



"2023. Año del Septuagésimo Aniversario del Reconocimiento del Derecho al Voto de las Mujeres en México."

Diagnóstico Energético del Estado de México Obletivo de la investigación: 1. Conocer el potencial energético por fuentes renovables presentes en el Estado para fomentar el uso de energía limpia dentro del territorio de la entidad. 2. Identificar los flujos energéticos existentes dentro del Estado de México, para la elaboración de políticas públicas enfocadas a la eficiencia energética y uso racional de la energía. (X) Eficiencia (X) Energías Temática que (X) Cambio Climático aborda: Energética Renovables Tipo de (X) Estudio) Proyecto documento: Titular L.C.A. Andrés Arturo Mejía Salinas responsable: Área Departamento de Mitigación al Cambio Climático Responsable: Responsables de la elaboración Nombre y Cargo Perfil Profesional Firma autógrafa Adrian Patiño Tinoco Ingeniero en Energía Jefe de Analistas Diana Laura Peña González Ingeniera en Energía Analista B Dennis Lizeth López Velázquez Licenciada en Geología Jefa de Analistas Ambiental y Recursos Hídricos Nombre y Cargo Firma L.C.A. Andrés Arturo Mejía DEPARTAMENTO Responsable Salinas E MITIGACIÓN AL de la revisión Jefe del Departamento de Mitigación al Cambio Climático SUBDIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN Y CRECIMIENTO VERDE L.C.A. María del Socorro López Responsable Covuca de la Subdirectora de Adaptación y validación Crecimiento Verde Responsable Mtra. María Elena López de la Barrera DIRECCIÓN autorización Directora General del IEECC GENERAL Año de elaboración: Año de publicación:

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO



INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Departamento de Mitigación al Cambio Climático







INDICE

| Introducción. | 4 |
|--|----|
| Objetivos generales. | 5 |
| Objetivos específicos | 5 |
| Alcances y Limitaciones | 5 |
| Alcances | 5 |
| Limitaciones | 5 |
| CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESTADO DE MÉXICO | 6 |
| 1.1 Ubicación geográfica | 6 |
| 1.2 Climas y temperaturas | 6 |
| Climas. | 6 |
| Temperaturas | 8 |
| 1.3 Orografía. | 9 |
| 1.4 Geología | 9 |
| 1.5 Hidrografía. | 9 |
| 1.6 Biodiversidad | 9 |
| CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS ESTADO DE MÉXICO | |
| 2.1 Demografía | 11 |
| 2.2 Ingresos corrientes en el Estado de México | 14 |
| 2.2 Viviendas | 23 |
| 2.3 Actividades económicas en el Estado de México | 25 |
| 2.4 Industria | 26 |
| 2.5 Transporte | 28 |
| Capitulo III. Energía en el Estado de México | 32 |
| 3.1 Recursos renovables disponibles | 36 |
| 3.2 Agua | 37 |
| Energía hidroeléctrica | 37 |
| 3.3 Biomasa | 42 |
| Biogás | 42 |
| 3.4 Sol | 44 |
| Energía solar térmica | 44 |
| Energía solar fotovoltaica | 45 |

| 3.5 Viento |
|---|
| Energía eólica49 |
| 3.6 Capacidad instalada en el Estado de México |
| 3.7 Generación de Energía en el Estado de México 58 |
| 3.9 Electrificación rural65 |
| 3.10 Hospitales Verdes y Saludables |
| 3.11 Asesorías a la población en materia de fuentes de energía renovables y eficiencia energética |
| Reporte general de reportes municipales de eficiencia energética 2018, 2019 y 2020. |
| Conclusiones |
| Anexos |
| Bibliografía82 |

Introducción.

Debido a la urgencia de atender la crisis climática provocada por las actividades humanas con alto impacto ambiental, el uso irracional de los recursos naturales, el crecimiento demográfico, una economía lineal que solo se concentra en la ganancia monetaria y una amplia gama de actividades humanas que no consideran al medio ambiente como prioridad, el Gobierno del Estado de México se ha dado a la tarea de realizar un estudio que arroje información acerca de los flujos energéticos que ocurren dentro del territorio mexiquense, con la finalidad de identificar puntos de mejora, cambio e innovación en el sector energético, ya que la generación, y por ende, el consumo de energía, son la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel estatal, nacional e internacional.

Los flujos energéticos que ocurren en la Tierra comienzan fuera de ella, en el Sol. La energía que llega a la corteza terrestre es transformada mediante diferentes procesos y mecanismos en distintos tipos de energía. Por ejemplo, las plantas transforman la energía lumínica proveniente del Sol en energía química, la cual utilizan para vivir. Los animales que comen plantas obtienen parte de esa energía y así hasta llegar al final de la cadena trófica. El ser humano es incapaz de generar su propia energía, por lo que necesita suministro externo para poder sobrevivir, misma energía que obtienen de alimentos que previamente transformaron la energía solar, pero, una característica esencial de la raza humana es que llevó los procesos somáticos más allá, controlando y entendiendo los flujos energéticos que le rodeaban, utilizándolos a su favor para la obtención de un beneficio.

El Estado de México posee una gran diversidad de climas y ecosistemas, en donde la energía fluye de manera natural y permite que exista una gran biodiversidad repartida por todo el territorio del Estado. Aunado a los flujos energéticos naturales, existe los que son originados por el hombre; así, por ejemplo, un flujo energético originado por el hombre sería el del petróleo. El petróleo es un recurso natural que retiene energía solar acumulada a lo largo de miles o millones de años; cuando el humano los extrae y comienza el proceso de refinación (fragmentación del petróleo crudo en diferentes sustancias), comienza el flujo energético. La energía solar almacenada en el petróleo pasa a ser gasolina, diésel o aceites que son quemados en motores para suministrar energía calórica y poder mover barcos, aviones, camiones y coches. La importancia del petróleo es tal, que muchas economías en el mundo dependen de su disponibilidad y capacidad de extracción, y México no es la excepción.

Las ventajas que nos dan los combustibles fósiles son muchas, ya que son una fuente energética que "almacena" mucha energía y es una está disponible al instante, en comparación con las fuentes de energía renovables, que son intermitentes y su disponibilidad no se adapta a las exigencias de inmediatez del humano, por lo que aún no han podido desplazar a las energías convencionales. Sin embargo, la crisis que trae el uso indiscriminado de combustibles fósiles nos tiene en una de las batallas más grandes que ha enfrentado la raza humana, el cambio climático, por lo que la diversificación de la matriz energética es fundamental para mitigar el impacto e influencia que tiene el uso de energéticos en el medio ambiente, así como disminuir la dependencia a los combustibles fósiles, siendo esta una estrategia que beneficiaría a la economía, a la sociedad y al medio ambiente.

Dentro del territorio mexiquense se mueve una de las redes comerciales e industriales más grandes e importantes del país. Aunado a esto, su colindancia con la Ciudad de México, hace que los flujos energéticos sean diversos y complejos, por lo que se debe rastrear el proceso de generación, transmisión y consumo de energía, abarcando no solo el sector eléctrico, sino que también se consideren los combustibles fósiles utilizados e identificar el potencial energético para fuentes renovables, con la finalidad de fomentar la implementación de tecnología limpia para la generación de recursos energéticos que utilice la población mexiquense, beneficiando a su economía y salud, garantizando un desarrollo sostenible y limpio para las generaciones venideras.

Objetivos generales.

- Conocer el potencial energético por Fuentes renovables presentes en el Estado para fomentar el uso de energía limpia dentro del territorio de la Entidad.
- Identificar los flujos energéticos existentes dentro del Estado de México, para la elaboración de políticas públicas enfocadas a la eficiencia energética y uso racional de la energía.

Objetivos específicos.

- Obtener una línea base de consumo y generación de energía en el estado para visualizar el desarrollo del sector energético en la región.
- Cuantificar la demanda energética del Estado para el diseño de campañas de concientización sobre el uso racional de la energía y poder medir su impacto económico, energético y ambiental.
- Generar datos fiables, verídicos y rastreables para el desarrollo de investigaciones en los sectores energético y ambiental.
- Implementar sistemas de información geográfica (SIG) para la representación de información de manera gráfica y concisa.

Alcances y Limitaciones.

Alcances.

Con el desarrollo del estudio se pretende definir los indicadores pertinentes para describir el contexto energético del Estado de México y diseñar campañas para el fomento de la eficiencia energética y la elaboración de políticas públicas enfocadas en el ahorro y uso de la energía, así como también conocer el potencial energético de fuentes renovables para que sirva como base para la implementación de proyectos de generación de energía.

Limitaciones.

Debido a la falta de recurso monetario y personal especializado destinado a la realización del estudio, disminuirá la precisión y certeza de los datos recabados, ya que no se podrán realizar mediciones en campo para corroborar la información obtenida a partir de fuentes bibliográficas.

CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESTADO DE MÉXICO.

1.1 Ubicación geográfica.

El Estado de México se encuentra en la zona centro de la República Mexicana, ubicado geográficamente entre los paralelos 18° 21' 57" y 20° 17' 27" de latitud norte y entre los paralelos 98° 35' 50" y 100° 36' 45" de longitud oeste. Colinda con 7 entidades federativas: con Querétaro e Hidalgo al norte; con Puebla y Tlaxcala al este; con Michoacán al oeste; y con Guerrero y Morelos al sur. Además, el Estado de México rodea gran parte de la capital mexicana, la Ciudad de México, con la que circunda al norte, este y oeste de la ciudad (CONABIO, 2021).

Se localiza en la parte más alta de la Altiplanicie Mexicana. Su superficie es de 2,249,995 ha o lo que es igual a 22,499.95 km², representando el 1% del territorio nacional mexicano. La superficie del Estado de México se divide en 125 municipios, los cuales presentan regiones montañosas, valles, lomeríos y llanuras, con una diferencia altitudinal que va desde los 300 msnm en su punto más bajo, hasta los 5500 msnm en el punto más alto. El estado se ubica entre dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico (75.5% de la superficie estatal) y la Sierra Madre del Sur (24.5%), siendo la separación entre el norte y sur del país, caracterizada por tener tres de las montañas más altas del país: El volcán Popocatépetl (5,500 msnm), el Iztaccíhuatl (4,680 msnm) y el Xinantécatl o nevado de Toluca (4,680 msnm).

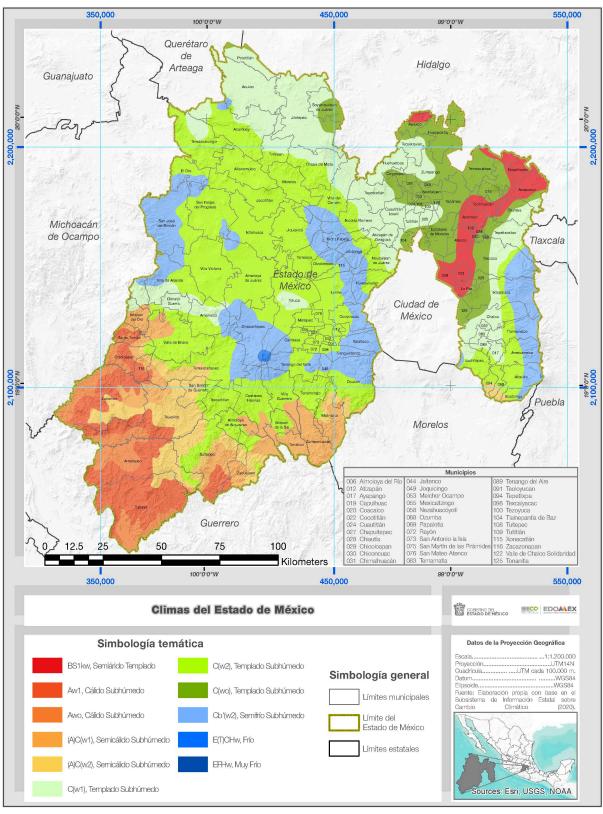
1.2 Climas y temperaturas.

Climas.

El relieve y la ubicación geográfica del Estado de México hace que se presenten diferentes tipos de clima, los cuales son:

- Semiárido templado.
- Cálido Subhúmedo.
- Semicálido subhúmedo.
- Templado subhúmedo.
- Semifrío subhúmedo.
- Frío.
- Muy Frío.

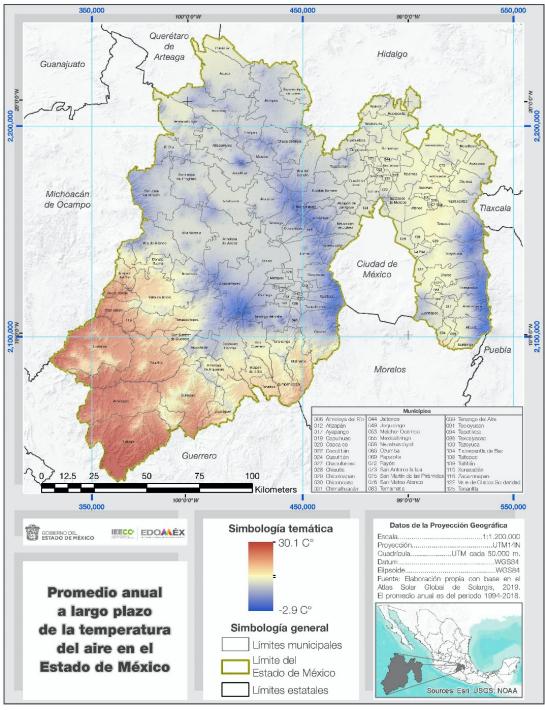
En el mapa 1 se visualizan los diferentes tipos de clima presentes en el Estado de México, siendo el clima C(wo), templado subhúmedo el predominante.



Mapa 1.- Climas del Estado de México. FUENTE: Elaboración propia con base en el Subsistema de Información Estatal sobre Cambio Climático (2020).

Temperaturas.

En promedio, la temperatura media anual es de 16.8 °C, predominando los 13 °C en el área del clima templado, temperaturas mayores a los 20 °C en el área de la cuenca del Balsas y temperaturas menores a 3.7 °C en los picos más altos del Estado. En el mapa 2 se visualiza la distribución de las temperaturas en el territorio mexiquense.



Mapa 2.- Temperatura promedio anual del EDOMEX.

1.3 Orografía.

El territorio del Estado de México se encuentra enclavado en el sistema orográfico de la provincia del Eje Volcánico Transversal que comprende las subprovincias Mil Cumbres, Lagos y Volcanes de Anáhuac y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo; y en la provincia Sierra Madre del Sur que comprende las subprovincias Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses. El relieve es bastante irregular, predominando sierras y lomeríos que comprenden 76.1 % del territorio, en tanto que 23.9 % restante corresponde a llanuras y valles.

Con relación a la provincia del Eje Volcánico Transversal, ésta estructura tiene límites espaciales precisos, los cuales consisten en planicies rodeadas por distintos sistemas orográficos tales como: la Sierra de Tepotzotlán y de Pachuca, las sierras de Chichinautzin, las Cruces, de Montes Altos, de Montes Bajos, de Guadalupe, Nevada y la sierra del Nevado de Toluca. Otro grupo de montañas presentes en la subprovincia Mil Cumbres son las sierras Valle de Bravo, Tlalpujahua y Carimangacho.

