y romper con el “lastre” más pesado que carga, la centralización energética, para situarnos en un nuevo paradigma económico que nos beneficiará en lo que hoy parece un futuro cercano y prometedor.

## Objetivo General

Proponer una estrategia de desarrollo basada en las zonas potenciales para el desarrollo de la energía hidroeléctrica la cual, sumada a la utilización de las otras energías verdes, como la solar, eólica y geotérmica, favorecerá las condiciones económicas de la población mexicana mediante un crecimiento sostenido y sustentable. Identificando el papel de las últimas cuatro administraciones gubernamentales de México, resaltando el incremento del rezago tecnológico que se formó durante éstas, y que actualmente no son satisfactorias, ayudando a comprender de una mejor manera el panorama que actualmente enfrentamos; mediante el análisis estadístico de las variables consideradas, se establecerá la potencialidad que tienen ciertas zonas del país con la finalidad de determinar si, a través del financiamiento al desarrollo de energías alternas y limpias, se podrá alcanzar un nivel de desarrollo sostenido mucho más elevado y de carácter sustentable.

## Objetivos Específicos

- ❖ Demostrar que la energía hidroeléctrica es la mejor opción para el crecimiento de la producción de energía eléctrica, a la cual se le ha negado el estatus de “energía limpia”, a pesar de que tiene grandes ventajas en el grupo de energías sustentables.
- ❖ Proponer la construcción de un modelo de energías renovables tomando como punto de partida la energía hidroeléctrica.
- ❖ Hacer una proyección con base en las tasas de crecimiento que han presentado las energías renovables y alternas en México y destacar los retos hacia la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable.
- ❖ Integrar y explicar el análisis de manera descriptiva e inferencial para evaluar, comparar los beneficios que se pueden obtener, en específico, de la energía hidroeléctrica.
- ❖ Demostrar que la energía renovable significa un ahorro considerable y al mismo tiempo representa eficiencia energética.

## Metodología

La investigación se realizará con base en el método científico, y los métodos estadísticos cuantitativo y cualitativo, para examinar la evolución del sector energético en las administraciones gubernamentales mencionadas.

## Método

La primera parte de la investigación proporciona las herramientas necesarias para comprender la importancia de la soberanía energética, los cambios que los energéticos renovables traerán consigo a la sociedad y cómo impactaría a México, sobre todo, cómo puede impactar en una reconfiguración del sector energético hacia un enfoque sustentable.

Con la información estadística que se presenta sobre las variables explicativas que se han tomado en cuenta, en conjunto, con el uso de la estadística descriptiva se interpretan los datos con la finalidad de demostrar la “capacidad ociosa” que el país mantiene con respecto a su potencial energético-natural aplicable a la industria y se propondrá la inserción industrial y económica tanto de la tecnología como de la energía limpia.

La actual crisis ambiental ha sido ocasionada por los seres humanos al presentarse la industrialización de los procesos de producción y consumo de bienes y servicios, donde los límites físicos de reposición en el planeta se exceden ocasionando como principales efectos, el cambio climático, el déficit ecológico, la pérdida de biodiversidad, la contaminación, etc.

La acción irracional del hombre sobre la naturaleza a partir del crecimiento de la población y su distribución en grandes ciudades con modelos de organización que significan una estrategia basada en el consumo y la explotación de recursos naturales que no toma en cuenta la capacidad de reposición.

## Capítulo 1: La Crisis de la Industria Eléctrica

### 1.1 Crisis ambiental

“Las dos causas principales de la degradación ambiental son la pobreza continua de la mayoría de los habitantes del planeta y el consumo excesivo de energía por parte de la minoría privilegiada”.<sup>1</sup>

La actual crisis ambiental ha sido ocasionada por los seres humanos al presentarse la industrialización de los procesos de producción y consumo de bienes y servicios, esta se ha presentado cuando los límites físicos del planeta se exceden por algún motivo, como podría ser el calentamiento global, el déficit ecológico, la pérdida de biodiversidad, etc.

Por la irresponsable acción del hombre sobre la naturaleza, el gran responsable del deterioro ambiental son nuestras ciudades y sus modelos de organización y debido a su irracional estrategia basada en el consumo y la explotación de recursos naturales.

La industria eléctrica de nuestro país se encuentra en una etapa de transformación obligada donde influyen principalmente factores tecnológicos y financieros.

El cambio climático se ha convertido en el detonador que ha acelerado la adopción de las llamadas “energías limpias”. La utilización de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica se encuentra asociada directamente al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero. Principalmente Estados Unidos y China destacan por la utilización de carbón, pero en la mayoría de los países se utilizan también otros combustibles fósiles como el gas, diésel, combustóleo y turbosina.

---

<sup>1</sup> Espinosa Medel Eduardo. *Diagnóstico Actual de la Crisis Ecológica*. Documento de trabajo del Diplomado en Economía Ecológica y Ambiental del Agua. FES Acatlán UNAM, 2005. p.1.

La actual crisis ambiental ha sido ocasionada por los seres humanos, el déficit ecológico que significa que estamos consumiendo una mayor proporción de recursos de los que la naturaleza alcanza a reponer. La industrialización de los procesos de producción y consumo de bienes y servicios se han incrementado de tal manera que se han rebasado los límites físicos y la capacidad de reposición del planeta es insuficiente, llegando a una situación de extrema gravedad y se requieren de acciones inmediatas para mitigar el calentamiento global, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación etc.<sup>2</sup>

La irresponsable acción del hombre sobre la naturaleza es la causa principal del deterioro ambiental. La construcción y expansión de las ciudades y sus modelos de organización y la estrategia irracional basada en el consumo y la explotación de recursos naturales donde ha predominado la idea de que el medio ambiente debe transformarse para la satisfacción de las necesidades con una visión de corto plazo.<sup>3</sup>

Se tendrán que buscar alternativas para contar con un suministro de energía adecuado y asequible para el desarrollo económico de los países y la transición de las economías agrícolas de subsistencia a las sociedades modernas industriales. La energía es imprescindible para potenciar el bienestar social y económico y, en la mayoría de los casos, es indispensable para generar la riqueza industrial y comercial. Esto debe de ser compatible y basarse en un uso responsable de los recursos naturales y promoción de nuevos tipos de energías como las renovables.<sup>4</sup>

Después de 36 años de política “neoliberal” donde el proceso de privatización de las empresas de la industria eléctrica, ha tenido resultados funestos en la medida que se ha distorsionado el objetivo estratégico del sector para privilegiar las ganancias de unas cuantas empresas privadas, estamos en presencia de una nueva

---

<sup>2</sup> *Manifiesto por la Vida por una Ética para la Sustentabilidad*. Simposio sobre Ética Ambiental y Desarrollo Sustentable. Bogotá Colombia, los días del 2 al 4 de mayo de 2002.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> Ibid.

fase de crecimiento donde se pretende encauzar el crecimiento económico del país tomando como base el sector energético para ubicarlo como el eje de la estrategia del crecimiento.

En nuestro país la actividad económica requiere de poder contar con una disponibilidad creciente de energéticos y agua para poder hacer frente a factores como el crecimiento demográfico, desarrollo industrial, comunicaciones y transportes, agricultura, servicios, etcétera.

La iniciativa de Reforma Energética promovida por el presidente de la República Mexicana, tiene como objetivo adecuar el sector energético, en este caso el sector eléctrico, a las necesidades del crecimiento económico y a la necesidad de propiciar la transición que implica la sustitución de consumo de combustibles fósiles hacia las tecnologías limpias, amigables con el medio ambiente.

En una economía en crecimiento, como la nuestra, se presentan dos grandes desafíos:

- Satisfacer la demanda de energía de una población creciente que demanda cada vez mayor cantidad de bienes y servicios que habrán de producirse mediante la utilización de energéticos que provienen de la quema de combustibles fósiles.
- Proporcionar energía y agua a una población que habrá de seguir creciendo, cuando menos hasta el año 2035, y que habrá de concentrarse principalmente en ciudades, significa que se tendrán que realizar obras de infraestructura hidráulica que se pueden aprovechar para generación de electricidad.<sup>5</sup>

Sin duda el principal indicador del bienestar social está relacionado con la disponibilidad de agua y energía. El progreso o atraso de las comunidades tiene que ver con la disponibilidad o carencia de estos elementos incluso en las localidades que no dependen económicamente de la agricultura.

---

<sup>5</sup> Kunzig Robert. *How Population Booms*. National Geographic, January 2011.

El Gobierno de la República debe asumir el firme compromiso de construir un México más próspero e incluyente. En este marco, debe sumar esfuerzos con los gobiernos locales, para asegurar que toda la población tenga acceso a los servicios básicos, en especial electricidad y agua. Recursos vitales que promueven el desarrollo de las familias, el reto es grande, históricamente, nuestro país ha enfrentado una situación hídrica compleja, con episodios graves de sequía, desabasto e inundaciones.

Esta situación implica redoblar esfuerzos, para realizar obras de infraestructura hidráulica para que todos los mexicanos contemos con agua potable, electricidad, drenaje y saneamiento, así como condiciones para afrontar los efectos adversos del cambio climático.

Hay que iniciar la construcción de importantes obras de infraestructura hídrica, con la participación del sector privado y de los gobiernos federal, estatales y municipales.

Sin embargo, esta labor debe complementarse con acciones concretas de mediano y largo plazos, como son el uso racional de los acuíferos y el mejoramiento de las condiciones ambientales en las cuencas, para favorecer la sustentabilidad hidrológica del país.

El agua es el gran motor de vida y desarrollo de México de cuyo cuidado y uso eficiente depende nuestro presente y el futuro de las próximas generaciones de mexicanos. Nuestro país tiene condiciones hidrológicas muy diversas, cada región del territorio tiene sus bondades y desafíos hídricos, y cada mexicano tiene una necesidad y una relación diferente con el agua y la energía.

La degradación del medio ambiente se manifiesta principalmente como síntoma de una crisis de la civilización.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Leff Enrique. *Crisis de la Civilización y Emergencia del Ambiente*. Saber Ambiental. Ed. Siglo XXI, México 2013. P. 257.

## *1.2 Crisis financiera en el sector eléctrico*

Son muchos los factores que intervienen en la actual crisis financiera de la CFE, desde los de tipo administrativo a los derivados de la Reforma Energética de 2013 donde se le asignaron una serie de obligaciones financieras que la habrían de conducir a la quiebra. Los subsidios, a las “energías limpias”, que en esencia debe asumir el Estado, los tiene que financiar la CFE.

El proceso de privatización de la industria eléctrica y entrega de del control de la industria eléctrica a empresas extranjeras, se inició en el periodo de Carlos Salinas de Gortari cuando, en 1992 mediante la modificación de Leyes secundarias se, se autorizó a las empresas privadas a generar electricidad para el autoconsumo y del conjunto de empresas de un parque industrial o plaza comercial. A esta modalidad se les denomina “sociedades de autoabasto”.

Los grandes corporativos suscribieron “contratos de cogeneración” donde estaba pactado que el excedente de producción sería entregado a la CFE, quien lo compraría. Es importante mencionar que de acuerdo con el Artículo 27 (párrafos 6º y 7º) de la Constitución Política de nuestro país sólo puede producir electricidad y comercializar CFE y en su momento la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.<sup>7</sup>

De acuerdo con los datos que maneja el Sindicato Mexicano de Electricistas el SME, existen 239 centrales generadoras y deberían de existir 239 socios.<sup>8</sup> Sin embargo, a partir de la Reforma Energética de 2013, se establece que todos los socios de un corporativo, aquí ya no importa si están integrados en un parque industrial o plaza comercial, tienen derecho a participar el beneficio de consumir la energía que pagan al precio del costo de la empresa que produce la energía eólica o fotovoltaica, obteniendo también el beneficio de que la CFE asume los costos de

---

<sup>7</sup> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Art. 27, 1917.

<sup>8</sup> Oliva Fernando. Exsecretario del Trabajo del Sindicato Mexicano de Electricistas. Conferencia ante la Comisión de Energía de la Cámara de Diputados. <https://fb.watch/9BTOZa>

transmisión, mantenimiento, administrativos, etc. De esta manera las grandes empresas que integran un corporativo admiten socios, aunque sólo posean una acción. Así por ejemplo la empresa Cemex (Cementos Mexicanos), Grupo CARSO de Carlos Slim o cualquier otra gran empresa, pueden tener un parque eólico instalado en el Istmo de Tehuantepec donde producen la electricidad que le entregan a la CFE la que, a su vez, la distribuye a todas las empresas agremiadas al corporativo, incluyendo las que sólo posean una acción, estas empresas se encuentran diseminadas en todo el país. La CFE recibe la energía eléctrica en el Istmo de Tehuantepec y la entrega en Monterrey, Tijuana o cualquier lugar de la República Mexicana, asumiendo los costos de distribución.

En 2021 hay registradas 239 centrales de abasto con 67737 socios.<sup>9</sup> De esta manera la CFE perdió a sus mejores clientes y por lo tanto bajaron sus ingresos considerablemente y tiene obligaciones financieras que no puede solventar.

Estas centrales de autoabasto venden a la CFE el sobrante entre lo consumido y lo generado. Las ganancias son para el corporativo y las pérdidas son para la CFE. El objetivo no declarado, pero presente en los hechos, de la Reforma Energética de 2013, es que la CFE caiga en bancarrota para poder privatizarla. Hasta ahora se ha sostenido contratando deuda, pero al ser la empresa estatal la que asume las pérdidas y otorga los subsidios en lugar del Estado mexicano, se anticipan los resultados catastróficos en el corto plazo. Las pérdidas según el SME se presentan de la siguiente manera:

La CFE, tiene que comprar la energía producida por las centrales generadoras mediante las asignaciones que hace el Centro Nacional de Control de Energía que establece como criterio de prelación quien produce energía limpia (fotovoltaica o eólica) al menor costo. Todos los días a las 0 horas realizan las subastas y asignan las órdenes de compra.

---

<sup>9</sup> Ibid.

Aquí dejan fuera a la energía hidroeléctrica porque en la Reforma de 2013 no la consideraron “energía limpia”. También es necesario mencionar que previamente han dejado de utilizar y mantener en condiciones óptimas a las centrales hidroeléctricas.<sup>10</sup>

El costo de la energía que la CFE tiene que pagar a las centrales productoras privadas es de 223 mil millones de pesos.<sup>11</sup> También la CFE, tiene que asumir el costo de dejar de producir para que produzcan las centrales privadas y mantener sus equipos en condiciones de entrar a cubrir el abasto cuando los productores privados lo suspenden a causa de la intermitencia, mantenimiento o fallas técnicas. Esta función le representa a la CFE un costo de 215 mil millones de pesos. La distribución y mantenimiento le cuestan a la CFE, 30 mil millones de pesos. El reemplazo a causa de la intermitencia le cuesta a la CFE 4 mil millones de pesos. En total la CFE suma pérdidas anuales por 472 mil millones de pesos, ingresos que no recibe y tiene que sufragar con subsidios y deuda. Según el SME, la quiebra de la empresa significa privatizar, a precio de ganga, los 100 mil kilómetros de líneas de conducción y los 800 mil kilómetros de redes de distribución.<sup>12</sup>

El objetivo no declarado de esta política es el de entregar a las empresas extranjeras el control del mercado de la industria eléctrica y provocar la bancarrota de la CFE, para apoderarse de las redes de transmisión y distribución.

A continuación, se muestra un cuadro con los datos que ilustran el avance del control de la producción de energía por la CFE y los Privados, tomando como punto de partida el año 2000 cuando CFE y Luz y Fuerza del Centro generaban el 100% de la electricidad:

---

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Ibid.

### Porcentaje de generación

Año	CFE	Privados
2000	100	0
2022	38	72
2024	20	70
2030	15	85

*Fuente: Elaborado con los datos proporcionados por el Prof. Ángel Balderas y el SME*

Como se puede observar en un periodo relativamente corto, 22 años, el sector eléctrico ha quedado dominado por productores privados quienes bajo el supuesto de que generan con “tecnologías limpias” y al amparo de la Reforma Energética de 2013, han desplazado a la producción de la CFE con el consecuente daño financiero.

La pérdida del control del sector eléctrico no es asunto menor, debemos tener en cuenta que se trata de un sector estratégico y de seguridad nacional del que dependen el desarrollo y el bienestar de nuestro país. El futuro de la industria, los servicios, los hogares y las personas, no puede estar supeditado a los intereses de las empresas privadas que tienen como objetivo principal incrementar sus ganancias.

Afortunadamente el gobierno de nuestro país ha contratado ya la compra de 13 plantas de generación a la empresa española Iberdrola, lo que significa recuperar el control por parte de la CFE de la producción nacional de energía eléctrica con el

55 por ciento, dejando a los productores privados el restante 45%.<sup>13</sup>

### Centrales Eléctricas de Iberdrola adquiridas para operación de la CFE

No.	Central Eléctrica	Ubicación	Capacidad (MW) Permisos CRE	Capacidad (MW) Interconexión CENACE	Tecnología	Fecha de inicio de operación comercial	Tipo de permiso
1	Tamazunchale I	Tamazunchale, San Luis Potosí.	1,261 (PIE: 1,161; AUT: 100)	1,235 (PIE: 1,135; AUT: 100)	Ciclo combinado	Junio 2007 (16 años)	PIE y AUT
2	Tamazunchale II	Tamazunchale, San Luis Potosí.	532	514	Ciclo combinado	Mayo 2022 (1 año)	LIE
3	Altamira III y IV	Altamira, Tamaulipas.	1,214 (PIE: 1,153.7; AUT: 60)	1,102 (PIE: 1,042.4; AUT: 60)	Ciclo combinado	Diciembre 2003 (20 años)	PIE y AUT
4	Altamira V	Altamira, Tamaulipas.	1,223 (PIE: 1,143; AUT: 80)	1,201 (PIE: 1,121; AUT: 80)	Ciclo combinado	Noviembre 2006 (17 años)	PIE y AUT
5	Topolobampo II	Ahome, Sinaloa.	1,178 (PIE: 1,091; LIE: 87)	917 (PIE: 887; LIE: 30)	Ciclo combinado	Octubre 2019 (4 años)	PIE y LIE
6	Topolobampo III	Ahome, Sinaloa.	868	791	Ciclo combinado	Noviembre 2019 (4 años)	PIE
7	Escobedo (Noreste)	El Carmen, Nuevo León.	1,026 (PIE: 946; LIE: 80)	904 (PIE: 869; LIE: 35)	Ciclo combinado	Enero 2019 (4 años)	PIE y LIE
8	La Laguna	Gómez Palacio, Durango.	615 (PIE: 514; AUT: 101)	543 (PIE: 498; AUT: 45)	Ciclo combinado	Marzo 2005 (18 años)	PIE y AUT
9	Monterrey I y II (Dulces Nombres)	Pesquería, Nuevo León.	530	545	Ciclo combinado	Marzo 2002 (1 año)	PIE
10	Monterrey III y IV (Dulces Nombres II)	Pesquería, Nuevo León.	338	303	Ciclo combinado	Octubre 2016 (7 años)	AUT
11	Baja California	Ensenada, Baja California	333 (PIE: 303; LIE: 30)	324 (PIE: 294; LIE: 30)	Ciclo combinado	Enero 2017 (6 años)	PIE y LIE
12	Enertek	Altamira, Tamaulipas.	168	152	Ciclo combinado	Febrero 1998 (25 años)	COG
13	La Venta III	Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio, Oaxaca	102	102	Eólica	Marzo 2012 (11 años)	PIE
Total			9,388	8,633			

*Fuente: Aristegui Noticias <https://aristeguinoticias.com/1104/mexico/amlo-defiende-compra-de-plantas-a-iberdrola-no-son-chatarra/>*

El gobierno no tiene opción, el 11 de junio de 2022, se publicó la noticia a nivel nacional, de que se buscará enmendar la Ley y fortalecer a la CFE.

Los contratos existentes tienen una vigencia de 25 años y los tienen que respetar por el principio de irretroactividad, así que buscarán que ya no haya nuevos contratos porque la disponibilidad de energía rebasó las necesidades de aquí al año 2050. También se buscará incluir a la generación hidroeléctrica como “energía limpia”

<sup>13</sup> Balderas Ángel, Reforma Energética de 2013. Folleto digital y Entrevista 9 de febrero 2023, con Daniela Campero: #Para hablar en Libertad.

### *1.3 Energías limpias*

Cuando llegó al poder el nuevo gobierno tuvo que suspender la entrada de las nuevas inversiones en instalación de “energías limpias” eólicas y fotovoltaicas porque resultan insostenibles financieramente hablando.

Durante el periodo de 2013 a 2018, la Comisión Reguladora de Energía autorizó generar mediante fuentes eólicas y fotovoltaicas, el equivalente a tres veces el consumo estimado para 2024. De no haberse suspendido la instalación de nuevas fuentes de “energías limpias” (eólicas y fotovoltaicas), el gobierno a través de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), tendría el compromiso de adquirir, el potencial que pueden llegar a producir, el cual asciende al equivalente a 10 veces el consumo estimado para el 2050.

El problema sería simple si las empresas asumieran el riesgo de generar, distribuir, mantener las líneas de transmisión y asumir el costo administrativo. Sin embargo, en la Reforma Energética se estableció que la CFE debe comprar toda la “energía limpia” que se produzca a precios de subasta donde ella misma no puede participar porque en la Reforma de 2013 las plantas hidroeléctricas no se consideran “energías limpias”, a pesar de que no consumen combustibles fósiles porque aprovechan las caídas de agua de las presas o cascadas.<sup>14</sup>

Para las empresas que ya están establecidas las ganancias están aseguradas, sólo entregan el sobrante de la energía generada menos el consumo del corporativo (conjunto de empresas asociadas), a la CFE y ésta debe pagarles según el precio alcanzado en la subasta y asume los costos de transmisión, mantenimiento de líneas y gastos de administración. Por ejemplo, en el Istmo de Tehuantepec en el parque eólico La Venta III, Iberdrola le vende a CFE a \$2.73 el Kilowatt hora (Kwh). Por otra parte, la CFE tiene que transportar la energía a los sitios de consumo, distribuirla, asumir la merma, efectuar gastos de administración, etcétera, lo que le

---

<sup>14</sup> Nahle Rocío, Conferencia Magistral: Foros sobre la Reforma Eléctrica. Xalapa Veracruz 14 de febrero de 2022.

cuesta \$1.28 por kilowatt. En total la CFE tiene que pagar \$ 4.01, por cada Kwh que vende a \$ 2.33, lo que significa que sólo recupera el 60% del costo sin tener posibilidades de llegar a ser una empresa autosuficiente en términos financieros

#### *1.4 La intermitencia*

Las “energías limpias ”eólicas y fotovoltaicas”, tienen el inconveniente de que no producen de manera constante y carecen de sistemas de almacenamiento aquí nuevamente la CFE, tiene la obligación, según lo establecido en la Reforma Energética, de abastecer la energía durante las noches, los días nublados y cuando el viento tiene una velocidad inferior a los 20 Kilómetros por hora, para ello debe mantener sus centrales generadoras funcionando continuamente, esto significa un costo adicional porque además de que tiene que comprar “energías limpias” tiene que generar electricidad que no puede vender porque debe estar disponible en cualquier momento para suplir a las fuentes eólicas y fotovoltaicas que funcionan de manera intermitente de acuerdo con las variaciones climáticas.

La otra modalidad que adoptaron los productores de “energías limpias”, para atender el problema de la intermitencia es la de instalar junto con las turbinas eólicas o paneles fotovoltaicos, plantas generadoras de electricidad que consumen gas natural como combustible. Aquí también se tienen grandes pérdidas porque en la Reforma Energética se establece que PEMEX, debe subsidiar a los productores, vendiendo el gas, 20% abajo del precio internacional. El gas que PEMEX importa, porque no lo tiene, lo tiene que vender con precios subsidiados.<sup>15</sup>

#### *1.5 Quiebra de la CFE*

El proceso de privatización de la industria eléctrica se inició en el periodo de Carlos Salinas de Gortari cuando, en 1992 se autorizó a las empresas privadas a generar electricidad para el autoconsumo, del conjunto de empresas de un parque industrial o plaza comercial. A esta modalidad se les denomina “sociedades de autoabasto”.