En lo que respecta a la provincia Sierra Madre del Sur, en ésta se localizan las sierras: Valle de Bravo, San Vicente, Zacualpan, la Goleta, de Nanchititla y de Temascaltepec. Esta parte del territorio estatal se caracteriza por una morfología accidentada con presencia de valles angostos, profundas cañadas y barrancos; estructuras rocosas de origen marino que al levantarse han sufrido fuertes plegamientos y fracturas.

1.4 Geología.

Geológicamente, el territorio mexiquense tiene antiguas rocas metamórficas cretácicas de la era mesozoica (15%), rocas ígneas terciarias y cuaternarias de edad cenozoica (67%) y sedimentarias de edades diversas, tanto cretácica como cenozoica (9%), así como suelos cuaternarios (9%).

1.5 Hidrografía.

El Estado de México se caracteriza por formar parte de las tres regiones hidrográficas más importantes del país, tanto por la extensión y volumen de sus corrientes superficiales, como por la concentración de población y actividades económicas que ahí se desarrollan. Dichas regiones son: Pánuco, en la porción noreste; Lerma-Santiago, en la parte centro; y Balsas, en el suroeste.

1.6 Biodiversidad.

En el Estado de México hay más de 750 especies de vertebrados: 18 peces dulceacuícolas, 51 anfibios, 93 reptiles, 457 aves y 125 especies de mamíferos. Los mamíferos del Estado de México incluyen a 125 especies nativas, que representan a ocho órdenes (73% de la fauna nacional excluyendo a los marinos), 21 familias (57%) y 77 géneros (48%). Estas especies representan 26% de las especies de mamíferos terrestres en el país y un cuarto (33) de las especies registradas para el Estado de México son endémicas.

En relación con la normatividad mexicana, el Estado de México presenta 66 especies, 25 de anfibios y 41 de reptiles, dentro de alguna de las categorías de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001. La mayor parte de las especies se consideran dentro de la categoría de protección especial (41), siendo 14 especies de anfibios y 27 de reptiles. En la categoría

de amenazada se incluyen 24, 10 de anfibios y 14 de reptiles. Finalmente, en la categoría de en peligro de extinción se incluye solamente una especie de anfibio, Litobathes tlaloci.

Conforme a la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, se consideran 23 especies de anfibios en categoría de riesgo, en peligro crítico (CR) cinco especies, en peligro (EN) cinco especies, vulnerable (VU) siete especies, casi amenazado (NT) dos especies y con datos insuficientes (DD) cuatro especies. En cuanto a los reptiles, hay dos especies en la categoría de vulnerable (VU).

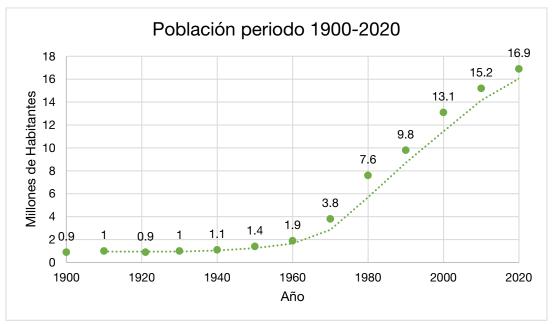
Las coníferas mexicanas comprenden ocho géneros: Pinus, Picea, Pseudotsuga, Abies, Taxodium, Libocedrus, Cupressus y Juniperus. Cinco de ellos se encuentran en el Estado de México: Pinus, Abies, Taxodium, Cupressus y Juniperus; el resto tiene una distribución restringida a nivel nacional.

En el Estado de México habitan alrededor de 23 especies de encinos, de las cuales, diez pertenecen a la sección Quercus (encinos blancos) y 13 a la sección Lobatae (encinos rojos). De estas 23, quince de las especies son endémicas de México y una especie, Q. hintonii, es endémica del Estado de México.

CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS DEL ESTADO DE MÉXICO.

2.1 Demografía.

El Estado de México concentra el 13.54% del total de la población del país, convirtiéndolo en la entidad con el mayor número habitantes de la nación. De acuerdo con el censo poblacional elaborado por INEGI, en el 2020, había un total de 16,992,418 personas habitando en el Estado de México. En la gráfica 1, se muestra el comportamiento demográfico a lo largo del tiempo, entre los años 1900 al 2020. Se puede observar un crecimiento importante de la población a partir de los años 60, derivado de la expansión del entonces Distrito Federal hacia zonas periféricas ubicadas en el Valle de México. Esta información es importante porque el consumo de energía va relacionado con la cantidad de personas, edificios y aparatos eléctricos conectados para el desarrollo de las actividades diarias.



Gráfica 1.- Habitantes del EDOMEX en el periodo (1900-2020). FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (INEGI, Dinámica de la población, 2020).

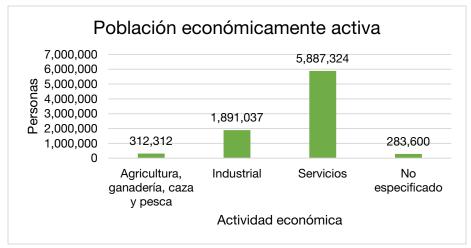
Del total de personas que habitan el estado, 8,251,295 son hombres (48.55%), mientras que 8,741,123 (51.44%) son mujeres. En la tabla 1 se muestran los rangos de edades de los habitantes del Estado de México, considerándose el rango de 15 a 65 años la edad en la cual se puede seguir trabajando o ser económicamente activo.

| Rango de edad | Población |
|-----------------|-----------|
| Menores a 1 año | 219,348 |
| 1-4 años | 1,057,038 |
| 5-9 años | 1,381,132 |
| 10-14 años | 1,464,549 |
| 15-19 años | 1,476,665 |

| 20-24 años | 1,415,159 |
|-----------------|-----------|
| 25-29 años | 1,367,527 |
| 30-34 años | 1,283,264 |
| 35-39 años | 1,254,296 |
| 40-44 años | 1,197,089 |
| 45-49 años | 1,145,882 |
| 50-54 años | 1,007,077 |
| 55-59 años | 795,711 |
| 60-64 años | 661,100 |
| 65-69 años | 475,398 |
| 70-74 años | 330,905 |
| 75-79 años | 212,562 |
| 80-84 años | 130,480 |
| 85 y más años | 109,009 |
| No especificado | 8,227 |

Tabla 1.- Rangos de edad de la población del EDOMEX.

Según información obtenida del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), en 2020, la población de 15 años y más, según su condición de actividad económica, es decir, personas con la capacidad de trabajar, era de 13,706,932; la población económicamente activa llegaba a un número de 8,544,416 personas, lo que representa el 62.33% del total, mientras que 5,162,516 mexiquenses (37.66%) son económicamente inactivos (IGECEM, Estadística Básica Municipal del Estado de México, 2020). En la gráfica 2 se muestra la cantidad de personas que trabajan por sector económico en el Estado de México, resaltando que gran parte de la población económicamente activa labora en el sector servicios.



Gráfica 2.- Personas laborando en las distintas actividades económicas. FUENTE: Elaboración propia con información de IGECEM.

En cuanto a educación, el Estado de México posee una gran cantidad de escuelas, alumnos y maestros, los cuales se muestran en la tabla 2, siendo el nivel primaria el que posee mayor cantidad de alumnos (1,834,685), siendo la modalidad no escolarizada la que

presenta menor cantidad de alumnos (425,635). Preescolar tiene mayor cantidad de escuelas (7,925), mientras que la educación media superior tiene 226, convirtiéndola en la que menos instalaciones posee para la impartición de conocimientos (IGECEM, Estadística Básica Municipal del Estado de México, 2020).

| Número | Número | Número |
|----------|----------|---------|
| de | de | de |
| Escuelas | maestros | alumnos |

| | Escuelas | Maestros | Alumnos |
|-------------------|----------|----------|-----------|
| Preescolar | 7,925 | 24,505 | 557,502 |
| Primarias | 7,838 | 69,378 | 1,834,685 |
| Secundarias | 3,909 | 45,942 | 878,476 |
| Media Superior | 226 | 42,516 | 607,023 |
| Superior | 757 | 43,270 | 460,559 |
| No escolarizada | 2,457 | 27,655 | 425,635 |

Tabla 2.- Escuelas, maestros y alumnos en el EDOMEX. Fuente: Elaboración propia con información de IGECEM.

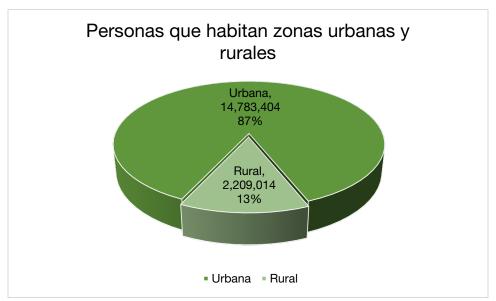
Los 10 municipios con mayor y menor población en el Estado son los enlistados en la tabla número 3, siendo Ecatepec de Morelos el municipio mexiquense con mayor población. En contraparte, el municipio menos poblado es Papalotla (COESPO, 2020).

| N° | Municipio | Población |
|----|-------------------------|-----------|
| 1 | Ecatepec de Morelos | 1,645,352 |
| 2 | Nezahualcóyotl | 1,077,208 |
| 3 | Toluca | 910,608 |
| 4 | Naucalpan de Juárez | 834,434 |
| 5 | Chimalhuacán | 705,193 |
| 6 | Tlalnepantla de Baz | 672,202 |
| 7 | Cuautitlán Izcalli | 555,163 |
| 8 | Tecámac | 547,503 |
| 9 | Ixtapaluca | 542,211 |
| 10 | Atizapán de Zaragoza | 523,674 |

| N° | Municipio | Población |
|----|--------------------------|-----------|
| 1 | Papalotla | 4,862 |
| 2 | Otzoloapan | 4,891 |
| 3 | Zacazonapan | 5,109 |
| 4 | Texcalyacac | 5,736 |
| 5 | Ixtapan del Oro | 6,475 |
| 6 | San Simón de Guerrero | 6,692 |
| 7 | Santo Tomás | 9,729 |
| 8 | Ayapango | 10,053 |
| 9 | Nopaltepec | 10,351 |
| 10 | Ecatzingo | 10,827 |

Tabla 3.- Los 10 municipios más poblados (izquierda) y los 10 menos poblados (derecha) del EDOMEX. Fuente: Elaboración propia con información de COESPO.

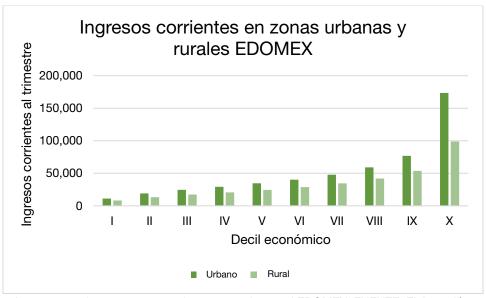
La distribución de la población es un factor importante a la hora de implementar un proyecto de cualquier ámbito, y los proyectos energéticos no son la excepción. El consumo de energía se concentrará en aquellos puntos en donde la densidad de población sea mayor, al menos en el ámbito habitacional. Para 2020, 14,783,404 personas vivían en localidades urbanas, representando el 87% de la población total, mientras que el 13% en localidades rurales, siendo un total de 2,209,014 habitantes. En el Estado de México existen 4,215 localidades rurales y 679 urbanas (INEGI, Cuentame de México, 2020). En la gráfica 3 se muestra la distribución de población en localidades rurales y urbanas.



Gráfica 3.- Personas por zonas urbanas y rurales. FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI.

2.2 Ingresos corrientes en el Estado de México.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en 2020, los hogares ubicados en zonas urbanas percibían una cantidad mayor de ingresos corriente que en las zonas rurales, esto en todos los deciles económicos (INEGI, ENIGH, 2020). En la gráfica 4 se muestran los ingresos corrientes por cada decil de zonas urbanas y rurales.



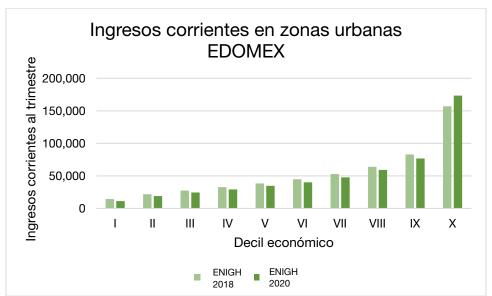
Gráfica 4.- Ingresos corrientes en zonas urbanas y rurales en el EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con datos del ENIGH.

El hecho de que en las zonas urbanas se tengan más ingresos corrientes se podría explicar en que los centros de trabajo se concentran más en la ciudad, las labores del campo no tienen una remuneración considerable y un conjunto de factores adicionales que transforman este tema en algo complejo. En la tabla 4 se muestran los datos con los que elaboró la gráfica 4, además de presentar el porcentaje de variación entre cada decil económico, siendo el decil X el que más variación tiene entre zonas urbanas y rurales, con un 43% de diferencia.

| Deciles de hogares | Urbana | Rural | Variación Porcentual |
|--------------------|---------|--------|-------------------------|
| I | 11,192 | 8,208 | -26.66 |
| II | 19,057 | 13,318 | -30.11 |
| III | 24,531 | 17,344 | -29.30 |
| IV | 29,208 | 20,595 | -29.49 |
| V | 34,704 | 24,430 | -29.60 |
| VI | 40,204 | 28,727 | -28.55 |
| VII | 47,788 | 34,545 | -27.71 |
| VIII | 59,176 | 41,949 | -29.11 |
| IX | 76,790 | 53,763 | -29.99 |
| X | 173,463 | 98,841 | -43.02 |

Tabla 4.- Ingresos corrientes de zonas urbanas y rurales. Elaboración propia con datos de la ENIGH.

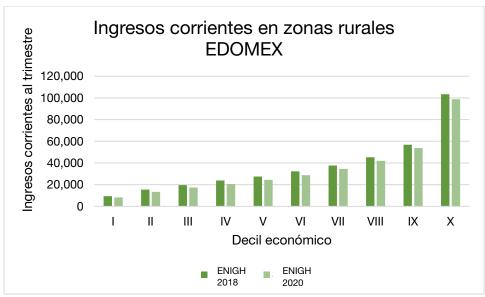
Los ingresos corrientes trimestrales entre 2018 y 2020 en zonas urbanas disminuyeron un promedio de -12.45% en la mayoría de los deciles económicos, a excepción de uno, el decil X, registrando un aumento del 10.52% en ese periodo de tiempo, mientras, el que más retroceso tuvo, fue el decil I, con un -22.4%, convirtiéndolo en un sector aún más vulnerable ante crisis económicas, sanitarias, energéticas y de cualquier índole. En la gráfica 5 se muestran los datos de los ingresos corrientes en zonas urbanas registrados en la ENIGH 2018 y ENIGH 2020.