---

<sup>15</sup> Ibid.

Inicialmente 27 grandes corporativos con muchas empresas agremiadas suscribieron “contratos de cogeneración” donde estaba pactado que el excedente de producción sería entregado a la CFE, quien lo compraría.

A partir de la Reforma Energética de 2013, se establece que todos los socios de un corporativo, aquí ya no importa si están integrados en un parque industrial o plaza comercial, tienen derecho a participar el beneficio de consumir la energía que pagan al precio del costo de la empresa que produce la energía eólica o fotovoltaica, obteniendo también el beneficio de que la CFE asume los costos de transmisión del fluido eléctrico, mantenimiento de las líneas de transmisión, los gastos administrativos, etcétera. De esta manera las grandes empresas que integran un corporativo admiten socios, aunque sólo posean una acción.<sup>16</sup>

Así por ejemplo la empresa Cemex (Cementos Mexicanos), Grupo CARSO de Carlos Slim o cualquier otra gran empresa, pueden tener un parque eólico instalado en el Istmo de Tehuantepec donde producen la electricidad y la entregan a la CFE, que, a su vez, la distribuye a todas las empresas agremiadas al corporativo, incluyendo las que sólo posean una acción, es importante mencionar que estas empresas se encuentran diseminadas en todo el país. La CFE recibe electricidad en el Istmo de Tehuantepec y la entrega en Monterrey, Tijuana o cualquier lugar de la República Mexicana asumiendo los costos inherentes al proceso de distribución.

En 2021 hay registradas 223 centrales de abasto con 76256 socios. De esta manera la CFE perdió a sus mejores clientes y por lo tanto bajaron sus ingresos considerablemente y tiene obligaciones financieras que no puede solventar.<sup>17</sup>

Estas centrales de “auto abasto” venden a la CFE el sobrante entre lo consumido y lo generado. Las ganancias son para el corporativo y las pérdidas son para la CFE. El objetivo no declarado, pero presente en los hechos, de la Reforma Energética de

---

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> Ibid.

2013, es que la CFE caiga en bancarrota para poder privatizarla. Hasta ahora se ha sostenido contratando deuda, pero al ser la empresa estatal la que asume las pérdidas y otorga los subsidios, en lugar del Estado mexicano, se anticipan los resultados catastróficos en el corto plazo. El gobierno no tiene opción, el día 11 de junio de 2022, se publicó la noticia a nivel nacional, de que se buscará enmendar la Ley y fortalecer a la CFE.<sup>18</sup>

Los contratos existentes tienen una vigencia de 25 años y los tienen que respetar por el principio de irretroactividad, así que buscarán que ya no haya nuevos contratos porque la disponibilidad de energía rebasó las necesidades de aquí al año 2050. Sin embargo, al incluir a la generación hidroeléctrica como “energía limpia”, es evidente que podrá superar a sus contendientes en términos de costo de operación, mantenimiento y durabilidad.

### *1.6 La transición tecnológica*

El avance tecnológico se debe aprovechar para la transición obligada por el agotamiento de los combustibles fósiles. Conforme se presenta una nueva generación tecnológica, la obsolescencia y el final de la vida útil de la infraestructura de la industria eléctrica, significan que habrá de sustituir nuestras fuentes de energía, que consumen combustibles fósiles, por las llamadas “energías limpias”.

Es aquí donde destaca el potencial de la industria hidroeléctrica, no solamente por las ventajas en términos económicos, sino por la capacidad instalada que hasta la presente administración se ha mantenido marginada para dar preferencia a la adquisición de la energía generada en las centrales eólicas y fotovoltaicas.

La generación hidroeléctrica destaca porque tiene grandes ventajas en términos de menores costos de operación y mantenimiento, además, nuestro país tiene capacidad instalada que se está desaprovechando, la conformación orográfica de nuestro territorio (suelo muy accidentado) hace propicia la instalación de turbinas

---

<sup>18</sup> Ibid.

generadoras en buena parte del país. La instalación de turbinas hidroeléctricas debe comprender diferentes escalas, según las necesidades de la comunidad. También es necesario hacer notar que este sistema permite operar de manera permanente, lo que significa que supera a otras tecnologías limpias, como la fotovoltaica y la eólica, que tienen como problema asociado la intermitencia.

De acuerdo con los planes expresados por CFE, con la capacidad instalada existente, ahora en 2022, una vez que se rehabiliten y modernicen todas las centrales hidroeléctricas podrá llegarse a producir el 30% de la demanda requerida. Este objetivo es en realidad modesto, pero permite sanear las finanzas de la CFE y también rebasaría la meta de generar el 30% de la energía de manera sustentable y facilita el proceso de transición tecnológica. Aquí es pertinente hacer mención que Canadá produce el 60% de la energía eléctrica que consume mediante centrales hidroeléctricas, las cuales se consideran ecológicas, operan con alto nivel de eficiencia, bajos costos de operación y mantenimiento y se consideran productoras de energía limpia que supera con amplia ventaja a la energía eólica y fotovoltaica.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Ibid.

## Capítulo 2: La energía en México

Considerado como impulsor del desarrollo económico de nuestro país el sector energético fue hasta 1988, parte fundamental de los programas de gobierno de casi todos los presidentes de México. Desde Porfirio Díaz, hasta José López Portillo, el sector eléctrico creció y fue parte de los logros y beneficios del desarrollo.

La industria eléctrica desde sus inicios ha estado asociada al progreso y ha formado parte del proceso de desarrollo económico e industrial de nuestro país.<sup>1</sup>La primera referencia se remonta al año de 1879, cuando una empresa de hilados y tejidos establecida en León Guanajuato, "La Americana", instaló la primera planta termoeléctrica para su servicio. Este acontecimiento motivó que otras empresas textiles y mineras hicieran lo mismo para producir su propia energía eléctrica.<sup>2</sup>

La gran novedad que significaba grandes ganancias para la industria también llegó a ser aprovechada en el terreno político del régimen porfirista que la adoptó como una política de estado para impulsar a la industria mediante las concesiones al aprovechamiento de las aguas nacionales.

El éxito de la industria trascendió a la capital del país y pronto, surge el alumbrado público en la plancha del zócalo y en la calle de Plateros (hoy Madero). Para 1881 la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica empieza a generar y distribuir electricidad para uso público y residencial.<sup>3</sup>

### *2.1 El inicio de la industria eléctrica*

En un periodo relativamente corto el alumbrado llegó a Guadalajara, Monterrey, Veracruz y Mérida en donde este servicio lo proporcionaban empresas locales. El gran salto se presentó a partir de 1887 cuando la evidencia del éxito de las

---

<sup>1</sup> Ibid.

<sup>2</sup> Los inicios de la Industria Eléctrica en México. Revista Lux, Suplemento Especial 50 Aniversario de la Nacionalización de la Industria Eléctrica. México, SME. Septiembre de 2010, p5

<sup>3</sup> Ibid. P6

empresas motivó su expansión a otras ciudades del país, en 1911 ya había 199 empresas generadoras de energía eléctrica situadas principalmente en Puebla, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo León, Estado de México, Querétaro, Aguascalientes, Michoacán, Campeche, Jalisco, Chiapas, Zacatecas y Tabasco.<sup>4</sup>

La rápida expansión estuvo relacionada con la demanda que crecía conforme a las actividades económicas realizadas en cada región. La gran mayoría de las empresas eran de capital nacional, sin embargo, poco a poco fue reemplazado por capital foráneo. También es necesario mencionar que estas empresas se establecieron en las zonas más rentables que aseguraban las mayores ganancias y quedaron al margen las zonas rurales de muchos estados de la república.

La rápida expansión de la industria eléctrica propició el establecimiento de dos empresas gigantes: La Mexican Light and Power Company y la Impulsora de Empresas Eléctricas. La primera llegó a México en 1903 con capital anglocanadiense y la segunda surge como subsidiaria de la empresa The American and Foreign Power Company.<sup>5</sup>

## *2.2 La Mexican Light and Power Company Limited*

Durante el porfiriato las empresas productoras de energía eléctrica lograron concesiones para la explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales.

Desde su aparición, el 10 de septiembre de 1902, La Mexican Light and Power Company Limited, de origen canadiense, estaba destinada a ser el monopolio eléctrico más grande del país. Contaba con un capital de 12 millones de dólares los cuales significaban mucho dinero en aquella época. Es aquí donde empieza la absorción de las otras empresas importantes, en 1905 ya contaba con el control de la Compañía Mexicana de Electricidad, Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica y Compañía Explotadora de las Fuerzas Eléctricas de San Ildefonso.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> Govea Sansón Mario. La Industria Eléctrica en México. Revista Lux, num. 605, SME, México, abril 2009, p. 25

<sup>6</sup> Ibid

El crecimiento económico del sector se debió a la rentabilidad de la industria eléctrica ya que para 1906, la Mexican Light and Power Company Limited obtuvo concesiones en Puebla, Hidalgo, Estado de México y Michoacán. Al principio se unió a Mexican Tramways, que operaba el tren ligero en la ciudad de México. Estas compañías compartieron hasta el año de 1933, las oficinas, los talleres, los operarios y los sistemas de administración.<sup>7</sup>

En su afán expansionista, la Mexican Light logró la liquidación de productores locales de energía eléctrica, en donde se aprovechó del equipo e instalaciones de las mismas, logrando otras concesiones para beneficio propio mediante la explotación y aprovechamiento de aguas nacionales. El 24 de marzo de 1903, la Mexican Light obtuvo la concesión para explotar los ríos Necaxa, Tenango y Xaltepuxtla.

Estas facultades otorgadas por parte del gobierno de Porfirio Díaz fueron vitales para el auge monopólico de la Mexican Light y de otras empresas como la American Foreign Company. Es importante hacer notar que estas empresas ubican sus inversiones en las zonas urbanas y desatendiendo las zonas rurales, que no representaban el nivel de ganancias esperado.

Ya para el año de 1911, en tan solo 9 años, la distribución y operación de energía eléctrica para la ciudad de México y la periferia en donde contaba como centrales de servicio bajo su disposición, la hidroeléctrica de El Salto en Juanacatlán, la interconexión Necaxa - México - El Oro, la central termoeléctrica de Nonoalco e incluso también la concesión para el bombeo y provisión de agua potable de la

---

<sup>7</sup> Los inicios de la Industria Eléctrica en México. Revista Lux, Suplemento Especial 50 Aniversario de la Nacionalización de la Industria Eléctrica. México, SME. Septiembre de 2010, p6

capital del país, además de que también eran dueños de la Compañía Eléctrica Irrigadora del Estado de Hidalgo, la central generadora e instalaciones de Juan Salvador quien proveía del alumbrado público en Amecameca y los siete generadores en Necaxa para llegar a ser la empresa más grande de América Latina.

8

El éxito de la creciente industria eléctrica llamó la atención del gobierno respecto a su grado de influencia. La actividad era de carácter primordial y donde se establecía podía influir en cuestiones económicas, políticas y sociales porque impulsaba a otras ramas de la economía y era apreciable el efecto multiplicador para las actividades productivas de cada región en México.

### *2.3 La creación de la Comisión Federal de Electricidad*

En el periodo de la Revolución Mexicana, la industria en general se desarrolló de manera caótica, al ser un movimiento que buscaba la repartición de la tierra se enfocó por las conquistas agrarias y en cierta medida se dejó de lado a la industria. Tan pronto como se fue pacificando el país, la industria fue recuperando su papel principal en la generación de empleos y en particular la industria eléctrica fungió como impulsora y como símbolo de progreso, los gobiernos revolucionarios encontraron en la electrificación una muestra tangible de progreso y legitimación de su actuar.

La gran influencia de la Mexican Light and Power Company Limited, llamó la atención de los gobiernos “revolucionarios” y buscaron limitar su poder.