Gráfica 5.- Ingresos corrientes en zonas urbanas durante 2018-2018 en el EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con información de la ENIGH 2020.

En contraste, los ingresos corrientes trimestrales en zonas rurales disminuyeron un promedio de -9.97%, correspondiendo al decil IV la mayor disminución de ingresos, - 13.8% con respecto al ENIGH 2018, mientras que el que presentó una menor disminución

fue el decil X, con un -4.4%. En la gráfica 6 se comparan los ingresos de los diferentes deciles en zonas rurales del EDOMEX entre 2018 y 2020 (INEGI, ENIGH, 2020).



Gráfica 6.- Ingresos corrientes en zonas rurales del EDOMEX en el periodo 2018-2020. FUENTE: Elaboración propia con información de la ENIGH.

El nivel de ingresos de las familias es importante porque es posible conocer el porcentaje de estos que se destina a energía y cómo afecta a las economías de los mexiquenses. De igual manera, es posible visualizar la capacidad adquisitiva de los diferentes deciles económicos ya que, entre mayor cantidad de ingresos, más dinero puede estar destinado a pagos de energía y aparatos o artefactos que consuman energéticos, ya sea electricidad o algún tipo de combustible.

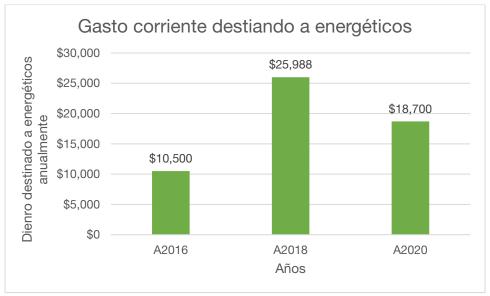
En la tabla 5 se muestra la distribución porcentual en los gastos de los mexiquenses para rubros energéticos durante el periodo 2018-2020, en la que se puede visualizar que el gasto destinado a transporte público es apenas superior al gasto en combustibles para vehículos, resaltando que en 2018 se gastaba un 43.70% más en transporte público que en 2020, debido a las restricciones y confinamiento que se presentaron por la COVID-19, al igual que el gasto destinado a combustibles para vehículos, solo que este disminuyó 17.80% respecto a 2018. Y, por último, tenemos el gasto destinado a electricidad y combustibles (gas LP, gas natural) que también presentó una disminución del 8.7%.

| Gasto corriente monetario promedio trimestral para rubros energéticos | | | | |
|---|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------------|
| Bulance and Control of the Control | Promedios (pesos) | | Distribución porcentual | Variación porcentual |
| Rubros específicos del gasto | ENIGH ENIGH 2018 2020 | | | 2018-2020 |
| Gasto corriente monetario | 36,977 | 30,463 | 100.00% | -17.60% |
| Transporte público | 3,096 | 1,742 | 5.70% | -43.70% |
| Combustible para vehículos | 1,883 | 1,547 | 5.10% | -17.80% |
| Electricidad y combustibles | 1,518 | 1,386 | 4.50% | -8.70% |

Tabla 5.- Gasto monetario en rubros energéticos en EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con información de la ENIGH.

En 2018, en los hogares mexiquenses, se destinaba el 17.57% de los gastos trimestrales en energía, equivalente a \$6,497°° MXN, lo que anualmente representaría \$25,988°° MXN. Si se suman los porcentajes del gasto destinados a rubros energéticos en 2020, sería el 15.3% del gasto monetario trimestral lo que requieren las familias para cubrir sus necesidades energéticas y poder llevar a cabo sus actividades diarias, lo que equivaldría a aproximadamente \$4,675°° MXN del gasto promedio trimestral, dejando un total anual de \$18,700°° MXN para el año 2020.

Entre el periodo 2018-2020 hubo una disminución del 28.04% en los gastos destinados a energéticos, derivado de los efectos que tuvo la pandemia por el virus SARS CoV-2. Sin embargo, según datos obtenidos del Sistema de Información de Transición Energética (CONUEE, 2022), en 2016, los hogares mexiquenses destinaban \$10,500° MXN anuales para solventar sus necesidades energéticas, existiendo una gran variación entre años, evidenciando la gran volatilidad e inestabilidad de los mercados energéticos en el mundo, pues un conflicto armado, geopolítico o una pandemia pueden tener grandes repercusiones en los precios y, por lo tanto, en la economía de todas las personas. En la gráfica 7 se muestra la variación del gasto corriente destinado a energéticos durante los años 2016, 2018 y 2020.

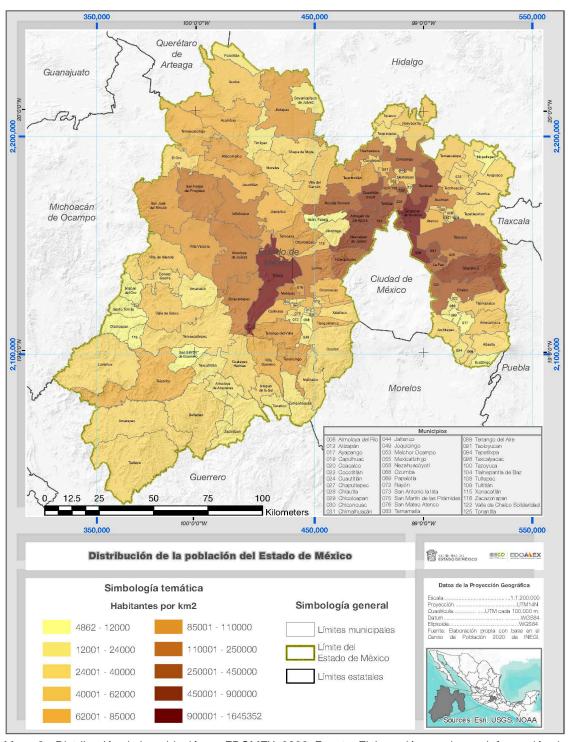


Gráfica 7.- Gasto corriente destinado a energéticos. FUENTE: Elaboración propia con información de la ENIGH 2020 y CONUEE.

Según un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021) los niveles de consumo de la mayoría de las ciudades de América Latina y el Caribe están por encima de lo que se considera sostenible, consumen entre 12 y 14 toneladas per cápita anuales de recursos. Los niveles considerados sostenibles van entre 6 y 8 toneladas per cápita al año. Este es un dato alarmante, ya que, de seguir con esta tendencia, para 2050 el consumo de recursos podría elevarse a entre 14 y 25 toneladas per cápita al año. En este entendido, es urgente la elaboración de planes de desarrollo que tengan como base el desarrollo sustentable y sostenible.

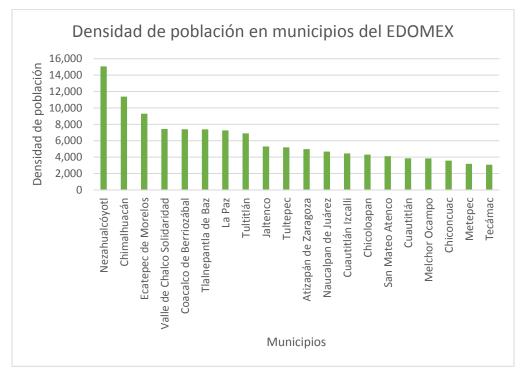
El Estado de México es el estado más poblado de la república mexicana, lo cual significa que también es un gran demandante de recursos, ya que sus ciudades se hacen cada vez

más grandes y cada vez más gente comienza a poblar sus tierras, para esto es importante realizar una buena planeación urbana y territorial, con la cual se garantice la repartición de recursos de manera igualitaria y sostenible. En el mapa 3 se muestra la distribución de la población dentro del territorio del EDOMEX, siendo el Valle de Toluca y el Valle de México las zonas en donde más población existe.



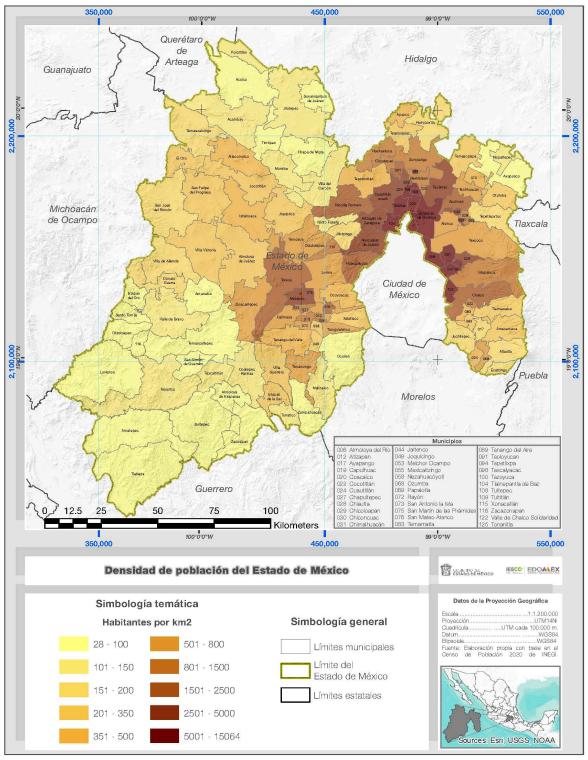
Mapa 3.- Distribución de la población en EDOMEX, 2020. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

En este marco, se debe entender la importancia que tienen la cantidad de personas que habitan en el estado, ya que son las mismas personas las que utilizan la energía, además de que el número de personas que habitan un territorio está relacionado directamente con la edificación de vivienda, servicios públicos, desarrollos comerciales y, por ende, con un aumento en el consumo de la energía, tanto para la construcción de la misma infraestructura, como en las actividades que se desenvuelven dentro de ellas. La densidad de población o población relativa nos muestra la cantidad de personas que habitan por kilómetro cuadrado, misma que nos proporciona datos importantes a la hora de intentar rastrear el consumo de energía en el sector residencial y poder diseñar campañas de concientización enfocadas a esas zonas donde se concentra una mayor cantidad de población. Según información de INEGI, el Estado de México tiene 760 hab/ km^2 resultando en una alta densidad de población, solo superado por la Ciudad de México que tiene una población relativa de 6.163 hab/ km^2 (INEGI, Cuentame de México, 2020). En la gráfica 8 se enuncian los 20 municipios más densamente poblados del EDOMEX, mismos en los que se deben concentrar las campañas de concientización del uso responsable de los recursos.



Gráfica 8.- Densidad de población en municipios del EDOMEX. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

De acuerdo con la gráfica 8, el municipio más densamente poblado es Nezahualcóyotl, con 15,064 hab/ km^2 seguido de Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Valle de Chalco Solidaridad y Coacalco de Berriozábal, con 11,381, 9,301, 7,440 y 7393 hab/ km^2 respectivamente, convirtiendo a la zona del Valle de México en la zona más densamente poblada. En el mapa 4 se muestra la densidad de población por municipio, demostrando que el Valle de México y el Valle de Toluca son las zonas que mayor población concentran.

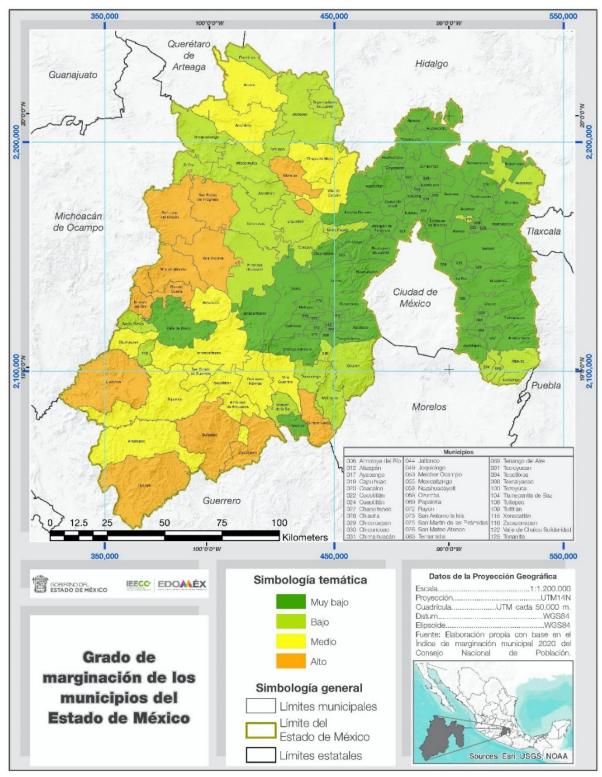


Mapa 4.- Densidad de Población en el Estado de México. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Una vez identificados los territorios con mayor densidad de población, se debe tomar en cuenta el fenómeno de gentrificación que está ocurriendo en la Ciudad de México (CDMX) y en ciertas ciudades del Estado de México, ya que eso derivará en un desplazamiento de gente que originalmente habitaba en la CDMX, y que posiblemente migrarán a municipios

ubicados en el Valle de México y en el Valle de Toluca, incrementando la densidad de población y demandando aún más recursos.

El nivel socioeconómico y poder adquisitivo que tengan las personas, se verá reflejado en el gasto energético. Para esto, habrá que entender lo que es la marginación y qué relación tiene con el consumo de energía. Entiéndase marginación como un fenómeno multidimensional y estructural que genera carencia de oportunidades sociales, privación e inaccesibilidad de bienes y servicios fundamentales para el bienestar, originado por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales (CONAPO, 2011). En el mapa 5 se muestra el nivel de marginación en 2020 por municipio en el Estado de México, siendo San Felipe del Progreso el municipio con mayor grado de marginación en el territorio mexiquense.



Mapa 5.- Marginación en el Estado de México.

De los 125 municipios del EDOMEX, 12 se encuentran en un alto grado de marginación, representando el 9.6%, resultando San Felipe del Progreso el municipio más marginado. En una marginación media se tienen 14 municipios (11.2%), 26 en marginación baja

(20.8%) y 73 municipios en un grado muy bajo de marginación, siendo el 58.4% restante. En la gráfica 9 se muestran la cantidad de municipios y su respectivo grado de marginación.



Gráfica 9.- Marginación municipal. Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO.

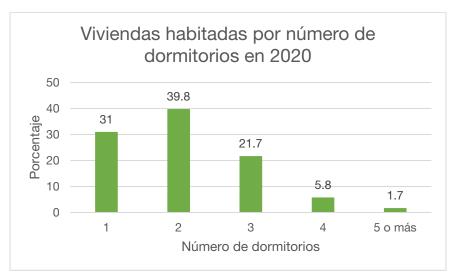
Si los mapas 3, 4 y 5 se superponen, se notará que el grado de marginación "Muy bajo" coincide con los municipios más densos en cuanto a población y en donde la población se distribuye de manera más notable, por lo tanto, es en las zonas de menor marginación en donde más energía se podría estar consumiendo en el sector residencial por el alto grado de concentración de personas y por las características económicas que ahí se presentan. De igual manera, es posible visualizar que los municipios con un nivel muy bajo de marginación son municipios colindantes con la Ciudad de México y con la capital del Estado de México.

2.2 Viviendas.

El Estado de México cuenta con 4,568,635 viviendas particulares habitadas, convirtiéndolo en la entidad con mayor número de viviendas habitadas, siendo Ecatepec de Morelos el municipio que más viviendas posee, con un total de 448,623, mientras que el que menos tiene es Papalotla con 1,231 (INEGI, Cuentame de México, 2020), siendo coherente con el número de habitantes que tienen cada uno de los municipios, ya que Ecatepec es el municipio con más habitantes, mientras que Papalotla es el que menos población posee.

Según información del INEGI en su Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2020 (INEGI, ENIGH, 2020), en el estado hay un promedio de 3.64 personas que habitan cada uno de los hogares mexiquense, siendo este el tamaño promedio de los hogares. El número de personas que habitan en una vivienda influye directamente en el consumo final de energía y recursos. De igual manera, el número de habitaciones o dormitorios de una casa también va a repercutir directamente en el consumo de energía total, ya que, entre más grande una casa, más superficie se tiene que iluminar; si se tiene acondicionamiento climático, se requerirá más energía para climatizar habitaciones o espacios de la casa; se tendrán más aparatos conectados, etc. Los hábitos de consumo energético también influirán en el gasto energético, así como los aparatos eléctricos que se tengan

conectados. Se puede tener una casa pequeña con un gasto energético alto, o una casa grande con un consumo pequeño. Debido a la complejidad del tema, es casi imposible establecer un patrón de consumo, además de que el consumo y el precio a pagar variarán de acuerdo con las tarifas contratadas. En la gráfica 10 se muestra el porcentaje de casas habitadas por número de dormitorios en 2020, teniendo que el 39.8% de las viviendas tienen 2 habitaciones, 31% solo tienen una habitación, 21.7% 3 habitaciones, 5.8% con 4 habitaciones y el resto de las viviendas poseen más de 5 habitaciones.



Gráfica 10.- Número de dormitorios en viviendas. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

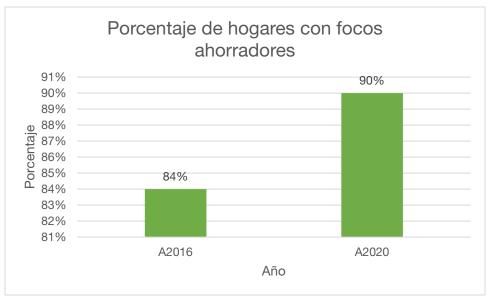
Del cien por ciento de los hogares mexiquenses, según información de INEGI en el censo de población y vivienda 2020, el 75.1% dispone de agua entubada dentro de la vivienda, el 86.5% tiene drenaje conectado a la red pública y el 99.6% cuenta con servicio de energía eléctrica. En la gráfica 11 se muestra el número de focos en viviendas habitadas en el Estado de México, dando un panorama general de la cantidad de focos que hay en los hogares mexiquenses. La mayoría de las viviendas, 3,837,653 aproximadamente, posee de entre 1 a 10 focos, mientras que 708,138 hogares poseen más de 11 focos conectados.



Gráfica 11.- Número de focos en viviendas habitadas. FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI.

De acuerdo con información de la CONUEE en su Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) (CONUEE, 2022), en el apartado de indicadores de eficiencia energética,

durante el año 2016, el 84% de los hogares mexiquenses poseía focos ahorradores y en 2020 un 90% ya poseía tecnología eficiente para iluminar, presentando un incremento del 6% respecto a 2016. En la gráfica 12 se muestran los porcentajes de hogares con focos ahorradores en el Estado de México.



Gráfica 12.- Porcentaje de hogares con focos ahorradores. Fuente: Elaboración propia con información de CONUEE.

El Sector residencial utiliza diferentes tipos de energía, como electricidad, gas natural, gas L.P. y, en algunos hogares, leña para realizar sus actividades diarias. Para esto, se hace un análisis del consumo de combustibles en el sector residencial para los energéticos mencionados en el capítulo III.

2.3 Actividades económicas en el Estado de México.

El Estado de México es una de las principales economías que existen en la república mexicana, ya que aporta 9.1% del Producto Interno Bruto nacional. Es el primer lugar en unidades económicas, de cada 100 unidades que existen en el país, 13 están en territorio mexiquense. En cuanto a inversión extranjera directa, el EDOMEX se ubica como la tercera entidad receptora de capital extranjero. Si el estado fuera una economía independiente, se ubicaría en el lugar 64 en el contexto internacional, con 99 mil 866 MDD, más de lo que genera en conjunto las economías de Honduras, Trinidad y Tobago, Jamaica, Nicaragua y Haití.

Las actividades económicas varían de acuerdo con la región o municipio. En el Estado de México existen varias actividades económicas importantes, como la industria minera, química, alimenticia, metálica, agropecuaria, etc., pero, según la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de México, los principales sectores y actividades productivas en el estado son: **Automotriz, comercio y químico**.

Sector Automotriz: Este sector aporta el 12.6% del valor generado en la economía estatal, concentrando 350 unidades económicas de equipo de transporte, dando empleo a 51,668 personas.

Sector comercio: El sector comercio aporta el 25.3% en el PIB estatal, concentrando 352,433 unidades económicas en la actividad comercial, dando empleo a 1,575,299 personas.

Sector químico: Aporta el 8.8% del valor generado en la economía estatal, concentrando 924 unidades económicas, proporcionando empleo a 32,029 personas.

Según información del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en la ficha climática del EDOMEX (INECC, 2020), dentro de las actividades económicas del Estado de México, las actividades terciarias son las que más se practican en el territorio, con un 66%, mientras que las secundarias un 32% y las primarias un 1%.

Los principales productos que se generan en el Estado son:

Agrícolas: Crisantemo, lilium, rosa de invernadero, clavel, tuna, haba verde, gladiola, avena forrajera, maíz grano, maíz forrajero y papa.

Pesquera: Trucha y carpa.

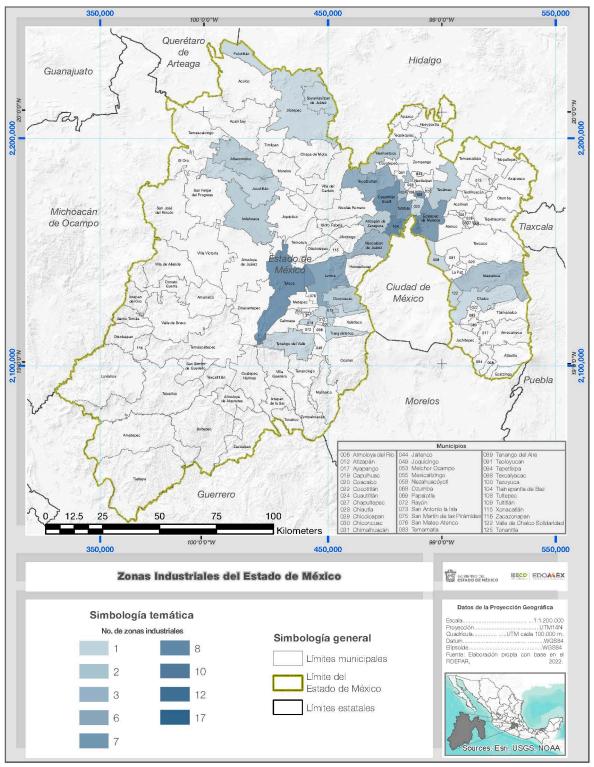
Pecuaria: Ovino (carne de canal).

Forestal: Oyamel.

2.4 Industria.

El Estado de México es segundo lugar en la industria manufacturera nacional (2020), ya que el estado es líder en cinco subsectores manufactureros: En la industria del papel, impresión e industrias conexas se aportó 19.4%; en la fabricación de insumos textiles y acabados textiles aportó 16.3%; en la fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, industria química e industria del plástico y del hule, el 14.8%; en fabricación de muebles, colchones y persianas, el 14.4%; en la industria alimentaria, el 12.9%.

En el territorio mexiquense se tienen contabilizadas 113 zonas industriales repartidas en 28 municipios del Estado, siendo Tlalnepantla de Baz el que más parques o zonas industriales posee, con una cantidad total de 17, representando el 15% del total de las zonas industriales. En el anexo I se muestran los municipios que tienen zonas industriales y la cantidad de estas. En el mapa 6 se muestran los municipios con zonas industriales en el Estado de México.



Mapa 6.- Zonas Industriales del Estado de México. Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Desarrollo Económico.

En la gráfica 13 se muestran los municipios del Estado de México que tienen zonas industriales en sus territorios, así como la cantidad de estas.



Gráfica 13.- Zonas industriales en el EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Desarrollo Económico.

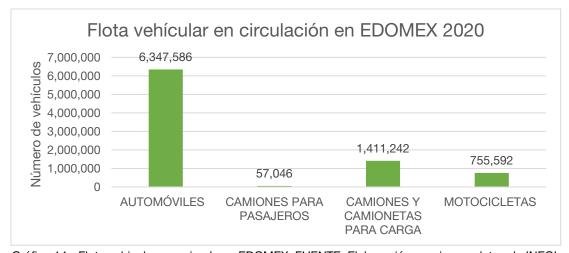
Para el sector industrial, el consumo de energía dependerá del giro y actividades que se realicen en la fábrica, almacén o cualquier otra edificación que involucre un proceso industrial. De igual manera, el número de personas que trabajen en las instalaciones, el tipo de equipos que se tengan conectados a la red y cómo se utilizan, son factores definitorios del consumo energético. Para esto, algunas empresas, para disminuir el costo, se inclinan a la generación distribuida con energía limpia. En el capítulo III, apartado "Generación de Energía en el EDOMEX" se muestra con más detalle la cantidad de empresas que poseen generación distribuida.

2.5 Transporte.

El Estado de México cuenta con una gran cantidad de vehículos que circulan por sus vialidades, calles y carreteras. Según datos del INEGI, en 2020 se tenían contabilizados 8,571,466 vehículos registrados en circulación, los cuales se dividen en: **automóviles, camiones para pasajeros, camiones, camionetas para carga y motocicletas.** En la tabla 6 se muestran los vehículos por tipo y sus cantidades de acuerdo con el giro para el que se utilizan. De acuerdo con los datos de la tabla, los automóviles son los vehículos más utilizados en el EDOMEX, con 6,347,586 coches en circulación, seguido de los camiones y camionetas para carga con 1,411,242 vehículos en circulación; 755,592 motocicletas circulan en las calles del Estado y, por último, se encuentran los camiones para pasajeros, con 57,046 unidades en circulación. En la gráfica 14 se condensan los datos de la tabla 6 para una mejor visualización.

| VEHÍCULOS EN EDOMEX | | | | |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------|--|
| | | TOTAL | | |
| | | 8,571,466 | | |
| | A | UTOMÓVILES | | |
| SUMA | OFICIAL | PÚBLICO | PARTICULAR | |
| 6,347,586 | 6,563 | 103,364 | 6,237,659 | |
| | CAMIONES PARA PASAJEROS | | | |
| SUMA | OFICIAL | PÚBLICO | PARTICULAR | |
| 57,046 | 0 | 56,273 | 773 | |
| CAM | IONES Y C | AMIONETAS PAF | RA CARGA | |
| SUMA | OFICIAL | PÚBLICO | PARTICULAR | |
| 1,411,242 | 0 | 1,000 | 1,410,242 | |
| MOTOCICLETAS | | | | |
| SUMA | OFICIAL | DE ALQUILER | PARTICULAR | |
| 755,592 | 1,022 | 0 | 754,570 | |

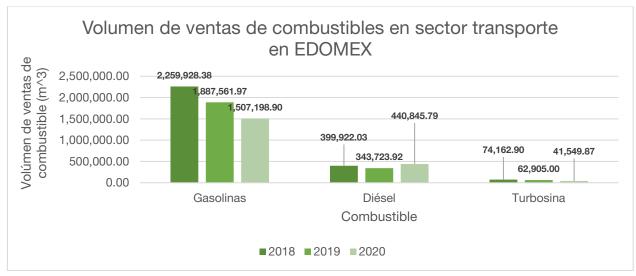
Tabla 6.- Vehículos en el EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI.



Gráfica 14.- Flota vehicular que circula en EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI.

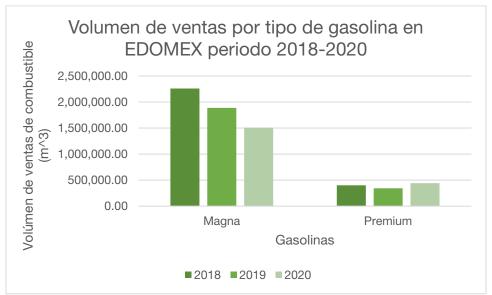
El sector transporte, en el Estado de México, se divide en tres: terrestre, aviación y ferroviario. Los tres utilizan diferentes tipos de combustible, los cuales son diésel, gasolina y turbosina, siendo este último el energético utilizado en la aviación. Con ayuda del Sistema de Información Energética se logró rastrear el volumen de ventas de combustible en el sector transporte. El volumen de venta de gasolina, diésel y turbosina vendida en el EDOMEX se muestra en la gráfica 15, pudiendo observar que, en cuanto a gasolina, se tuvo una disminución de las ventas del 17.58% para 2019 y de 34.18% para 2020 con respecto a 2018. Mientras que el diésel tuvo un descenso de ventas en 2019, con una disminución del 14.06% y un aumento del 10.23% en 2020, ambos con respecto a 2018. La turbosina se comportó parecido a la gasolina, con una disminución del 15.18% para 2019 y 43.98% para 2020 con respecto a 2018 (SENER, Sistema de Información Energética, 2020). Las disminuciones de ventas en gasolina y turbosina en 2020 se debieron a que fue un año atípico, ya que la pandemia de coronavirus disminuyó la

movilidad por el confinamiento tanto en automóviles como en aviones, reflejando el impacto tan agresivo que se tuvo en el sector aeroportuario.



Gráfica 15.- Volumen de ventas de combustibles en sector transporte en EDOMEX. Fuente: Elaboración propia con información del SIE, SENER.

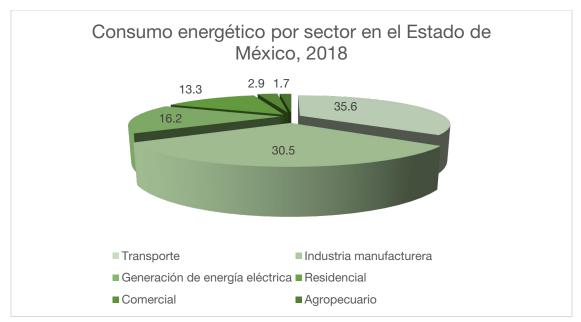
De igual manera, se logró detectar cuál fue el tipo de gasolina más vendida durante los años 2018, 2019 y 2020, resultando la gasolina magna el tipo de combustible más comprado por los mexiquenses. En la gráfica 16 se muestra el comportamiento de las ventas de gasolinas magna y premium durante los años 2018, 2019 y 2020.



Gráfica 16.- Volumen de ventas por tipo de gasolina en EDOMEX periodo 2018-2020. Fuente: Elaboración propia con información del SIE, SENER.