---

<sup>8</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo XXXVI, Núm. 7, México, martes 11 de mayo de 1926, "Código Nacional Eléctrico". p.p. 132-134

El presidente Álvaro Obregón creó en 1923 la Comisión para el Fomento y Control de la Industria de Generación de Fuerza, con la intención de poder ejercer un control sobre la generación de energía eléctrica.

Esta Comisión después se transformó en la Comisión Nacional de Fuerza Motriz, cuyas funciones fueron restringir las ganancias excesivas y las actividades de carácter monopólico de todas las compañías eléctricas del país teniendo cuidado de evitar la fuga o disminución de inversiones del país en cuestiones de energía eléctrica y ser mediador entre las problemáticas de las empresas y los consumidores.

Durante el gobierno de Plutarco Elías Calles en el año de 1926 tras la promulgación del Código Nacional Eléctrico el cual establece en su primer artículo que "Son de la exclusiva jurisdicción del Poder Federal, la reglamentación, regulación y vigilancia de la generación de energía eléctrica por medios industriales, así como el determinar los requisitos técnicos a que deben sujetarse la construcción, manejo y conservación de las instalaciones existentes o que se establezcan en la república para la generación, transformación, transmisión, distribución y utilización de dicha energía, a efecto de procurar el mejor aprovechamiento de ese elemento natural, proteger la vida de las personas y garantizar las propiedades."<sup>9</sup>

Todo indica que probablemente el Código Nacional Eléctrico surge como necesidad para reforzar la Comisión Nacional de Fuerza Motriz, ya que dentro de las disposiciones que se encuentran en el Código Nacional Eléctrico, la intervención del gobierno es más directa, estableciendo las condiciones para que pueda funcionar la actividad eléctrica en el país, así como también el declarar de utilidad pública a la rama y según las cuestiones en que se encuentre el país, proceder a la expropiación como lo señala su artículo cuarto del Código Nacional Eléctrico.

---

<sup>9</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo XXXVI, Núm. 7, México, martes 11 de mayo de 1926, "Código Nacional Eléctrico". p.p. 132-134

Durante el gobierno de Abelardo Rodríguez Luján, se realizó la reforma al artículo 73 de la constitución, fracción X (el cual señala que el congreso tiene la facultad para legislar en torno a la energía eléctrica y otras ramas) en todo el país teniendo así la facultad de tomar las decisiones referentes al área eléctrica, pero estos esfuerzos no fueron suficientes.

El 20 de enero de 1934 se publica en el Diario Oficial de la Federación el decreto para la constitución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con la intención explícita del gobierno de sentar las bases para la nacionalización de la Industria Eléctrica. Destaca que la principal función que se asignó a dicho organismo será la organización y dirección, en todo el país, de un sistema de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, esto sin fines de lucro, para beneficio de los intereses generales de la población.<sup>10</sup>

Estas acciones por parte de la administración de Abelardo L. Rodríguez dan a entender la importancia del sector eléctrico para el desarrollo económico, político y social de México. Es evidente que esta forma de pensar y de concebir a la industria eléctrica fue compartida por el presidente Lázaro Cárdenas del Río durante su administración.

Fue en el Cardenismo donde se avanzó en esta política modernizadora de beneficio social, el 2 de marzo de 1937 surge un acuerdo para la inmediata organización de la Comisión Federal de Electricidad, CFE. Tomando como base el decreto del Congreso de la Unión del día 29 de diciembre de 1933 donde se planteaba que la Secretaría de la Economía Nacional estaría a cargo de organizarla, estableciendo bases de funcionamiento, programas laborales, así como tomar las medidas

---

<sup>10</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CII Núm. 3, México, martes 4 de mayo de 1937, "Decreto por el cual se reforma al que autoriza al Ejecutivo Federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad", p. 4.

necesarias para cumplir con los objetivos del decreto del 29 de diciembre de 1933.

11

Posteriormente el presidente Lázaro Cárdenas realizó una modificación al decreto publicado el 20 de enero de 1934 en el Diario Oficial de la Federación, en donde cambia el artículo primero, base primera, anexando la integración de miembros elegidos por los gobiernos del distrito y de los territorios federales.<sup>12</sup>

Para el año de 1937 la población en México era de 18.3 millones de habitantes, ampliándose la oferta laboral en el país, así como la demanda de la población para infraestructura de bienes y servicios y de vivienda.

El presidente Lázaro Cárdenas, percibe la necesidad creciente de la demanda de energía y el 14 de agosto de 1937, decreta la Ley que crea la Comisión Federal de Electricidad misma que se publica el 24 de agosto del mismo año, en el Diario Oficial de la Federación.<sup>13</sup>

Como complemento a este acontecimiento, surge en 1939 la Ley del Impuesto sobre Consumo de Energía Eléctrica, la cual señala el cobro de un impuesto del 10% del importe por consumo de electricidad por venta de energía eléctrica por parte de las empresas generadoras.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CII Núm. 3, México, martes 4 de mayo de 1937, "Decreto por el cual se reforma al que autoriza al Ejecutivo Federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad", p. 4.

<sup>12</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CII Núm. 3, México, martes 4 de mayo de 1937, "Decreto por el cual se reforma al que autoriza al Ejecutivo Federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad", p. 4.

<sup>13</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo cII. Núm. 47. México. Martes 24 de agosto de 1937, "Ley que crea la Comisión Federal de Electricidad". p.p. 3-4.

<sup>14</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CXII. Núm. 13, México, lunes 10 de enero de 1939, "Ley del Impuesto sobre Consumo de Energía Eléctrica". p. 1.

Para el 11 de febrero del mismo año, surge la Ley de la Industria Eléctrica, estableciendo de manera clara y concisa que el abastecimiento de energía eléctrica es un servicio público, pero que podrá ser prestado por particulares por medio de concesiones a condición de que el servicio se preste de manera regular y continua a los consumidores, teniendo control sobre los prestadores del servicio a través del gobierno.<sup>15</sup>

Debido a este proceso de intervención gubernamental que se vino gestando desde Álvaro Obregón para tener un control sobre la energía eléctrica, determinaron gradualmente que las empresas privadas fueran disminuyendo sus inversiones. En el periodo de 1937 a 1943, las inversiones crecieron menos de 1% anual, es por esto "... que los primeros proyectos de CFE se realizaron en los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Sonora y como para entonces las empresas privadas habían dejado de invertir, la nueva empresa pública se vio obligada a generar energía para que aquellas la revendieron".<sup>16</sup>

El esquema mixto de producción, distribución y venta funcionó de manera eficiente, la gran demanda de energía eléctrica, que crecía año con año en México, para la actividad económica productiva y el uso doméstico, se pudo satisfacer gracias a la elevación de los factores de utilización del equipo existente y a las operaciones de las plantas de servicio privado que acataron las normas establecidas por el gobierno. El resultado fue todo un éxito, la generación de energía eléctrica tuvo un crecimiento asombroso del 9% al año.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CXII, Núm. 36, México, Sábado 11 de Febrero de 1939, "Ley de la Industria Eléctrica". p.p. 4 - 8. Las concesiones ya eran adecuadas a la realidad nacional y justas para el interés público.

<sup>16</sup> Reséndiz Núñez, Daniel. Op. cit., p. 21.

<sup>17</sup> "El general Lázaro Cárdenas decreta, en 1937, la creación de la CFE". Revista Lux, Suplemento Especial 50 Aniversario Nacionalización de la Industria Eléctrica, México, SME, septiembre 2010, p. 14. Se tomó del índice de la revista el título, ya que en la página 14 aparece un título diferente, el cual es "Ante la indiferencia y abusos del Monopolio Eléctrico, el general Cárdenas fundó la CFE Reséndiz Núñez, Daniel. Op. cit., p. 22.

Con afán de darle mayores atribuciones a CFE, surge el 14 de enero de 1949 el decreto que establece a CFE como un organismo público descentralizado, personalidad jurídica y patrimonio propio, en donde destacan como atribuciones la creación de obras eléctricas, el adquirir instalaciones, valores y acciones relativos a la industria eléctrica.<sup>18</sup> La CFE desde sus inicios en el Cardenismo, sirvió para poder sentar las bases de crecimiento y desarrollo económicos siendo tanto promotora de la industria eléctrica como palanca de desarrollo, dinamizando así otras ramas de la economía mexicana.

#### *2.4 La Compañía de Luz y Fuerza del Centro*

Es así que a partir de la nacionalización de la industria eléctrica con Adolfo López Mateos y hasta 1972, la CFE prosiguió con sus actividades de expansión, adquiriendo las instalaciones, bienes y derechos de diversas empresas eléctricas que seguían en funcionamiento<sup>19</sup>, ya después el 14 de agosto de 1967 se le autoriza a la CFE, disolver y liquidar todas sus filiales para que queden en su patrimonio.<sup>20</sup> Hoy en día, debido al esquema económico, político, social y legal que rige en el México neoliberal, es que aquellos fines iniciales de progreso y desarrollo de CFE quedaron en el pasado, en donde existe escaso apoyo por parte del gobierno federal para el sector, donde cada vez más se compra energía eléctrica a productores

---

<sup>18</sup> Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Sección Primera, Tomo CLXXII, Núm. 11, México, viernes 14 de enero de 1949. "Decreto que establece bases para el funcionamiento de la Comisión Federal de Electricidad", p.p. 5-6.

<sup>19</sup> Reséndiz Núñez, Daniel. Op. cit., p. 30.

<sup>20</sup> 21 Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial, Tomo CCLXXXIII, Núm. 38, México, lunes 14 de agosto de 1967, "Acuerdo por el cual se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad para que, con intervención de la Secretaría de Patrimonio Nacional, proceda a la disolución y liquidación de sus filiales: Industrial Eléctrica Mexicana, S.A. de C.V.; Nueva Compañía Eléctrica Chapala, S.A.; Compañía Eléctrica Morelia, S.A.; Compañía Hidroeléctrica Occidental, S.A.; Compañía Eléctrica Manzanillo, S.A.; Compañía Eléctrica Guzmán, S.A.; Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Sabinas, S.A.; Servicios Eléctricos de Piedras Negras, S.A.; Compañía Eléctrica de Matamoros, S.A.; Compañía Eléctrica de Sinaloa, S.A. Compañía Hidroeléctrica del Río Micos, S.A.; Luz y Fuerza Mante, S.A.; Compañía de Luz y Fuerza de Guerrero, S.A.; Eléctrica de Hidalgo, S.A. de C.V.; Hidroeléctrica Mexicana, S.A. Eléctrica de Tehuacán, S.A.; Compañía de Luz y Fuerza de Comitán, S.A.; Eléctrica de Oaxaca. S.A. y Eléctrica de Huixtla, S.A.

privados y así se va desplazando el papel inicial de CFE en la industria eléctrica de México.

## Capítulo 3: La modernización del sector eléctrico

### 3.1 La industria hidroeléctrica una tecnología ecológica

La energía hidroeléctrica comenzó a utilizarse a finales del siglo XIX para generar electricidad y actualmente se emplea en 159 países del mundo. En el grupo de las energías renovables, a la hidroeléctrica le corresponde un papel significativo. Su utilización permite compensar las fluctuaciones de producción que provoca el uso de las energías solar y eólica, que dependen de la situación meteorológica, y con ello garantizar un abastecimiento eléctrico estable procedente de fuentes de energía renovables.

Gracias a sus bajos costos de generación eléctrica de 0,02 euros / kWh, la energía hidroeléctrica es muy competitiva en comparación con otras fuentes, tanto renovables como convencionales.<sup>1</sup> La alta seguridad de funcionamiento y abastecimiento y la supresión a largo plazo de los gastos de combustibles ofrecen una posibilidad económica para garantizar el suministro básico de electricidad. Dado que las centrales hidroeléctricas, dependiendo del tipo, almacenan la energía y que, en caso necesario, pueden suministrar electricidad con rapidez, contribuyen de manera importante a la estabilidad de la red. Las centrales hidroeléctricas reducen la dependencia y los riesgos de la importación de energía y, en zonas con bajo abastecimiento energético, constituyen la base para su desarrollo económico. Es considerada una forma de energía renovable que no se agota, tiene varias denominaciones, la más conocida, la energía hídrica, aprovecha la energía cinética y el potencial de la corriente del agua, es considerada como energía verde, puesto que su impacto ambiental es mínimo, es una energía formada por la fuerza del agua que se transforma inicialmente en energía mecánica y después en energía eléctrica, también puede ser conocida como hidroenergía, casi toda la hidroenergía es aprovechada en el mundo para transformarla en energía eléctrica por medio de las plantas o centrales hidroeléctricas.

---

1 IRENA. International Renewable Energy Agency, 2021. Costo de Generación de energía 2021. Eólica terrestre 0.33 fotovoltaica 0.48 euros.

### *3.2 Cómo funciona una planta hidroeléctrica*

Una planta hidroeléctrica utiliza el flujo de agua que cae desde una elevación y genera energía. Lo logra controlando el caudal de un río, generalmente mediante la construcción de una presa. Las plantas hidroeléctricas suministran alrededor de un 20% de la electricidad del mundo.<sup>2</sup>

No todos los lugares del mundo cumplen con las condiciones necesarias para producir este tipo de energía. Para lograrlo, una región necesita tener montañas, ríos y arroyos o precipitaciones intensas.

Los principales usuarios de energía hidroeléctrica son los Estados Unidos, Canadá, Rusia y Brasil. Pronto, China superará a Brasil en su capacidad hidroeléctrica al completarse su enorme proyecto, la presa de las Tres Gargantas. Noruega y Egipto también utilizan energía hidroeléctrica para una gran parte de su suministro eléctrico.

Las plantas hidroeléctricas varían en tamaño. Las grandes plantas que producen 30 megavatios, o más, suministran electricidad a regiones extensas. Las plantas pequeñas que producen entre 110 kilovatios y 30 megavatios suministran suficiente electricidad para desarrollos locales. Las micro plantas, que producen hasta 100 kilovatios, proporcionan energía a granjas pequeñas y hogares.

### *3.3 Estado actual de las innovaciones hidroeléctricas*

Los avances tecnológicos de las plantas y la transmisión de energía permiten la construcción de plantas hidroeléctricas en lugares remotos, lejos de donde se utilizará la energía. La presa Itaipú sobre el río Paraná, entre Paraguay y Brasil, puede producir hasta 12,600 megavatios de energía. Esta planta fue inaugurada en 1982 y suministra casi toda la energía que utiliza Paraguay y una cuarta parte de la que se necesita para Brasil. La estación de energía hidroeléctrica Sultán Mahmud

---

<sup>2</sup> IRENA. International Renewable Energy Agency, 2021.

en Tasik Kenyir (Lago Kenyir), Malasia, tiene una capacidad de 400 megavatios de energía.<sup>3</sup>

Uno de los proyectos hidroeléctricos más grandes del mundo es la presa de las Tres Gargantas sobre el río Yangtze, China. La presa, diseñada para controlar las inundaciones devastadoras de ese río, incluye una enorme planta hidroeléctrica. Con una capacidad de 18,200 megavatios, se proyectó que Tres Gargantas pueda suministrar hasta una novena parte de la electricidad que China necesita. China también ha construido muchas plantas hidroeléctricas pequeñas para uso local en todo el país.<sup>4</sup>

La energía hidráulica es fuente del 90% de electricidad en 24 países. Ocupan los primeros lugares de esta dependencia: Noruega con el 99%, Zaire con el 97% y Brasil con el 96%. Y la construcción de centrales hidroeléctricas se concentra hoy en los países de Latinoamérica y el Sudeste Asiático.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Cristina Núñez. Qué es la Energía Hidroeléctrica 5 de septiembre del 2010. Actualizado a partir de una traducción de National Geographic.com del 26 de mayo de 2022.

<sup>4</sup> Ibid

<sup>5</sup> Ibid

### *3.4 Graves impactos*

Los impactos de las represas hidroeléctricas son múltiples. Uno de los más graves es que su construcción ha provocado el desplazamiento forzado de entre cuarenta y ochenta millones de personas en todo el mundo. Estas obras, además, fragmentan y transforman los ríos del mundo, destruyen los ecosistemas y reducen dramáticamente los recursos pesqueros.

Otro de los impactos es que multiplican el endeudamiento de los países pobres y la distribución de sus costos y beneficios es totalmente inequitativa.

Sus impactos en el medio ambiente producidos por movimientos del suelo y su interferencia directa en el ciclo del agua, principalmente, van desde la contaminación acústica, el aumento de material en partículas en el aire, la inundación de tierras aptas para la agricultura y el pastoreo y de bosques naturales, hasta el desequilibrio total de los ecosistemas. Todo ello es lo que causa el desplazamiento masivo de pueblos indígenas cuyo modo de vida se sustenta precisamente en la relación armónica con la naturaleza.

La edificación de grandes represas, en suma, interfiere de manera directa en el ciclo del agua y causa graves impactos territoriales. Esto se traduce en impactos directos para el modo de vida de los pueblos indígenas, cuya cosmovisión del territorio como un todo integral (suelo, agua, cielo y subsuelo) lo define como el espacio donde desarrollan sus actividades productivas, su economía, su organización política, su cultura. Su pasado, presente y futuro. Su identidad.

La construcción de las grandes represas está también relacionada con la privatización del agua, porque generalmente es encargada, tanto la propia construcción como su administración, a empresas multinacionales.

### *3.5 Ventajas de la industria hidroeléctrica*

Desde hace mucho tiempo la energía hidroeléctrica se considera un método limpio y seguro de generación de electricidad. No agrega dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente y utiliza una fuente renovable de energía, el agua.<sup>6</sup>

La energía hidroeléctrica tiene también otros beneficios. Las presas y las plantas hidroeléctricas duran mucho tiempo. Esto significa que, una vez que se compensan los costos, la planta hidroeléctrica se convierte en una fuente de electricidad relativamente económica.

Aunque es necesaria una inversión muy importante para el desarrollo de las infraestructuras que componen una central hidroeléctrica, a la larga, este tipo de energía resulta barata. Si bien la energía hidráulica parte de un recurso natural las corrientes de agua- su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad.

Sin embargo, una vez superada esta fase, sus costos de explotación son bajos, y su mejora tecnológica hace que se aprovechen de manera eficiente los recursos hidráulicos disponibles.

Además, hay que tener en cuenta las ventajas económicas indirectas que la energía hidráulica puede tener para los habitantes de la zona donde se instala una central. Los embalses de las centrales hidroeléctricas pueden servir para revitalizar económicamente una población, no sólo durante su fase de construcción. Los embalses pueden convertirse en zonas de recreo y de atractivo turístico, lo que impulsará la creación de pequeñas empresas turísticas que generan empleo y otras que se encargan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones.

---

<sup>6</sup> Balderas Op Cit y entrevista cit

De forma adicional también las presas en los ríos, además de servir para producir energía eléctrica, son muy útiles para regular el caudal del río. De esta forma se pueden evitar crecidas peligrosas del caudal y se logra abastecer de agua a los cultivos y a la población en épocas de severa sequía. En definitiva, se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético.

Desde hace una década, el 14 de marzo sirve para celebrar el Día Internacional a favor de los Ríos y en contra de las Presas. La iniciativa surgió en el Primer Encuentro Internacional de Personas Afectadas por Embalses en Curitiba (Brasil), en el que participan más de 50 países y cientos de organizaciones de todo el mundo.

7

Según el Instituto World Watch, la construcción de grandes embalses sumerge tierras cultivables y desplaza a los habitantes de las zonas anegadas (por ejemplo, en la India a más de 16 millones de personas, en China a tres millones y Sri Lanka a un millón), altera el territorio, reduce la biodiversidad, dificulta la emigración de los peces, la navegación fluvial y el transporte de elementos nutritivos aguas abajo, disminuye el caudal de los ríos, modifica el nivel de las capas freáticas, la composición del agua embalsada y el microclima, y conlleva el riesgo de enfermedades en la zona. En Brasil, el brote de dengue fue asociado con las represas del río Paraná.<sup>8</sup>

Asimismo, los responsables de este Instituto matizan que no se trata de una fuente de energía estrictamente renovable, pues los sedimentos, que se acumulan acortan la vida de los embalses, y la evaporación, sobre todo en las regiones cálidas, reducen la generación de electricidad.

---

<sup>7</sup> El día internacional de acción por los ríos o día de acción contra las represas grandes en Brasil. 1997

<sup>8</sup> worldwatch@worldwatch.org

Por su parte, otros expertos añaden que los grandes reservorios de agua pueden alterar la actividad tectónica, aunque reconocen que la probabilidad de que produzcan actividad sísmica es difícil de predecir.

Los defensores de estas grandes infraestructuras sostienen que se puede, en algunos casos, evitar o reducir los costes ambientales y sociales a un nivel aceptable, mediante la correcta evaluación de su impacto ambiental y la consecuente aplicación de las medidas correctoras.

Asimismo, recuerdan los beneficios que ofrecen las represas: controlan las inundaciones, garantizan el suministro de agua mejorando su calidad, son una alternativa energética a otras fuentes más contaminantes, y pueden crear una industria de pesca y facilitar la producción agrícola de la zona.

Por ello, en las últimas décadas la promoción de estas instalaciones se ha incrementado. En la actualidad hay 36.327 grandes embalses, que almacenan 5.500 kilómetros cúbicos de agua. La producción mundial de energía hidroeléctrica supera anualmente los 2.000 Twh de producción, lo que representa el 20% de la producción mundial de electricidad, según datos del World Watch.<sup>9</sup>

En España, Ecologistas en Acción subraya que más de 400 grandes embalses regulan casi todos los ríos, y otros 20 están en fase de construcción. Los responsables de esta ONG afirman que estas grandes infraestructuras han afectado al 20% de los espacios protegidos españoles, y son los causantes de la pérdida de importantes ecosistemas, pueblos, vegas de cultivo, paisajes singulares y construcciones de alto valor cultural. Asimismo, explican, al convertir los ríos en meros canales de agua, se han alterado los procesos naturales de autodepuración

---

<sup>9</sup> worldwatch@worldwatch.org

de las aguas, de erosión, transporte y sedimentación, provocando que los deltas y valles dejen de ser fértiles.<sup>10</sup>

### *3.6 Impulso de nuevas centrales*

El potencial eléctrico de origen hidráulico aún sin aprovechar es enorme, ya que apenas se utiliza el 16% a escala mundial, cifra que se reduce al 8% en el Tercer Mundo, mientras que España la producción hidráulica podría llegar al 20% que es la capacidad instalada.<sup>11</sup>

En este sentido, el Banco Mundial, una de las mayores entidades financieras de estas grandes infraestructuras, ha vuelto a impulsar su construcción.

A pesar de que se ha comprobado que la energía hidroeléctrica contribuye a la destrucción del medio ambiente y al calentamiento global, sobre todo en las zonas tropicales. Por medio de procesos de crecimiento y descomposición, los suelos, los bosques y los humedales consumen y emiten altas cantidades de dióxido de carbono y de metano, los beneficios derivados de la reducción en el consumo de combustibles fósiles superan este inconveniente.

Además, se deben tomar en cuenta los beneficios a la salud y las oportunidades contra la pobreza.

---

<sup>10</sup> worldwatch@worldwatch.org

<sup>11</sup> Núñez Cristina Op Cit

## Capítulo 4: Energías limpias

La **energía limpia** es un sistema de producción de energía en la que se elimina la posibilidad de cualquier fuente de contaminación del medio ambiente. Es decir, un sistema de producción de energía que está basado en una gestión que incluye mecanismos mediante los cuales nos deshacemos de los residuos peligrosos que se generan durante el proceso de producción y afectan nuestro planeta.