Según el inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México (IEECC, 2018), el sector que más consumo energético tuvo en 2018 fue el sector transporte, con un 35.6%, seguido de la industria manufacturera con 30.5% y la generación de energía eléctrica con un 16.2%, mientras que el sector residencial, comercial y agropecuario tienen

una participación del 13.3%, 2.9% y 1.7% respectivamente. En la gráfica 17 se muestran los diferentes sectores y su porcentaje de consumo de energía en el Estado de México.



Gráfica 17.- Consumo energético por Sector en EDOMEX. FUENTE: Elaboración con datos del Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

En este marco, el Estado de México tiene una gran variedad de sectores en los cuales enfocar y aplicar políticas públicas, proyectos y estrategias para el desarrollo sustentable de la entidad federativa, priorizando a los deciles más vulnerables para disminuir los impactos que las crisis puedan tener sobre la población más desfavorecida. Asimismo, se tienen que enfocar los proyectos de eficiencia energética a los municipios más densamente poblados, con una marginación muy baja y con gran cantidad de industrias, ya que son los puntos en donde más energía se consume, por lo que se tiene que concientizar a la población sobre el uso racional de los recursos, no solo en la energía. El sector educativo debe de ser una herramienta para esa concientización y fomento de la cultura de consumo responsable. Con la gran cantidad de alumnos que se tienen en todos los niveles, es necesaria una estrategia para formar personas más conscientes y preparadas para combatir y contrarrestar los efectos del Cambio Climático.

Capitulo III. Energía en el Estado de México.

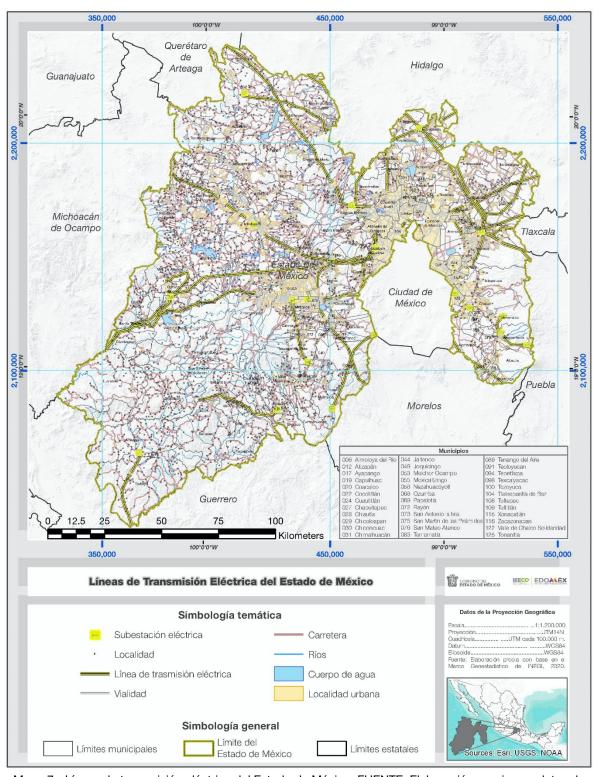
El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se conforma por nueve regiones de control y un sistema eléctrico aislado. Dichas regiones se controlan bajo la responsabilidad de nueve centros de Control Regional ubicados en la Ciudad de México, Puebla, Guadalajara, Mérida, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey, Mexicali, La Paz y un pequeño centro de control en Santa Rosalía Baja California Sur (CENACE, 2021).

El Sistema Interconectado Nacional (SIN), está integrado por siete regiones: Central, Oriental, Occidental, Noroeste, Norte, Noreste y Península, mismas que comparten capacidad ante la diversidad de demandas y situaciones operativas, permitiendo el intercambio de energía para lograr un funcionamiento más económico y confiable en su conjunto (CENACE, 2021). El Estado de México está ubicado en la región central, compartiendo con una parte de Michoacán, Guerrero e Hidalgo y, en su totalidad, Ciudad de México. En la imagen 234 se muestra cada una de las regiones del SEN, logrando identificar al EDOMEX en la región central pintada de rojo y naranja.



Imagen 1.- Regiones del Sistema Eléctrico Nacional. FUENTE: Obtenido del Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de transmisión y redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista (CENACE, 2021).

Como ya se mencionó, el SIN comparte la capacidad de generación por la gran cantidad de demanda que puede llegar a presentarse, por lo que el Estado de México importa energía proveniente de otras entidades federativas, siempre previendo la economía, eficacia y confiabilidad del sistema, mismos rubros de los que se encarga el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Para esto, el EDOMEX cuenta con infraestructura de alta, media y baja tensión. En el mapa 7 se logra visualizar la infraestructura existente en el Estado de México destinada para la transmisión de energía.



Mapa 7.- Líneas de transmisión eléctrica del Estado de México. FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI.

Para que se comparta la energía generada en cada una de las regiones del SEN, existen enlaces que sirven para que la CENACE realice las evaluaciones económicas de los proyectos de ampliación o modernización (CENACE, 2021). En la imagen 2 se muestra la

cantidad de enlaces entre regiones que hay en toda la república mexicana al 31 de diciembre de 2020.

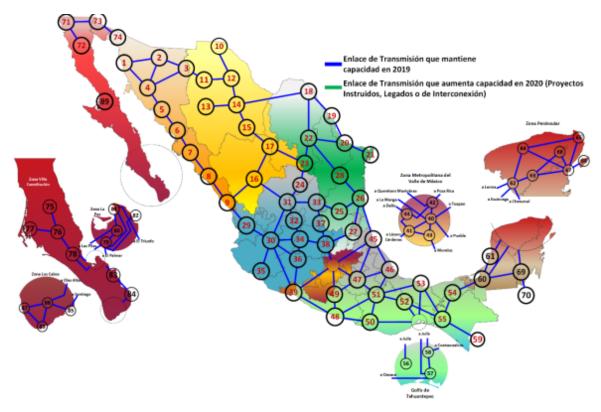


Imagen 2.- Enlaces entre regiones en la república mexicana. FUENTE: Obtenida del Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de transmisión y redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista (CENACE, 2021).

En el Estado de México se cuenta con 5 enlaces entre región, mismos que se muestran en la tabla 7.

| Región control/enlace/subestación | Número de enlace | Destino |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| Centro | 40 | a Tuxpan y Querétaro Maniobras |
| Jilotepec | 44 | a Dañu |
| Tula-Pachuca | 42 | a Poza Rica |
| Toluca | 43 | a Morelos |
| Donato Guerra | 41 | a Lázaro Cárdenas |

Tabla 7.- Enlaces ubicados en territorio mexiquense. FUENTE: Elaboración propia con información del PAMRNT 2021-2035.

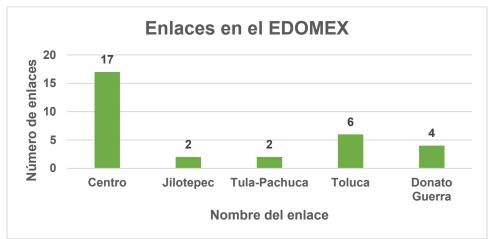
La tabla 8 muestra las regiones de control, enlaces o subestaciones de donde proviene la energía y las receptoras dentro del Estado de México, siendo capaces de identificar 31 enlaces entre otras regiones y el EDOMEX, mismas que van desde baja, media y alta tensión.

| Región Control/Er | nlace/Subestación | Tensión (kV) |
|----------------------|--------------------|--------------|
| Querétaro (38) | Centro (40) | 230 |
| El Sauz | Valle de México | 230 |
| Querétaro (38) | Jilotepec (44) | 230 |
| Dañu | Jilotepec | 230 |
| Poza Rica (45) | Centro (40) | 400 |
| Tuxpan | Texcoco | 400 |
| Tuxpan | Texcoco | 400 |
| Tuxpan | Texcoco | 400 |
| Poza Rica (45) | Tula-Pachuca (42) | 400 |
| Tres Estrellas | Teotihuacán | 400 |
| Tres Estrellas | Teotihuacán | 400 |
| Puebla (47) | Centro (40) | 400/230 |
| San Martín Potencia | Texcoco | 400 |
| San Lorenzo Potencia | Texcoco | 400 |
| Zocac | Texcoco | 230 |
| Zocac | Texcoco | 230 |
| Morelos (49) | Toluca (43) | 230 |
| Zapata | Tianguistenco | 230 |
| Lázaro Cárdenas (39) | Donato Guerra (41) | 400 |
| Pitirera | Donato Guerra | 400 |
| Pitirera | Donato Guerra | 400 |
| Lázaro Cárdenas | Donato Guerra | 400 |
| Donato Guerra (41) | Centro (40) | 400 |
| Donato Guerra | Nopala | 400 |
| Almoloya | Nopala | 400 |
| Donato Guerra (41) | Toluca (43) | 400 |
| Agustín Millán II | Deportiva | 400 |
| Tula-Pachuca (42) | Centro (40) | 400/230 |
| Tula | Victoria | 400 |
| Tula | Victoria | 400 |
| Teotihuacan | Texcoco | 400 |
| Teotihuacan | Texcoco | 400 |
| Teotihuacan | Texcoco | 230 |
| Jorobas | El Vidrio | 230 |
| Acolman | Cerro Gordo | 230 |
| Tula-Pachuca (42) | Jilotepec (44) | 115 |
| Nochistongo | Parque Industrial | 115 |
| Centro (40) | Toluca (43) | 230/400 |
| San Bernabé | Atenco | 230 |
| San Bernabé | Estadio | 230 |

| Remedios | Toluca 2000 | 230 |
|----------------|--------------------|-----|
| San Bernabé | Deportiva | 400 |
| Jilotepec (44) | Donato Guerra (41) | 115 |
| Jilotepec | San Sebastián | 115 |

Tabla 8.- Regiones de control, enlaces o subestaciones y sus destinos en el Estado de México. Fuente: elaboración propia con información del Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de transmisión y redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista (CENACE, 2021).

El enlace Centro posee más regiones de control, enlaces o subestaciones, con un total de 17, seguido del enlace Toluca con 6, Donato Guerra con 4 y Jilotepec y Tula-Pachuca con 2 cada una, mismas que se resumen en la gráfica 18.



Gráfica 18.- Número de enlaces en el Estado de México. Fuente: Elaboración propia con información de la CENACE.

3.1 Recursos renovables disponibles.

Los recursos naturales son todo aquello que conforman nuestros ecosistemas, como lo son bienes materiales y servicios que proporciona la naturaleza (Odum, Ecología: El vínculo entre las ciencias naturales y sociales, 2003, págs. 25-26) Los cuales se pueden clasificar por su capacidad de renovación. Teniendo así recursos naturales no renovables y recursos renovables.

Los combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón, son recursos no renovables, ya que la tasa de explotación es más alta que la tasa de recuperación, por lo que estos recursos en determinado momento se agotarán. Los recursos renovables, "se renuevan" cada cierto tiempo con y sin la intervención de los humanos. Son renovables porque la tasa de recuperación puede ser más alta que la tasa de explotación. Además, se pueden usar como fuentes de energía para generar energía eléctrica. Así bien, el origen de los recursos renovables se encuentra en el Sol, la principal fuente de energía del planeta Tierra, energía que a su vez activa en la Tierra los recursos de flujo, viento, agua, que transita por los ríos y los mares. La energía solar satisface todos los requerimientos energéticos básicos del hombre y, empleada eficazmente, entregaría más energía que la que se necesita. Si de la energía que emite el Sol los humanos obtenemos los recursos no renovables y los recursos renovables entonces podemos decir que es la fuente primaria de energía y así hablar de las fuentes de energía derivadas de la energía solar, que son las fuentes de energía convencionales y las no convencionales. Por ejemplo, la mayor parte

de la energía utilizada por los seres vivos procede del Sol; las plantas la absorben directamente y realizan la fotosíntesis, los herbívoros absorben indirectamente una pequeña cantidad de esta energía y los carnívoros absorben indirectamente una cantidad más pequeña comiendo a los herbívoros. Los hidrocarburos fósiles preservan energía solar capturada hace millones de años mediante fotosíntesis y la energía hidroeléctrica usa la energía potencial de agua que se condensó en altura después de haberse evaporado por el calor del Sol (Vega & Ramírez, 2019, pág. 205). Vemos cómo esto nos dirige a la importancia que tiene el Sol sobre la Tierra como fuente de energía y cómo es factor principal para la existencia de otras fuentes de energía renovable, como lo son: la energía solar, la energía eólica, la energía hidráulica, la energía de la biomasa, el hidrógeno, la energía oceánica.

Según la SEMARNAT, México posee un gran potencial para generar energía a través de fuentes renovables, ya que cuenta con altos niveles de insolación, recursos hídricos para instalar plantas minihidráulicas, vapor y agua para el desarrollo de campos geotérmicos, zonas con intensos y constantes vientos, grandes volúmenes de esquilmos agrícolas e importantes cantidades de desperdicios orgánicos en las ciudades y en el campo.

Siendo una población de gran tamaño la ubicada en el Estado de México, se debe considerar cuán dependientes somos de los recursos naturales que tenemos disponibles para satisfacer nuestras necesidades en el territorio y por ello debemos crear conciencia de la cantidad de posibilidades que se tienen para desarrollar proyectos que colaboren con la preservación de ellos. Por ello es que el sector privado y el sector público se interesa cada día más en dar fomento al uso de energías renovables, pues al usarlas se contribuye al cuidado del medio ambiente y la preservación de los recursos para tener un Estado sostenible.

3.2 Agua.

El agua es un recurso abundante en la Tierra que puede encontrarse en estados: sólido: casquetes polares, témpanos de hielo, hielos superficiales; líquido: ríos, mares, océanos y otros cuerpos de agua superficial y subterráneo; gaseoso: vapor de agua contenido en la atmosfera. Es una molécula que está compuesta por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno. La cantidad de agua de la hidrosfera se puede considerar constante, lo que lo vuelve un recurso renovable.

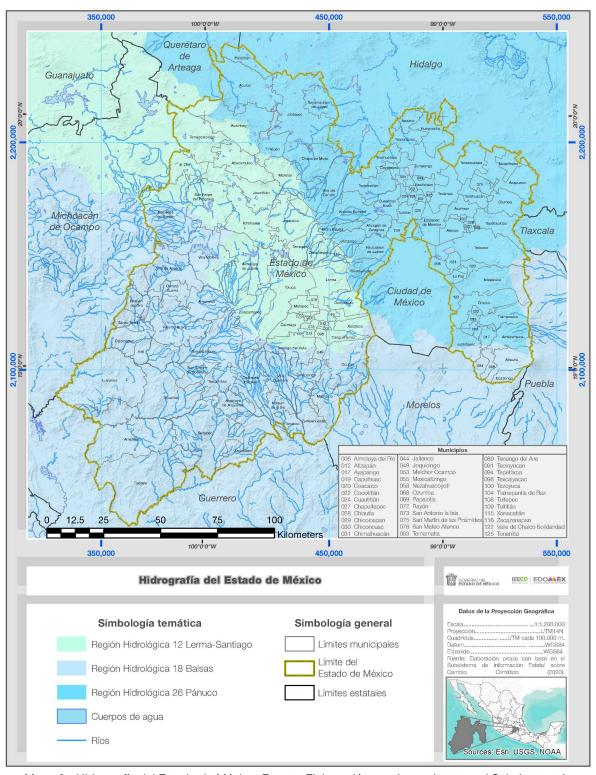
El agua que sale del interior de la Tierra por fuentes termales o en erupciones volcánicas se compensa con el agua que entra al interior de la litosfera. A temperatura ambiente, el agua pura es inodora, insípida e incolora, aunque adquiere una leve tonalidad azul en grandes volúmenes, debido a la refracción de la luz que atraviesa. Además, el volumen de aguas subterráneas, ocluidas en rocas porosas, es mayor al volumen de lagos y ríos. Si toda el agua se repartiese uniformemente por todo el planeta, representaría una capa de 3 km de espesor (Vega & Ramírez, 2019, pág. 453).

Energía hidroeléctrica.

El viento y el calor del Sol evaporan el agua de los océanos, lagos y bosques; las hojas de las plantas y los árboles también evaporan agua. El aire caliente cargado con vapor de agua sube y forma nubes, donde el vapor se condensa en las altitudes más elevadas y frías, en especial a nivel de las montañas, y por último regresa a la tierra en forma de lluvia

o nieve. Este es el eterno "ciclo del agua" generado por la energía del Sol. Es esta energía, junto con la gravedad de la Tierra, las que hacen que los ríos fluyan hacia abajo. Así, la energía hidroeléctrica se produce por la fuerza del agua que cae. La capacidad de producir esta energía depende tanto del flujo disponible del agua como de la altura de la que cae (Otterbach, 2013, pág. 41). La energía hidroeléctrica se produce cuando se aprovecha la energía potencial que tiene el agua almacenada en una presa, al pasar por una o varias turbinas hidroeléctricas que tienen la capacidad de ser accionadas por la fuerza del agua, misma que se convierte en energía mecánica y posteriormente se convierte en energía eléctrica que va directamente a transformadores de corriente a la Red de Transmisión Eléctrica. Por lo tanto, el papel que ocupa el agua en la Tierra es muy relevante, ya que con esto sabemos sobre su participación como una fuente de generación de energía. Donde surge el uso de las turbinas hidroeléctricas para generar electricidad.

En el mapa 8, el Estado de México, está conformado por tres regiones hidrológicas, la primera, la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, la segunda, la región Hidrológica 18 Balsas y la tercera, la Región Hidrológica 26 Pánuco.



Mapa 8.- Hidrografía del Estado de México. Fuente: Elaboración propia con base en el Subsistema de Información Estatal sobre Cambio Climático (2020).

El territorio Mexiquense que cuenta con 13 presas de almacenamiento, cada una localizada en Jilotepec, Aculco (dos presas), Atlacomulco, Timilpan, Almoloya de Juárez, Temoaya, Tepotzotlán, Naucalpan de Juárez, San Felipe del Progreso, Cuautitlán Izcalli, Valle de

Bravo y Villa Victoria (CONAGUA, 2020), siendo la presa de Valle de Bravo la de mayor capacidad con 222.38 hm³ de almacenamiento actual. Derivado de la capacidad de almacenamiento de agua en el Estado, la CRE, ha otorgado 4 permisos de generación hasta el año 2020, a 3 centrales hidroeléctricas, las cuales son:

| Central Hidroeléctrica | Municipio | Estado Actual | Generación neta GWh 2018 | Generación neta GWh 2019 | Generación neta GWh 2020 |
|---|--------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| CFE - Generación I, Central Tingambato | San Martín Otzoloapan | En operación | 60.468177 | 31.446789 | 32.902662 |
| Generadora Fénix, S. A. P. I. de C. V., Central Alameda | Malinalco | En operación | 36.1264887 | 37.1104 | 37.1104 |
| CFE - Generación I, Central Santa Bárbara | Santo Tomás | En operación | 22.506507 | 7.324796 | 3.841214 |

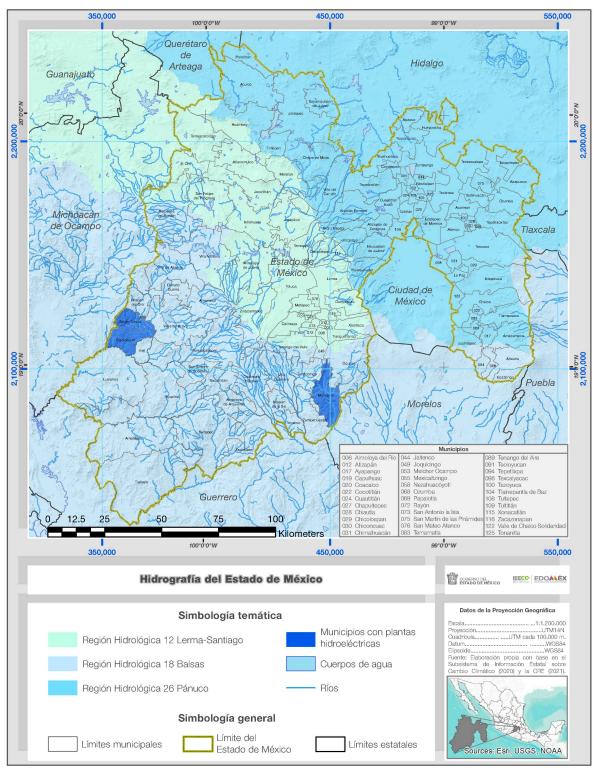
Tabla 9. Centrales hidroeléctricas en el Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.



Grafica 19.- Generación Neta por Central Hidroeléctrica de 2018-2020. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

Como se muestra en la gráfica 19, la generación de energía eléctrica se vio disminuida, en el caso de la Central Tingambato y la Central Santa Bárbara, mientras que para la Central Alameda hubo un ligero aumento a partir del año 2019, año en el que inicio la pandemia por SARS-COV-19 en México. Para el caso de la Central Tingambato, de 2018 a 2019 hubo una disminución de 48% en su producción y de 2019 a 2020 hubo un ligero aumento del 4.6%. En el caso de la Central Alameda, de 2018 a 2019 hubo aumento de 2.7% y de 2019 a 2020 la producción se mantuvo. Por último, la Central Santa Bárbara, de 2018 a 2019 disminuyo en un 67.4% y de 2019 a 2020 la disminución fue de 47.6%. mostrando que la

central Santa Bárbara fue la más afectada. En el mapa 9 se muestra la localización de las centrales hidroeléctricas.



Mapa 9.- Hidrografía del Estado de México y municipios con plantas hidroeléctricas. Fuente: Elaboración propia con base en el Subsistema de Información Estatal sobre Cambio Climático (2020) e información de la CRE.

3.3 Biomasa.

Para que en el Estado de México se abra paso en el uso de biocombustibles, es necesario saber de dónde provienen y así cada municipio pueda analizar su situación en cuanto a plantaciones y su generación de residuos sólidos urbanos, destinados a la producción de estos. Las plantas, los árboles y toda la vegetación absorben CO₂, al tiempo que con el agua convierten la luz solar en carbohidratos mediante el proceso de la fotosíntesis, representan un recurso de energía renovable del Sol.

La biomasa es todo aquel material de origen biológico, por ejemplo, madera, estiércol, o desechos orgánicos utilizados como materia prima para combustión, y así aprovechar su poder calorífico para la generación de energía, llamada Bioenergía. A la biomasa se le puede utilizar para generar combustibles en transporte y motores, para su uso térmico en la producción de calor o frío y en la generación de electricidad (Vega & Ramírez, 2019, págs. 309-315).

Los combustibles de origen biológico, que pueden sustituir a las gasolinas y gasóleos, han sido considerados como una de las mejores alternativas contra los combustibles fósiles, debido al potencial de poseer cero emisiones de CO₂, tienen la capacidad de mezclarse con los combustibles fósiles en distintos porcentajes lo que genera una reducción de Gases de Efecto Invernadero. De acuerdo con el estado de agregación, los biocombustibles pueden ser: líquidos: bioetanol, biodiesel; gaseosos: biogás; y sólidos: pellets o carbón vegetal.

Según la SEMARNAT, desde el punto de vista del aprovechamiento energético, la biomasa se caracteriza por tener un bajo contenido de carbono, un elevado contenido de oxígeno y compuestos volátiles. Y desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento energético de la biomasa no contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, dado que el balance global de las emisiones de CO₂ a la atmósfera es neutro. Al contrario, en los combustibles fósiles, el carbono que se libera a la atmósfera es el que está fijo a la Tierra desde hace millones de años.

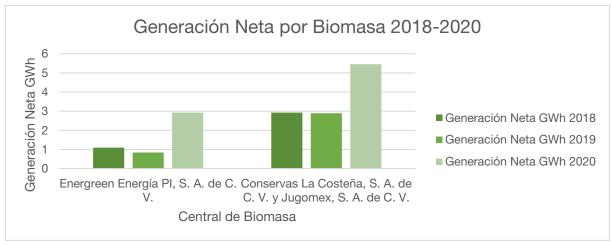
Biogás

La digestión de la biomasa en ausencia de oxígeno da origen al biogás, cuya composición es variable, pero está formado principalmente por metano (CH₄, 55 a 65%) y dióxido de carbono (CO₂,35-45%) y, en menor proporción, por nitrógeno (N₂,0-36%), hidrogeno (H₂, 0-1%) y sulfuro de hidrogeno (H₂S). Por lo tanto, el biogás está compuesto principalmente de gas metano y se produce a partir de la degradación anaeróbica de la materia orgánica contenida en residuos sólidos urbanos, lodos de tratamiento de aguas servidas y efluentes agropecuarios y agroindustriales. En el caso del Estado de México, hay dos generadoras de energía con biomasa.

A partir de la información proporcionada por la CRE se realizó la tabla 10, en donde se muestran las empresas generadoras de energía eléctrica por medio de biogás y biogás en conjunto con gas natural. Son aprovechadas por tecnología de combustión interna. Estas plantas generadoras se encuentran en Atizapán de Zaragoza y Ecatepec de Morelos. Se encuentran en funcionamiento entregando hasta el año 2020 una generación neta de 8.3835 GWh.

| Biomasa | Municipio | Estado Actual | Energético primario | Generación neta GWh 2018 | Generación neta GWh 2019 | Generación neta GWh 2020 |
|---|-------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Energreen Energía PI, S. A. de C. V. | Atizapán de Zaragoza | En operación | Biogás | 1.09524489 | 0.83768351 | 2.9247 |
| Conservas La Costeña, S. A. de C. V. y Jugomex, S. A. de C. V. | Ecatepec de Morelos | En operación | Biogás y Gas Natural | 2.9261 | 2.8936 | 5.4588 |

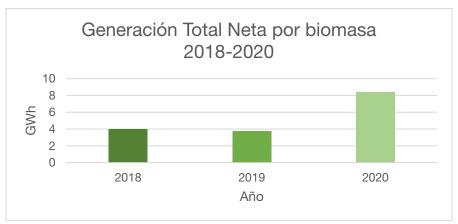
Tabla 10.- Generación de energía eléctrica por Biomasa en el Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.



Grafica 20.- Generación Neta por Biomasa 2018-2020. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

La gráfica 20 muestra la variación de las dos empresas productoras de energía eléctrica en el Estado de México, por medio de biomasa. La primera, Energreen Energía PI, S. A. de C. V., de 2018 a 2019 tuvo una disminución del 23.5% y de 2019 a 2020 hubo un aumento del 249.2%. Para la segunda empresa generadora, Conservas La Costeña, S. A. de C. V. y Jugomex, S. A. de C. V., de 2018 a 2019 hubo un mínimo decaimiento de 1.1% y de 2019 a 2020 hubo un aumento del 88.65%.

La información obtenida por parte de la CRE fue entregada en el último trimestre del año 2021, por lo que existen datos de un permisionario que tiene sistema de biomasa con interconexión física de 3.04 kW, en el año 2021. Sin embargo, al tener como periodo de análisis 2018-2020 en este diagnóstico, no está considerado en la tabla 10.



Grafica 21.- Generación Total Neta por biomasa 2018-2020. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

La generación de energía por biomasa de 2018 a 2019 disminuyó un 7.2%. Sin embargo, de 2019 a 2020 hubo un gran aumento del 124.7%, lo que indica como la producción de energía por biomasa va teniendo más auge y podría ir en aumento en los siguientes años.

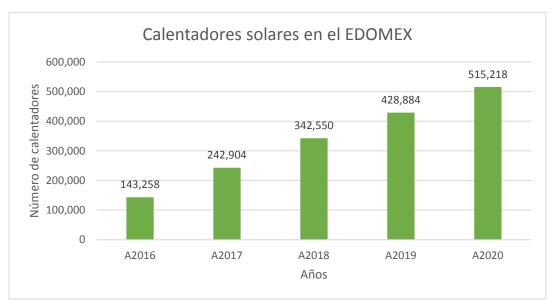
3.4 Sol.

El Sol, es una estrella que se encuentra en el centro del sistema solar, emite energía en forma de luz hacia la Tierra en todas las direcciones. La mayoría de las fuentes de energía usadas por el hombre derivan indirectamente del Sol. Por ejemplo, la interacción de la energía del Sol, los océanos y la atmosfera produce vientos, que son utilizados para hacer girar molinos. El Sol emite una amplia gama de radiación. Sin embargo, la radiación solar que incide sobre la superficie de la Tierra es lo que los humanos aprovechamos para la generación de energía. Esta radiación se mide en W/m² (Otterbach, 2013).

En el Estado de México se aprovecha la energía solar como: energía solar térmica, por medio de calentadores solares para el calentamiento de agua sanitaria y energía solar fotovoltaica, por medio de sistemas de interconexión a la red de la CFE y sistemas autónomos para la generación de energía eléctrica.

Energía solar térmica.

Según datos de la CONUEE en su Sistema de Información de Transición Energética (CONUEE, 2022), en el territorio mexiquense, en 2016 se tenían registrados 143,258 calentadores solares, mientras que en 2020 se registraron 515,218 calentadores, teniendo un incremento del 360% durante el periodo 2016-2020. Si se hace el supuesto de que todos los calentadores solares registrados en 2020 están instalados en casa habitación, representaría el 11.27% de los hogares mexiquenses con calentadores solares instalados. En la gráfica 22 se muestra la evolución de los calentadores solares durante el periodo 2016-2020, registrando un aumento promedio del 64% por año.