La **energía limpia** es, entonces, una fuente de energía en pleno desarrollo en vista de nuestra preocupación por la preservación del medio ambiente y por la crisis de **energías** agotables como el gas, el petróleo y el carbón. De hecho, se considera **energía limpia** a la que no emite CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

### *4.1 Energía Solar*

La energía solar se considera renovable porque es obtenida a partir aprovechamiento de la energía electromagnética procedente del sol. En la actualidad, el calor y la luz del Sol pueden aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.

Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural.

En 2011, la Agencia Internacional de la Energía afirmó que «El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a

largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas».<sup>1</sup>

La fuente de energía solar con mayor futuro, en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. “70% del territorio del país tiene una insolación mayor a 45 KWR/M2/día lo que significa que utilizando un área de 25 Km2 en cualquier parte de los desiertos de Chihuahua o de Sonora puede proveer la electricidad de nuestro país”. Suficiente para cumplir con el compromiso de generar para el año 2030, el 35% de la energía proveniente de fuentes renovables <sup>2</sup>

Gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia, y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las energías no renovables en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red. Otras tecnologías solares, como la energía solar termoeléctrica, están reduciendo sus costes también de forma considerable.

---

1 [vida.es/tecnologias-renovables/uso-elctrico/solar-fotovoltaica](http://vida.es/tecnologias-renovables/uso-elctrico/solar-fotovoltaica)

2 Largest solar. PV Power Plan in the Works in Mexico. [Cleantechnics.com/2013/29/latin-americas-pv\\_solarplant-inthe-works-in-mexico/](http://Cleantechnics.com/2013/29/latin-americas-pv_solarplant-inthe-works-in-mexico/)

#### *4.1.1 Energía solar pasiva*

La tecnología solar pasiva es el conjunto de técnicas dirigidas al aprovechamiento de la energía solar de forma directa, sin transformarla en otro tipo de energía, para su utilización inmediata o para su almacenamiento sin la necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía, aunque puede ser complementada por ellos, por ejemplo, para su regulación.

La tecnología solar pasiva incluye sistemas con ganancia directa e indirecta para el calentamiento de espacios, sistemas de calentamiento de agua basados en termosifón, el uso de masa térmica y de materiales con cambio de fase para suavizar las oscilaciones de la temperatura del aire, cocinas solares, chimeneas solares para mejorar la ventilación natural y el propio abrigo de la tierra.

La arquitectura bioclimática es la aplicación de este principio al diseño de edificaciones. La energía no se aprovecha por medio de captadores industrializados, sino que son los propios elementos constructivos los que absorben la energía de día y la redistribuyen por la noche.

#### *4.1.2 Energía solar fotovoltaica*

La energía solar fotovoltaica consiste en la obtención de energía eléctrica obtenida directamente a partir de la radiación solar, mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una disposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Un panel fotovoltaico consiste en una asociación de células, encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (normalmente tedlar). Este conjunto está enmarcado en una estructura de aluminio con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.

Debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares e instalaciones fotovoltaicas ha avanzado considerablemente en los últimos

años. La energía solar fotovoltaica se usaba tradicionalmente desde su popularización a finales de los años 1970 para alimentar innumerables aparatos autónomos, para abastecer refugios o casas aisladas de la red eléctrica, pero sobre todo, de forma creciente durante los últimos años, para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución, bien mediante inyección a la red o para autoconsumo doméstico.

El autoconsumo fotovoltaico consiste en la producción individual a pequeña escala de electricidad para el propio consumo, a través de los paneles solares. Ello se puede complementar con el balance neto. Este esquema de producción, que permite compensar el consumo eléctrico mediante lo generado por una instalación fotovoltaica en momentos de menor consumo, ya ha sido implantado con éxito en muchos países. Fue propuesto en España por la asociación fotovoltaica ASIF para promover la electricidad renovable sin necesidad de apoyo económico adicional. El balance neto estuvo en fase de proyecto por el IDAE. y ha sido recogido en el Plan de Energías Renovables 2011-2020 y el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

#### *4.2 Energía Eólica*

La energía eólica es otra forma de energía renovable es el sistema utilizado para transformar la fuerza que tiene el viento en electricidad a través de un equipo llamado **aerogeneradores**, compuesto por una turbina eólica situada en la parte superior de una torre de soporte y un generador eléctrico, cuyo principio de funcionamiento es el mismo que el de los antiguos molinos de viento.

Las **palas** del viento, giradas por el viento, **transforman la energía cinética producida por el viento en energía mecánica**, luego un generador conectado a las palas transforma la energía mecánica producida por la rotación de las palas en energía eléctrica; las palas están conectadas a este generador o **rotor**, a su vez conectado a un **“eje”** (colocado en el polo), que envía la energía de rotación

al **generador eléctrico** colocado en la base de la estructura. Este generador utiliza algunos imanes y **propiedades de inducción electromagnética** para producir un **voltaje eléctrico** (es decir, una diferencia en la carga eléctrica) y, por lo tanto, energía eléctrica.

Esta forma de producir energía se presenta con mucho dinamismo, tan solo en este 2019 se espera un crecimiento de un 27% y en un periodo de 6 años, al 2024, habrá de triplicar su capacidad instalada. Es decir, la producción de 2018 que fue 4935 Mw, habrá de aumentar a 15000 Mw, Leopoldo Rodríguez presidente de la Asociación Mexicana de Energía Eólica AMDEE. Reforma, 31 de enero de 2019, P. 3 sección Negocios).

### **Ventajas**

- Fuente inagotable
- Ocupa poco espacio y es reversible (el área ocupada por el parque puede restaurarse fácilmente para renovar el territorio preexistente).
- No contamina: es una fuente de energía limpia con un bajo impacto ambiental. No produce gases tóxicos y las propias turbinas eólicas pueden enfrentar un ciclo de vida muy largo antes de ser enviadas para su eliminación.
- Bajo coste tanto para la producción como para el mantenimiento

### **Desventajas**

- El viento no está garantizado
- Sin embargo, esta desventaja es aplicable a un muy largo plazo, es desde todos los puntos de vista mejor a la energía por quema de hidrocarburos, ya que el objetivo principal que es la protección del medio ambiente se cumple completamente, y si comparamos en un sentido estricto, ninguna forma que encuentre el ser humano hasta ahora es inagotable.
- Afectan a las aves: El impacto en la avifauna viene dictado por las paletas giratorias que pueden moverse hasta una velocidad de 70 km por hora. Las

aves no son capaces de reconocer visualmente las cuchillas que se mueven tan rápido chocando con ellas fatalmente.

Sin embargo, para este inconveniente se pueden establecer las turbinas en lugares no transitados por las aves, para que no exista este tipo de problemas. En la actualidad, nuestro país es el segundo del mundo en cuanto a la potencia eólica instalada, solamente por detrás de Alemania, y continúa creciendo.

#### *4.3 Energía Mareomotriz*

Este tipo de energía renovable se obtiene aprovechando las mareas. La fuerza cinética derivada del ascenso y descenso del agua que se produce debido a los cambios gravitacionales del sol tiene un gran potencial que puede ser utilizado en la generación de energía eléctrica.

En nuestro país ha tenido poca relevancia debido a que, durante los últimos años, se han impulsado principalmente las tecnologías solares y eólicas.

De hecho, este sistema es adecuado para instalarse en lugares donde el movimiento del agua de los océanos tiene más movimiento. México tiene un potencial considerable pero aún se encuentra en instalaciones de pequeña escala.

#### *4.4 Energía geotérmica*

Se genera energía a través del calor de la tierra, mientras más adentrados en las profundidades de la tierra mayor será la temperatura, gracias a esta constante física se puede obtener energía a partir del calor de la tierra. En México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a través de su Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG), ha venido operando a la fecha cuatro campos geotérmicos de tipo hidrotermal con una capacidad instalada total de alrededor de 931 Megawatts eléctricos (2016), suficientes para satisfacer la demanda de electricidad de unos dos millones de hogares mexicanos promedio. Por otra parte el Grupo Dragón, una empresa privada mexicana tiene en operación el campo denominado Domo san Pedro, en el estado de Nayarit, con una capacidad de 10

MWe. Para aprovechar estos recursos se tienen alrededor de 230 pozos de producción que alcanzan entre 1500 y 3500 m de profundidad.

Campos del país	Capacidad instalada
Cerro Prieto, Baja California	570 MWe
Los Azufres, Michoacán	248 MWe
Los Humeros, Puebla	94 MWe
Las Tres Vírgenes, Baja California Sur	10 MWe
Domo San Pedro, Nayarit	10 MWe

Campos en operación: Datos de los campos geotérmicos mexicanos en explotación, *cantidad anual generada por campo (GWh)*:

- Cerro Prieto 4,100
- Los Azufres 1,550
- Los Humeros 340
- Las Tres Vírgenes 55
- Total 6,045

### Cerro Prieto:

Se localiza a unos 13 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la planicie aluvial del Valle de Mexicali, dentro de una cuenca tectónica transtensional formada entre las fallas laterales Imperial y Cerro Prieto-Cucapah que pertenecen al sistema de San Andrés.

Es un campo sedimentario con un yacimiento geotérmico hidrotermal de líquido dominante, cuyos fluidos están contenidos en areniscas intercaladas con lutitas del Terciario Medio-Superior, que descansan sobre un basamento predominantemente granítico creácico.

- La capacidad instalada es de 720 MW
- 4 unidades de 110 MW c/u
- 4 unidades de 37.5 MW c/u
- 1 unidades de 30 MW de baja presión

- 4 unidades de 25 MW c/u
- 4 unidades fuera de operación de 37.5 MW c/u
- La capacidad operativa es de 570 MW
- Se generan poco más de 4,000 gigawatts-hora anualmente (GWh)

Gracias a las 4 mil toneladas por hora (t/h) de vapor proporcionado por 160 pozos productores. Se tienen, además, 17 pozos inyectores para devolver al subsuelo parte del agua residual.

### Los Azufres:

Está ubicado en la porción central de México, dentro de la llamada Faja Volcánica Mexicana, a una altitud media de 2,850 msnm. Es un campo volcánico cuyos fluidos están alojados en rocas principalmente andesíticas de edad Mioceno-Plioceno, cubiertas por riolitas de edad cuaternaria.

- En el campo se opera una unidad de 50 MW
- 4 de 26.5 MW c/u
- 7 de 5 MW c/u
- La capacidad en operación es de 191 MW
- Plantas que no operan
  - 2 plantas de ciclo binario de 1.5MW c/u
- La CFE opera
  - Pozos productores = 40
  - Inyectores = 6
  - Producción media de 1,700 t/h
  - Por año se generan más de 1500 GWh
- Enero 2015
  - Nueva unidad de 50 MW
  - Retiro de 3 unidades antiguas de 5 MW
  - Nueva capacidad operativa será de 226 MW

### Los Humeros:

Los Humeros, se encuentra también dentro de la Faja Volcánica Mexicana, pero en su porción oriental, a una elevación promedio similar a la de Los Azufres. La CFE ha desarrollado este campo dentro de una caldera volcánica de unos cien mil años de antigüedad, llamada Caldera de Los Potreros, anidada en otra caldera mayor y ligeramente más antigua conocida como Caldera de los Humeros.

- La capacidad instalada del campo es de 93.4 MW
- 2 unidades de 26.7MW c/u
- 8 unidades de 5 MW c/u
- Operan como respaldo 2 unidades
- La capacidad operativa es de 68.4 MW
- La CFE opera
  - Pozos productores = 23
  - Inyectores = 2
  - Producción de vapor de 630 t/h
  - Generación de 340 GWh
  - 1 unidad más de 26.7MW
  - Retiro de 3 unidades de 5 MW
  - Capacidad efectiva Capacidad en operación de 191 MW

### Las Tres Vírgenes:

Localizado a la mitad de la península de Baja California, dentro del complejo volcánico cuaternario del mismo nombre y a unos 750 msnm.

El campo contiene un yacimiento hidrotermal de líquido dominante en el que los fluidos están alojados de un basamento granítico cretácico, que es parte del Batolito Peninsular, en Baja California, y la fuente de calor parece ser una cámara magmática que alimenta al volcán más reciente y más meridional de la línea de tres volcanes que le dan nombre al complejo.