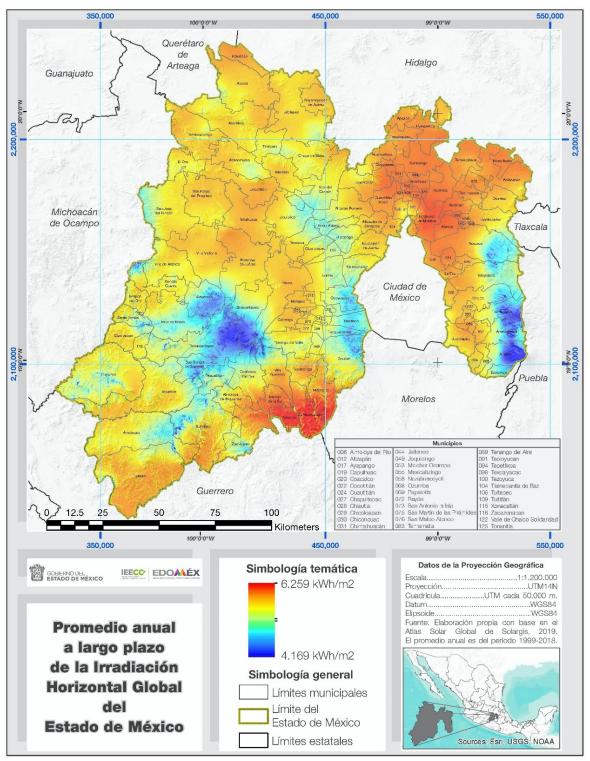


Gráfica 22.- Calentadores solares en el EDOMEX. Fuente: Elaboración propia con información de la CONUEE.

Energía solar fotovoltaica.

Como se menciona en el párrafo anterior, la energía solar fotovoltaica, es el aprovechamiento de la energía solar que se usa para producir energía eléctrica. La conversión de energía solar a energía eléctrica se da gracias a la captación de irradiación que incide sobre celdas solares fotovoltaicas, mejor conocidas como "paneles solares".

En el mapa número 10 se aprecia la distribución de la irradiación horizontal global en el Estado de México, dejando evidencia del gran potencial solar que la entidad posee, con un rango de 4.169 kWh/m² a 6.259 kWh/m².



Mapa 10.- Promedio anual a largo plazo de la Irradiación Horizontal Global del Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos del Atlas solar Global de Solargis.

El mapa anterior muestra cómo la mayor irradiación incide sobre los municipios: Malinalco con 6.219 kWh/m², Tonatico con 6.181 kWh/m² y Zumpahuacán con 6.231 kWh/m². Además, municipios que pertenecen al Valle de México, como Ecatepec de Morelos,

Atenco, Acolman, Tecámac y Tezoyuca, después de los tres municipios antes mencionados, son municipios con alta incidencia de irradiación:

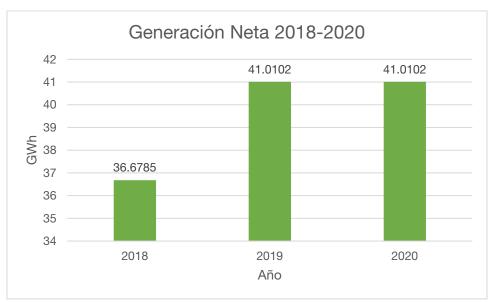
| Municipio | kWh/m² |
|------------------------|--------|
| Ecatepec de Morelos | 6.154 |
| Tecámac | 6.148 |
| Acolman | 6.134 |
| Tezoyuca | 6.13 |
| Atenco | 6.102 |

Tabla 11.- Municipios con mayor irradiación horizontal global en el Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos del Global Solar Atlas.

Ixtlahuaca y Jocotitlán, son los municipios que tienen generación de energía eléctrica por centrales fotovoltaicas registradas en la CRE, en los años 2025 y 2016. En el periodo de los años 2018 a 2020, Ixtlahuaca ha tenido un promedio de generación de 2.03 GWh. En el caso de Jocotitlán, la generación promedio del mismo periodo fue de 37.563 GWh; dando un total general de 39.593 GWh.

| Central Fotovoltaica | Municipio | Estado Actual | Generación neta GWh 2018 | Generación neta GWh 2019 | Generación neta GWh 2020 | Capacidad Autorizada (MW) |
|------------------------------------|------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| lusasol Base, S. A. de C. V. | Ixtlahuaca | En operación | 1.9485 | 2.0302 | 2.0302 | 0.92 |
| lusasol 1, S. A. de C. V. | Jocotitlán | En operación | 34.73 | 38.98 | 38.98 | 18.3 |

Tabla 12. Generación de energía eléctrica por energía solar fotovoltaica en el Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.



Gráfica 23.- Generación Neta en el periodo 2018 a 2020. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

En la gráfica 23 anterior se aprecia cómo del año 2018 al año 2019 hubo un aumento del 11% y del año 2019 al año 2020 no hubo aumento ni disminución, la generación de energía se mantuvo igual que en el año 2019.

Del conjunto de información que compartió la CRE, los diez principales municipios con interconexiones autorizadas están plasmados en la gráfica 24 y en el siguiente mapa se detalla la capacidad instalada en cada municipio. El municipio con más clientes con interconexión a la red de CFE es Naucalpan de Juárez con 1486 clientes registrados por la CRE, mismos que utilizan energía solar fotovoltaica para generar la energía; Huixquilucan es el segundo municipio con 1370 permisionarios conectados a la red, seguido de Atizapán de Zaragoza con 1134 interconexiones aprobadas. Para más información, consultar anexo III.



Gráfica 24.- Generación Neta en el periodo 2018 a 2020. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

Son 116 municipios los que presentan al menos un permiso de interconexión, siendo Hueypoxtla, Joquicingo, Juchitepec, Morelos, Otzoloapan, Tlatlaya, Zacazonapan, Tonanitla y Sultepec los municipios que no presentan interconexión. En total, la capacidad instalada de pequeños generadores de energía (menor a 0.5 MW) es de 64,900.74 kW, siendo en su mayoría energía solar fotovoltaica.

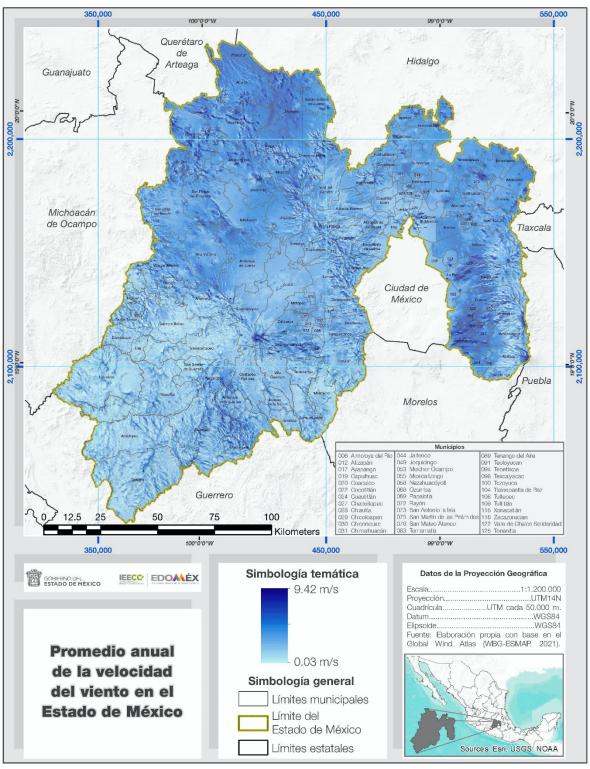
3.5 Viento.

Día a día convivimos con el medio ambiente, rodeados de recursos naturales, sabemos que el aire es el gas que contiene la atmosfera terrestre, el cual está compuesto principalmente por oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. El viento es producto de las diferencias de temperatura o presión generadas por la radiación solar que al incidir en la superficie terrestre (agua y tierra) ésta genera calentamiento haciendo que el aire se caliente y ascienda a la atmosfera y el aire frio descienda ocasionando un flujo de aire.

El viento al estar dotado de energía cinética es aprovechado por altas torres de metal con hélices capaces de generar energía eléctrica, a esto le llamamos energía eólica, una fuente de energía renovable. Y si bien es una energía empleada en sitios altos o montañosos en donde las corrientes de viento son capaces de mover tales hélices.

Energía eólica.

La energía eólica es la energía proveniente del movimiento de masas de aire que se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de la atmosfera, masas que se mueven desde zonas de alta presión a otras de baja presión. La energía eólica consiste en convertir la energía que produce el movimiento de las palas de un aerogenerador impulsadas por el viento en energía eléctrica (Vega y Ramírez, 2014). Sin embargo, el Estado de México no cuenta con las características terrestres y altura para tener corrientes de viento capaces de generar electricidad por medio de aerogeneradores, presentando una velocidad promedio de 2.12 km/h. En el mapa 11 se observa la distribución del viento en el Estado de México, pudiendo identificar mayor velocidad en zonas con mayor altura como en el volcán Xinantécatl y los municipios colindantes con los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl.



Mapa 11.- Promedio de la velocidad del viento en el Estado de México. Fuente: Elaboración propia con información del Global Wind Atlas.

3.6 Capacidad instalada en el Estado de México.

Según datos obtenidos del Sistema de Información Energética, el Estado de México durante los años 2018 se tuvo una capacidad instalada de 1,371 MW, mientras que para 2019 y 2020 fue de 1,370 MW (SENER, Sistema de Información Energética, 2022). No obstante, durante la realización de la investigación, se indagó más en el tema, solicitando información a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para el mismo periodo, dando oportunidad a tener datos más específicos y certeros.

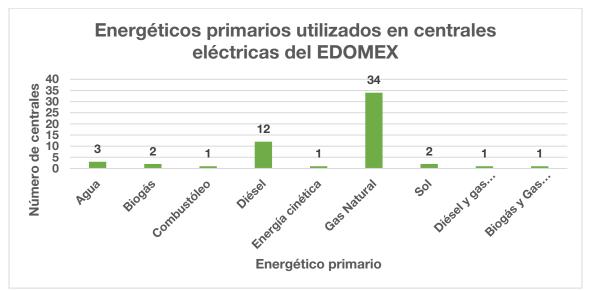
Según datos proporcionados por la CRE, dentro del Estado de México existen 77 permisionarios con diversas capacidades autorizadas mayores de 0.5 MW, sumando un total de 5,435.34 MW, sin embargo, dentro de la información proporcionada, se tienen incluidas centrales de generación que aún no están en operación porque siguen en construcción o su fecha de puesta en marcha sobrepasa el año 2020. Las centrales que están en operación son 55, que suman 2,121.32 MW de capacidad autorizada por la CRE.

Los energéticos primarios utilizados para la generación de energía de los permisionarios son:

- Agua.
- Biogás.
- Gas natural.
- Combustóleo.

- Diésel.
- Energía cinética.
- Residuos Sólidos Urbanos (RSU).
- Sol.

En la gráfica 24 se muestran la cantidad de centrales eléctricas con capacidad mayor a 0.5 MW con su respectivo energético primario, resaltando la gran cantidad de centrales a gas natural existentes en territorio mexiquense, con un total de 34, se convierte en el energético más utilizado para la generación de energía en el Estado de México, seguido del diésel, con 12 centrales, agua con 3, biogás y sol con 2 cada una y, por último, combustóleo, energía cinética y la combinación de Diésel-Gas Natural y Biogás-Gas Natural con 1 cada uno.



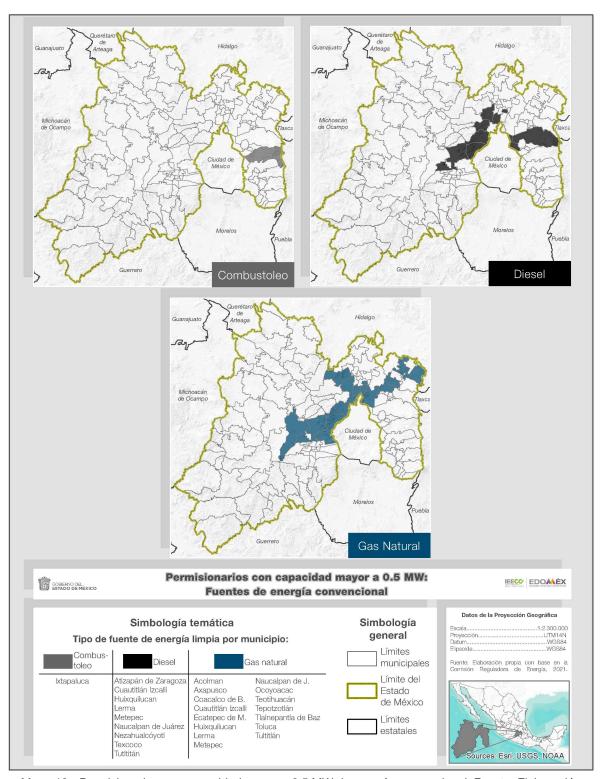
Gráfica 24.- Energético primario usado en las centrales eléctricas del EDOMEX. FUENTE: Elaboración propia con información de la CRE.

El gas natural es el energético primario más utilizado en el Estado de México, por lo que también es el que más capacidad instalada tiene, dejando por mucho a los demás energéticos, con un total de 1,825.92 MW de capacidad autorizada, seguido de la combinación de Diésel-Gas Natural con 158.9 MW y el agua con 74.43 MW. En la gráfica 25 se muestran los energéticos primarios utilizados en el EDOMEX y su respectiva capacidad instalada autorizada.

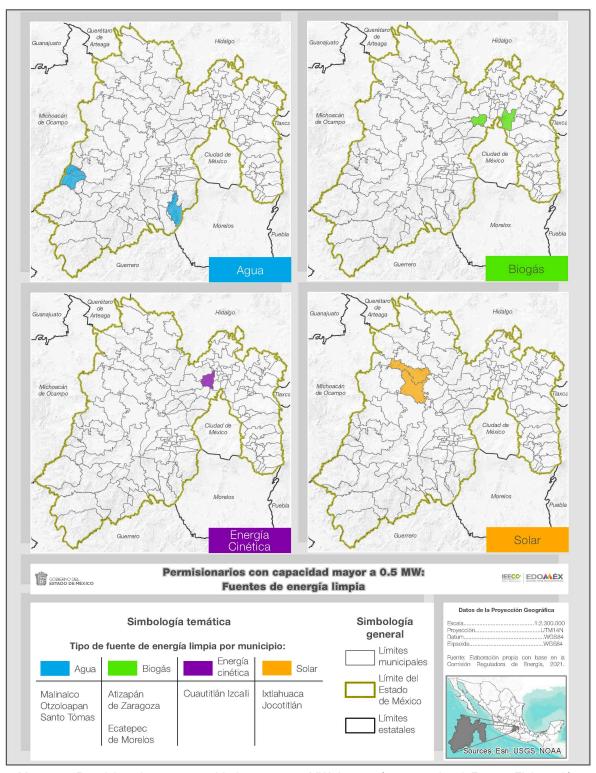


Gráfica 25.- Capacidad instalada por energético primario. Fuente: Elaboración propia con información de la CRE.