- 4 pozos que producen menos de 100 t/h de vapor
- Se generan unos 55 GWh al año
- 2 en operación para regresar la salmuera al yacimiento

La CFE planea instalar una ciudad de ciclo binario de 2 MW para aprovechar la abundante producción de salmuera caliente antes de re-inyectar al yacimiento.

#### *4.5 Energía Nuclear*

##### **Laguna Verde**

En nuestro país tenemos una grata experiencia que ha rendido buenos resultados por casi 50 años, la Central Nuclear de Laguna Verde (CNLV). Ubicada en la localidad de Punta Limón del Municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios en el Estado de Veracruz, México.

La CNLV, es la única instalación que tenemos para producción de Energía eléctrica mediante el calentamiento de agua para obtener vapor, a base de fisión molecular (separación molecular), para impulsar las turbinas generadoras.

De acuerdo con datos de la CFE, la Central Nuclear de Laguna Verde genera el 5 % de la energía total que consume el país, con sistemas de producción que garantizan la máxima seguridad, con una sólida cultura organizacional que prioriza la calidad. La generación nuclear no contribuye al “calentamiento global” porque no emite gases de efecto invernadero.

Aunque la probabilidad de que haya liberación de material radiactivo es mínima están previstas todas las contingencias porque se opera con las regulaciones y controles que aplican a nivel internacional, como es el caso del Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE).

La energía hidroeléctrica comenzó a utilizarse a finales del siglo XIX para generar electricidad y actualmente se emplea en 159 países del mundo. En el conjunto de las energías renovables, a la hidroeléctrica le corresponde un papel significativo. Su utilización permite compensar las fluctuaciones de producción que provoca el uso de las energías solar y eólica, que dependen de la situación meteorológica, y con ello garantizar un abastecimiento eléctrico estable procedente de fuentes de energía renovables.

Gracias a sus bajos costes de generación eléctrica de 0,02 euros / kWh, la energía hidroeléctrica es muy competitiva en comparación con otras fuentes, tanto renovables como convencionales. La alta seguridad de funcionamiento y abastecimiento y la supresión a largo plazo de los gastos de combustibles ofrecen una posibilidad económica para garantizar el suministro básico de electricidad. Dado que las centrales hidroeléctricas, dependiendo del tipo, almacenan la energía y que, en caso necesario, pueden suministrar electricidad con rapidez, contribuyen de manera importante a la estabilidad de la red. Las centrales hidroeléctricas reducen la dependencia y los riesgos de la importación de energía y, en zonas sin un amplio abastecimiento energético, constituyen la base para su desarrollo económico.

## Capítulo 5: El futuro energético

### 5.1 La industria hidroeléctrica nuestra mejor opción

Existen muchos elementos que intervienen, pero la energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Los gobiernos de todo el mundo están obligados a garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

La actividad económica de nuestro país depende de servicios energéticos fiables y asequibles para funcionar sin trabas y de forma equitativa. Un sistema energético bien establecido apoya todos los sectores: desde las empresas, la medicina y la educación a la agricultura, las infraestructuras, las comunicaciones y la alta tecnología.<sup>1</sup>

Independientemente de la actividad económica, el tener acceso a la electricidad es indispensable en cualquier actividad que se desempeñe, pero la generación de electricidad depende en mayor medida, de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo o el gas.

A partir de mediados del siglo XVII, estos combustibles han sido las principales fuentes de producción de electricidad. La quema de combustibles con alto contenido en carbono produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero, los cuales contribuyen al cambio climático y tienen efectos perjudiciales para el bienestar de la población y el medio ambiente.

Por otra parte, el consumo de electricidad a nivel mundial está aumentando rápidamente conforme crece la actividad económica, la recreación y en general

---

<sup>1</sup> ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Naciones Unidas WEb Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf)

todos los servicios requeridos por la vida moderna requieren del suministro estable de electricidad.

La transición a un sistema energético asequible, fiable y sostenible depende de la inversión en recursos energéticos renovables, dando prioridad a las prácticas de alto rendimiento energético y adoptando tecnologías e infraestructuras de energía no contaminante.

Aunque en la Reforma Energética de 2013, no se consideró como energía limpia, la energía hidroeléctrica se considera un método limpio y seguro de generación de electricidad. No agrega dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente y utiliza una fuente renovable de energía, el agua.

La energía hidroeléctrica tiene también otros beneficios. Las presas y las plantas hidroeléctricas duran mucho tiempo. Esto significa que, una vez que se compensan los costos, la planta hidroeléctrica se convierte en una fuente de electricidad relativamente económica.

Aunque es necesaria una inversión muy importante para el desarrollo de las infraestructuras que componen una central hidroeléctrica, a la larga, este tipo de energía resulta barata. Si bien la energía hidráulica parte de un recurso natural, las corrientes de agua, su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Sin embargo, una vez superada esta fase, sus costos de explotación son bajos, y su mejora tecnológica hace que se aprovechen de manera eficiente los recursos hidráulicos disponibles.

Además, hay que tener en cuenta las ventajas económicas indirectas que la energía hidráulica puede tener para los habitantes de la zona donde se instala una central. Los embalses de las centrales hidroeléctricas pueden servir para revitalizar económicamente una población, no sólo durante su fase de construcción. Los

embalses pueden convertirse en zonas de recreo y de atractivo turístico, lo que impulsará la creación de pequeñas empresas turísticas que generan empleo y otras que se encargan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones.

De forma adicional también las presas en los ríos, además de servir para producir energía eléctrica, son muy útiles para regular el caudal del río. De esta forma se pueden evitar crecidas peligrosas del caudal y se logra abastecer de agua a los cultivos y a la población en épocas de severa sequía. En definitiva, se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético.

Siempre habrá inconvenientes y efectos en impacto ambiental cuando se trata de obras de infraestructura hidráulica, pero en el caso de nuestro país se trata de renovar y modernizar la planta existente la que tiene un potencial de triplicar su producción sin necesidad de nuevas obras. Los defensores de las grandes infraestructuras sostienen que se puede, en algunos casos, evitar o reducir los costes ambientales y sociales a un nivel aceptable, mediante la correcta evaluación de su impacto ambiental y la consecuente aplicación de las medidas correctoras.

Por otra parte, mi propuesta que se suma a la de muchos interesados en el desarrollo del sector, es que después de la modernización se siga invirtiendo en obras de infraestructura hidráulica de mediana y pequeña escala ponderando el impacto ambiental y cuidando que se realicen las obras de mitigación y remediación correspondientes.

Asimismo, se deben considerar los beneficios que ofrecen las represas: controlan las inundaciones, garantizan el suministro de agua mejorando su calidad, son una alternativa energética a otras fuentes más contaminantes, pueden crear una industria de pesca y facilitar la producción agrícola de la zona.

Las empresas pueden mantener y proteger los ecosistemas para poder utilizar y desarrollar fuentes hidroeléctricas de electricidad y bioenergía, y comprometerse a

satisfacer el 100% de sus necesidades operacionales de electricidad a partir de fuentes de energía renovable.

## 5.2 La Agenda 20-30

México participa en los esfuerzos, a nivel internacional, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en este sentido ha adquirido compromisos en los diferentes foros mundiales, pero destacan los compromisos adquiridos como miembro de la Organización de las Naciones Unidas.

### Datos destacables.

- El 13% de la población mundial aún no tiene acceso a servicios modernos de electricidad.
- 3000 millones de personas dependen de la madera, el carbón, el carbón vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar la comida.
- La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.<sup>2</sup>
- La contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustibles para la energía doméstica causó 4,3 millones de muertes en 2012, 6 de cada 10 de estas fueron mujeres y niñas.
- En 2015, el consumo final de energías renovables fue del 17,5%.

### Compromisos

- De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos
- De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas
- De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética

---

<sup>2</sup> Naciones Unidas. (2015). Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Web. Naciones Unidas Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

- De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias  
De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo<sup>3</sup>.

Estos datos son sacados de la página del gobierno de México y podemos analizar el consumo de toda la energía consumida.

---

<sup>3</sup> Naciones Unidas. (2015). Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Web. Naciones Unidas Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

### Centrales Eléctricas de Iberdrola adquiridas para operación de la CFE

No.	Central Eléctrica	Ubicación	Capacidad (MW) Permisos CRE	Capacidad (MW) Interconexión CENACE	Tecnología	Fecha de inicio de operación comercial	Tipo de permiso
1	Tamazunchale I	Tamazunchale, San Luis Potosí.	1,261 (PIE: 1,161; AUT: 100)	1,235 (PIE: 1,135; AUT: 100)	Ciclo combinado	Junio 2007 (16 años)	PIE y AUT
2	Tamazunchale II	Tamazunchale, San Luis Potosí.	532	514	Ciclo combinado	Mayo 2022 (1 año)	LIE
3	Altamira III y IV	Altamira, Tamaulipas.	1,214 (PIE: 1,153.7; AUT: 60)	1,102 (PIE: 1,042.4; AUT: 60)	Ciclo combinado	Diciembre 2003 (20 años)	PIE y AUT
4	Altamira V	Altamira, Tamaulipas.	1,223 (PIE: 1,143; AUT: 80)	1,201 (PIE: 1,121; AUT: 80)	Ciclo combinado	Noviembre 2006 (17 años)	PIE y AUT
5	Topolobampo II	Ahome, Sinaloa.	1,178 (PIE: 1,091; LIE: 87)	917 (PIE: 887; LIE: 30)	Ciclo combinado	Octubre 2019 (4 años)	PIE y LIE
6	Topolobampo III	Ahome, Sinaloa.	868	791	Ciclo combinado	Noviembre 2019 (4 años)	PIE
7	Escobedo (Noreste)	El Carmen, Nuevo León.	1,026 (PIE: 946; LIE: 80)	904 (PIE: 869; LIE: 35)	Ciclo combinado	Enero 2019 (4 años)	PIE y LIE
8	La Laguna	Gómez Palacio, Durango.	615 (PIE: 514; AUT: 101)	543 (PIE: 498; AUT: 45)	Ciclo combinado	Marzo 2005 (18 años)	PIE y AUT
9	Monterrey I y II (Dulces Nombres)	Pesquería, Nuevo León.	530	545	Ciclo combinado	Marzo 2002 (1 año)	PIE
10	Monterrey III y IV (Dulces Nombres II)	Pesquería, Nuevo León.	338	303	Ciclo combinado	Octubre 2016 (7 años)	AUT
11	Baja California	Ensenada, Baja California	333 (PIE: 303; LIE: 30)	324 (PIE: 294; LIE: 30)	Ciclo combinado	Enero 2017 (6 años)	PIE y LIE
12	Enertek	Altamira, Tamaulipas.	168	152	Ciclo combinado	Febrero 1998 (25 años)	COG
13	La Venta III	Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio, Oaxaca	102	102	Eólica	Marzo 2012 (11 años)	PIE
Total			9,388	8,633			

Fuente: Aristegui Noticias <https://aristeguinioticias.com/1104/mexico/amlo-defiende-compra-de-plantas-a-iberdrola-no-son-chatarra/>

Como se puede apreciar la modernización de las Centrales de Energía Hidroeléctrica cuyo proyecto establece como meta quedar concluido en 2024 nos permitirá, como país, cumplir sobradamente con este compromiso, ya que debemos producir energía limpia en un 30%. También nos anticipa que podremos cubrir, sin problemas, el de 2030 donde tenemos que producir energía limpia en una proporción de 50%.

Desde hace mucho tiempo, la energía hidroeléctrica se considera un método limpio y seguro de producción de electricidad. No agrega dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente y utiliza una fuente renovable de energía, el agua.

La energía hidroeléctrica tiene también otros beneficios. Las presas y las plantas hidroeléctricas duran mucho tiempo. Esto significa que, una vez que se compensan

los costos, la planta hidroeléctrica se convierte en una fuente de electricidad relativamente económica.

La energía hidroeléctrica tiene también otros beneficios. Las presas y las plantas hidroeléctricas duran mucho tiempo. Esto significa que, una vez que se compensan los costos, la planta hidroeléctrica se convierte en una fuente de electricidad relativamente económica.

Aunque es necesaria una inversión muy importante para el desarrollo de las infraestructuras que componen una central hidroeléctrica, a la larga, este tipo de energía resulta barata. Si bien la energía hidráulica parte de un recurso natural -las corrientes de agua- su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Sin embargo, una vez superada esta fase, sus costes de explotación son bajos, y su mejora tecnológica hace que se aproveche de manera eficiente los recursos hidráulicos disponibles.

Además, hay que tener en cuenta las ventajas económicas indirectas que la energía hidráulica puede tener para los habitantes de la zona donde se instala una central. Los embalses de las centrales hidroeléctricas pueden servir para revitalizar económicamente una población, no sólo durante su fase de construcción. Los embalses pueden convertirse en zonas de recreo de atractivo turístico, lo que impulsará la creación de pequeñas empresas turísticas que generan empleo y otras que se encargan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones.

De forma adicional también las presas en los ríos, además de servir para producir energía eléctrica, son muy útiles para regular el caudal del río. De esta forma se pueden evitar crecidas peligrosas del caudal y se logra abastecer de agua a los cultivos y a la población en épocas de severa sequía. En definitiva, se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético.

La energía hidroeléctrica que se puede obtener en una zona depende de los cauces de agua y desniveles del terreno, pero los avances tecnológicos de las plantas y la posibilidad de transmisión de energía permiten la construcción de plantas hidroeléctricas en lugares remotos, lo que nos permite atender a las zonas que hasta ahora han sido marginadas del progreso económico y social.

Las plantas hidroeléctricas varían de tamaño debemos pensar en desarrollos locales que podrán atenderse con la construcción de micro plantas que producen hasta 100 kilovatios suficientes para las comunidades pequeñas en regiones apartadas.

Por su parte, las centrales minihidráulicas generan asimismo opiniones enfrentadas. Desde Iberdrola se asegura que están sometidas a rigurosos controles medioambientales por parte de las autoridades. El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) considera que la tecnología actual permite un impacto ambiental mínimo. Sin embargo, sus detractores sostienen que “sólo son rentables para su propietario, impiden el paso de peces y la explotación de caudales”. Aquí se debe insistir que se tienen que ponderar cuidadosamente los daños a los ecosistemas y que siempre es posible emprender obras de conservación, mitigación y restauración del medio ambiente.

¿Por qué las centrales hidroeléctricas generan tantos conflictos? En este texto mostraremos sus impactos reales sobre los derechos de los pueblos indígenas y los derechos de la Madre Tierra, que son sistemáticamente vulnerados en nombre de un “desarrollo” depredador que además nunca nos alcanza.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Desde hace mucho tiempo, la energía hidroeléctrica se considera un método limpio y seguro de producción de electricidad. No agrega dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente y utiliza una fuente renovable de energía, el agua.

La energía hidroeléctrica tiene también otros beneficios. Las presas y las plantas hidroeléctricas duran mucho tiempo. Esto significa que, una vez que se compensan los costos, la planta hidroeléctrica se convierte en una fuente de electricidad relativamente económica.

Aunque es necesaria una inversión muy importante para el desarrollo de las infraestructuras que componen una central hidroeléctrica, a la larga, este tipo de energía resulta barata.

Si bien la energía hidráulica parte de un recurso natural -las corrientes de agua- su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Sin embargo, una vez superada esta fase, sus costos de explotación son bajos, y su mejora tecnológica hace que se aproveche de manera eficiente los recursos hidráulicos disponibles.

Además, hay que tener en cuenta las ventajas económicas indirectas que la energía hidráulica puede tener para los habitantes de la zona donde se instala una central. Los embalses de las centrales hidroeléctricas pueden servir para revitalizar económicamente una población, no sólo durante su fase de construcción. Los embalses pueden convertirse en zonas de recreo de atractivo turístico, lo que impulsará la creación de pequeñas empresas turísticas que generan empleo y otras que se encargan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones.

De forma adicional también las presas en los ríos, además de servir para producir energía eléctrica, son muy útiles para regular el caudal del río. De esta forma se

pueden evitar crecidas peligrosas del caudal y se logra abastecer de agua a los cultivos y a la población en épocas de severa sequía. En definitiva, se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético.

La energía hidroeléctrica que se puede obtener en una zona depende de los cauces de agua y desniveles del terreno, pero los avances tecnológicos de las plantas y la posibilidad de transmisión de energía permiten la construcción de plantas hidroeléctricas en lugares remotos, lo que nos permite atender a las zonas que hasta ahora han sido marginadas del progreso económico y social.

Los empleadores pueden reducir la demanda interna de transporte dando prioridad a las telecomunicaciones, e incentivar los modos de transporte de menor consumo energético, como el transporte ferroviario, por encima del transporte aéreo o por carretera.

Los inversores pueden invertir más en servicios de energía sostenible, introduciendo rápidamente nuevas tecnologías en el mercado a partir de una amplia base de proveedores.<sup>1</sup>

Todos podemos ahorrar electricidad desenchufando los aparatos, incluidas las computadoras, y apagándose completamente cuando no se usan. También podemos ir en bicicleta, caminar o utilizar el transporte público para reducir las emisiones de carbono.<sup>2</sup>

El mundo está avanzando con indicios alentadores de que la energía se está volviendo más sostenible y ampliamente disponible. El acceso a la electricidad en los países más pobres ha comenzado a acelerarse, la eficiencia energética continúa

---

<sup>1</sup> ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Naciones Unidas Web. Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf)

<sup>2</sup> Ibid

mejorando y la energía renovable está logrando resultados excelentes en el sector eléctrico.

Los empleadores pueden reducir la demanda interna de transporte dando prioridad a las telecomunicaciones, e incentivar los modos de transporte de menor consumo energético, como el transporte ferroviario, por encima del transporte aéreo o por carretera.

Es que después de la modernización se siga invirtiendo en obras de infraestructura hidráulica de mediana y pequeña escala ponderando el impacto ambiental y cuidando que se realicen las obras de mitigación y remediación correspondientes. El potencial eléctrico de origen hidráulico aún sin aprovechar es enorme, ya que apenas se utiliza el 17% a escala mundial, cifra que se reduce al 8% en el Tercer Mundo, mientras que España en teoría podría duplicar su producción.

## Bibliografía

- Aristegui Noticias <https://aristeguinioticias.com/1104/mexico/amlo-defiende-compra-de-plantas-a-iberdrola-no-son-chatarra/>
- Balderas Ángel, Reforma Energética de 2013. Folleto digital y Entrevista 9 de febrero 2023, con Daniela Campero: #Para hablar en Libertad.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 27. 1917 (México).
- Cristina Núñez. Qué es la Energía Hidroeléctrica 5 de septiembre del 2010. Actualizado a partir de una traducción de National Geographic.com del 26 de mayo de 2022.
- Diario Oficial Tomo CCLXXXIII, Núm..38, México, Lunes 14 de agosto de 1967, “ Acuerdo por el cual se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad para que , con intervención de la secretaria de Patrimonio Nacional proceda a la disolución y liquidación de sus filiales: Industria Eléctrica Mexicana, S.A. de C.V., Nueva Compañía Eléctrica Chapala S.A. ,Compañía Eléctrica Morelia S.A., Compañía Hidroeléctrica Occidental SA, Compañía Eléctrica Manzanillo S.A. ,Compañía Eléctrica Guzmán S.A., Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Sabinas S:A. , Servicios Eléctricos de Piedras Negras S.A. ,Compañía Eléctrica de Matamoros S.A., Compañía Eléctrica de Sinaloa, S.A., Compañía Hidroeléctrica del Río Micos, S.A., Luz y Fuerza Mante, S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Guerrero, S.A., Eléctrica de Hidalgo, S.A. de C.V., Hidroeléctrica Mexicana, S.A., Eléctrica de Tehuacán, S.A., Compañía de Luz y Fuerza de Comitán, S.A., Eléctrica de Oaxaca. S.A. y Eléctrica de Huixtla, S.A.,” Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos”
- Diario Oficial Tomo CII, Núm..3, México, martes 04 de mayo de 1937, “Decreto por el cual se reforma al que autoriza al Ejecutivo Federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 4

- Diario Oficial Tomo CII, Núm..47, México, martes 24 de agosto de 1937, “Ley que crea la Comisión Federal de Electricidad”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 3-4
- Diario Oficial Tomo CLXXII, Núm..11, México, viernes 14 de enero de 1949, “Decreto que establece bases para el funcionamiento de la Comisión Federal de Electricidad”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 5-6
- Diario Oficial Tomo CXII, Núm..13, México, lunes 10 de enero de 1939, “Ley del Impuesto Sobre Consumo de Energía Eléctrica”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 1
- Diario Oficial Tomo CXII, Núm..36, México, sábado 11 de febrero de 1939, “Ley de la Industria Eléctrica”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 4-8. Las concesiones ya eran adecuadas a la realidad nacional y justas para el interés público.
- Diario Oficial Tomo XXXVI, Núm. 7, México, martes 11 de mayo de 1926, “Código Nacional Eléctrico”, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, p.p. 132-134
- El día internacional de acción por los ríos o día de acción contra las represas grandes en Brasil. 1997
- Espinosa Medel Eduardo, Diagnóstico Actual de la Crisis Ecológica. Documento de trabajo del Diplomado en Economía Ecológica y Ambiental del Agua. FES Acatlán UNAM,2005. p.1
- Galano y *et. al.* (2-4 mayo 2002). Manifiesto por la Vida por una Ética para la Sustentabilidad. Simposio sobre Ética Ambiental y Desarrollo Sustentable. Bogotá, Colombia.
- Gobierno de México. *Reforma Energética de 2013*. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/10233/Explicacion ampliada de la Reforma Energetica1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/10233/Explicacion_ampliada_de_la_Reforma_Energetica1.pdf)
- IRENA.International Renewable Energy Agency, 2021. Costo de Generación de energía 2021. Eólica terrestre 0.33 fotovoltaica 0.48 euros.

- Kunzig, Robert. (2011). *How Population Booms*. National Geographic, January 2011
- Largest solar. PV Power Plan in the Works in Mexico. Cleantechnics.com/2013/29/latin-americas-pv\_solarplant-inthe-works-in-mexico/
- Leff, Enrique *Crisis de la Civilización y Emergencia del Ambiente. Saber Ambiental Editorial Siglo XXI, México 2013, p.257*
- Naciones Unidas. (2015). Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Web. Naciones Unidas Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy>
- Nahle Rocío, Conferencia Magistral: Foros sobre la Reforma Eléctrica. Xalapa Veracruz, 14 de febrero de 2022.
- Oliva Fernando Exsecretario del Trabajo del Sindicato Mexicano de Electricistas. Conferencia ante la Comisión de Energía de la Cámara de Diputados. <https://fb.watch/9BTOZa>, 13 de diciembre del 2021.
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Naciones Unidas WEB Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf)
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Naciones Unidas Web. Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf)
- Revista Lux no. 605: Govea Sansón Mario, La Industria Eléctrica en México, SME, México, abril 2008, Pág. 25
- Revista Lux: “El Gral. Lázaro Cárdenas decreta en 1937 la creación de la CFE “, Suplemento Especial 50 Aniversario de la Nacionalización en la Industria Eléctrica, SME. Septiembre 2010, Pág. 14. Se tomo del índice de la revista el título, ya que en la paina 14 aparece un titulo diferente el cual es “ante la indiferencia y abusos del Monopolio Eléctrico, el Gral., Cárdenas fundo la CFE, Reséndiz Núñez Daniel, Op.cit., pág.21,22,30

- Revista Lux: Los Inicios de la Industria Eléctrica en México, Suplemento Especial 50 Aniversario de la Nacionalización en la Industria Eléctrica, SME. Septiembre 2010, Pág. 5
- [vida.es/tecnologías-renovables/uso-eléctrico/solar-fotovoltaica](http://vida.es/tecnologías-renovables/uso-eléctrico/solar-fotovoltaica)
- [worldwatch@worldwatch.org](mailto:worldwatch@worldwatch.org)