Los datos proporcionados por la CRE nos mencionan que la planta generadora más antigua instalada en el territorio se puso en marcha el 14 de abril de 1951 con agua como energético primario y turbina hidráulica como tecnología de conversión, ubicada en el municipio de Santo Tomás de los Plátanos y una capacidad instalada de 22.53 MW perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) bajo el nombre de "Generación I, Central Santa Barbara". De igual manera, la central con mayor capacidad instalada pertenece a la CFE, en este caso con Gas Natural como energético primario siendo ciclo combinado la tecnología utilizada para su aprovechamiento, ubicada en Acolman, construida el 15 de abril de 1963 y con una capacidad instalada de 1,287.92 MW. La CFE participa con 12 centrales eléctricas con diferentes capacidades, tecnologías y ubicaciones. Para más información consultar el anexo IV. En el mapa 12 se muestran los municipios que cuentan con permisionarios con capacidades mayores a 0.5 MW a partir de fuentes convencionales: Combustóleo, diésel y gas natural, mientras que en el mapa 13 se muestran los municipios con permisionarios con capacidades mayores a 0.5 MW con fuentes de energía renovables.



Mapa 12.- Permisionarios con capacidad mayor a 0.5 MW de energía convencional. Fuente: Elaboración propia con información de la CRE.



Mapa 13.- Permisionarios con capacidad mayor a 0.5 MW de energía convencional. Fuente: Elaboración propia con información de la CRE.

En cuanto a permisionarios con capacidad menor a 0.5 MW, de igual manera la CRE proporcionó los datos correspondientes a este rubro. Los energéticos primarios seleccionados por los permisionarios son 5: Sol, biomasa, gas natural, viento y

combustóleo, siendo el sol el más elegido para generación de energía eléctrica. Durante el periodo 2017-2020 se realizaron 7573 solicitudes de interconexión, siendo el año 2019 en el que más solicitudes se realizaron, con 2280. En la gráfica 26 se muestran el número de solicitudes realizadas para los años 2017, 2018, 2019 y 2020.



Gráfica 26.- Solicitudes de interconexión periodo 2017-2020. Fuente: Elaboración propia con información de la CRE.

De esas mismas solicitudes, la CRE proporcionó la cantidad de kW permitidos a los solicitantes, mismos datos que permitieron elaborar la gráfica 27, donde se muestra la capacidad de las centrales eléctricas durante el periodo 2017-2020, siendo el año 2019 el que más capacidad tiene, con 19,090.37 kW, coincidiendo con el número de solicitudes del mismo año.



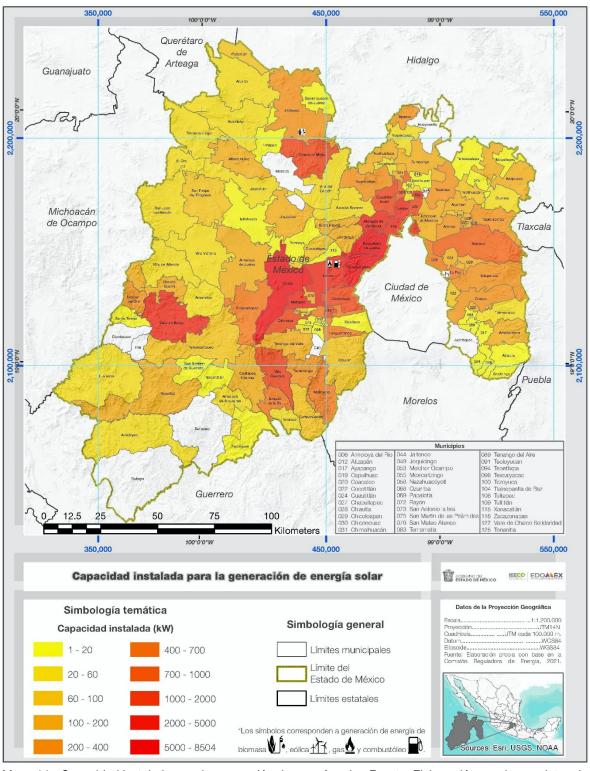
Gráfica 27.- Capacidad autorizada de las centrales eléctricas en kW durante el periodo 2017-2020. Fuente: Elaboración propia con datos de la CRE.

En la tabla 13 se muestran la cantidad de clientes por energético primario utilizado, pudiendo destacar la participación del sol con 99.94%, convirtiéndola en la fuente de energía primaria preferida entre los permisionarios que buscan generar energía, seguida del gas natural con 0.02% y la biomasa, viento y combustóleo con 0.01%.

| Permisionarios solar | Permisionarios Biomasa | Permisionarios Gas | Permisionarios Eólico | Permisionarios Combustóleo | Total de permisionarios |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 8427 | 1 | 2 | 1 | 1 | 8432 |

Tabla 13.- Permisionarios por energético primario: Fuente: Elaboración propia con información de la CRE.

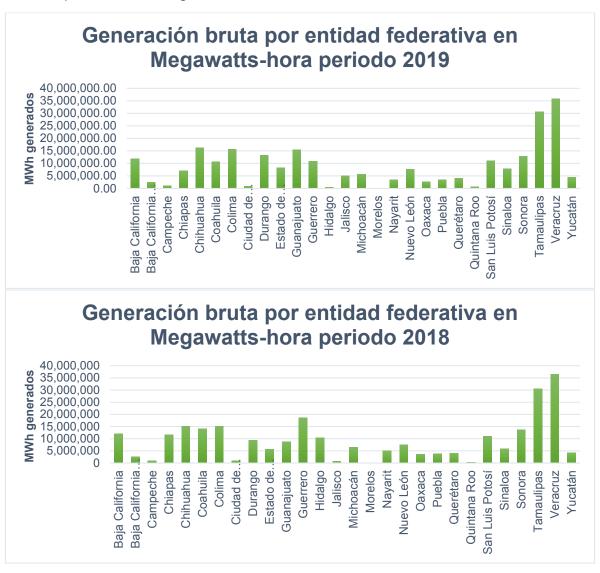
La energía solar fotovoltaica es utilizada en 116 municipios del Estado de México, siendo Hueypoxtla, Joquicingo, Juchitepec, Morelos, Otzoloapan, Tlatlaya, Zacazonapan, Tonanitla y Sultepec. En el mapa 14 se logran visualizar los municipios que tienen implementada tecnología para el aprovechamiento de la energía solar, biomasa, gas natural, viento y combustóleo, identificando a Jilotepec como el municipio que alberga al único permisionario de biomasa; La Paz con el único permisionario de energía eólica; y Lerma con los dos permisionarios de Gas y el único de combustóleo.

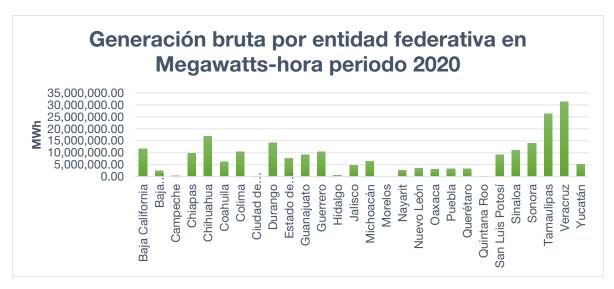


Mapa 14.- Capacidad instalada para la generación de energía solar. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

3.7 Generación de Energía en el Estado de México.

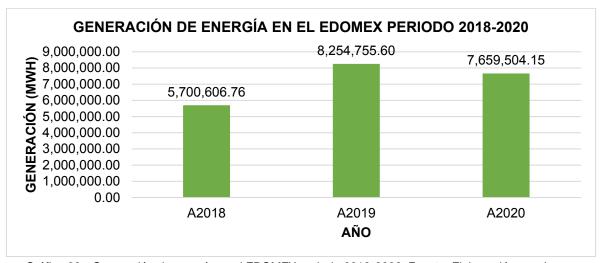
Si bien el Estado de México importa energía, de igual manera genera parte de la que se consume en el estado. En un contexto nacional, la entidad no destaca por su gran capacidad de generación. En la gráfica 28 se muestra la generación bruta por entidad federativa en los años 2018, 2019 y 2020, se puede observar que el estado de Veracruz es la entidad que más energía generó en los tres años observados, seguido de Tamaulipas, pero en los demás estados generadores se nota una tendencia desigual para el mismo periodo de tiempo, variando drásticamente en su generación. El Estado de México es uno de ellos, presentando una generación diferente en cada año.





Graficas 28.- Generación bruta por entidad federativa periodo 2018-2020. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Información Energética (CONUEE, 2020).

En la gráfica 29 se muestra la generación del Estado de México para los años 2018, 2019 y 2020, teniendo una generación de 5,700,606.76, 8,254,755.60 y 7,659,504.15 MWh respectivamente, en donde es posible apreciar un aumento considerable del 44.80% entre el año 2018 y 2019, mientras que se refleja una disminución del -7.2% entre el año 2019 y 2020, probablemente por la disminución de actividades provocado por el COVID-19. En ese periodo de tiempo, el Estado de México tuvo una generación promedio de energía de 7,204,955.50 MWh.



Gráfica 29.- Generación de energía en el EDOMEX periodo 2018-2020. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Información Energética (CONUEE).

3.8 Proyección.

El periodo de estudio para este diagnóstico abarca los años 2018-2020, lo que da apertura a presentar una proyección a 10 años. La proyección se realizó por el método de interpolación lineal, proceso utilizado como herramienta para estimar los valores de los siguientes 10 años, tomando como base los años 2018, 2019 y 2020. Se halló la proyección

para cada fuente de energía y la categoría de los permisionarios de generación, Pequeños permisionarios y Grandes permisionarios.

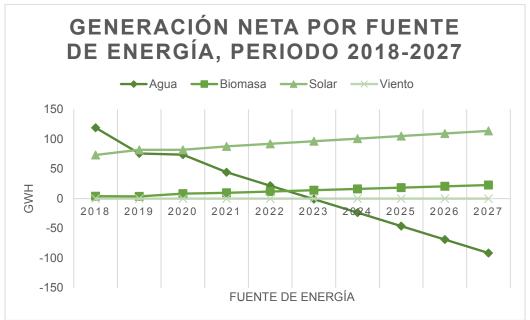
También se presentará cuánta generación y capacidad instalada se puede tener por cada central de generación que se encuentra en construcción, una vez iniciadas operaciones.

A continuación, se muestran las proyecciones por el tamaño del permisionario:

En el caso de los grandes permisionarios, en la tabla 14 se muestra la proyección por fuente de energía, la cual está de la siguiente manera: Agua (hidroeléctricas), ésta va hacia números negativos con el pasar de los años, disminuyendo hasta un -23.8%; Biomasa (biogás y biogás combinado con gas natural), tendrá un aumento del 172.3%; Solar (centrales fotovoltaicas), habrá un aumento del 38.7%; y Viento (aerogeneradores), se mantiene en 0 debido a que no hubo crecimiento en los años tomados como base.

| | Generación neta de grandes permisionarios (GWh) | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Fuente de Energía | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| Agua | 119.10 | 75.88 | 73.85 | 44.37 | 21.74 | -0.88 | -23.50 | -46.13 | -68.75 | -91.38 |
| Biomasa | 4.02 | 3.73 | 8.38 | 9.74 | 11.92 | 14.10 | 16.28 | 18.47 | 20.65 | 22.83 |
| Solar | 73.36 | 82.02 | 82.02 | 87.80 | 92.13 | 96.46 | 100.79 | 105.12 | 109.45 | 113.79 |
| Viento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

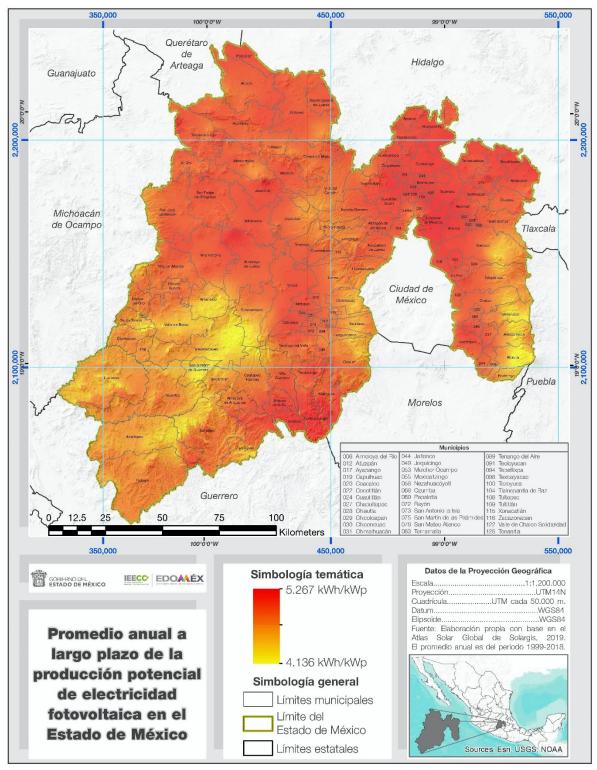
Tabla 14. Proyección de la generación neta de grandes permisionarios. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE, de los años 2018-2020.



Gráfica 30. Generación neta por fuente de energía, periodo 2018-2027. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE, de los años 2018-2020.

Como se ve en la gráfica 30, la generación por la fuente de energía solar, las centrales fotovoltaicas son las que van en aumento, lo cual coincide con el mapa 15, en donde se plasman diversos municipios con altas capacidades de generación eléctrica fotovoltaica

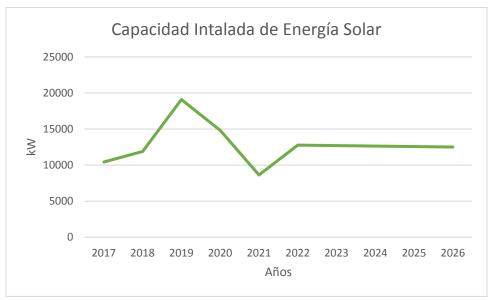
por medio de celdas solares. En todo el territorio del Estado de México se tiene una gran capacidad para la producción de energía a partir de energía solar fotovoltaica.



Mapas 15.- Promedio anual a largo plazo de la producción potencial de electricidad fotovoltaica en el Estado de México. Fuente. Elaboración propia con datos del Atlas Solar Global de Solargis.

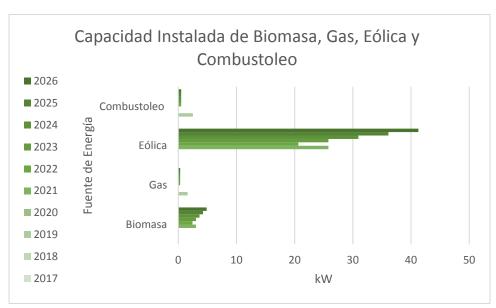
Por otra parte, con los pequeños permisionarios se tiene que la producción de energía se daría en un 99.9407% por medio de energía solar y el 0.0592% restante estará conformado de la Biomasa, el Gas, la Eólica y el Combustóleo. Así como se muestra en las siguientes tablas y gráficas.

El 99.94% se plasma con la energía solar, tiene más representación en la generación de energía en el Estado de México con los pequeños permisionarios. Sin embargo, con la proyección realizada se aprecia cómo esta energía disminuye para 2026 en un 15.65%. En la gráfica 31 se logra observar lo anteriormente mencionado.



Gráfica 31.- Capacidad instalada de pequeños productores en Energía Solar. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE, de los años 2017-2020.

El 0.0592% restante le corresponde a la capacidad instalada por Biomasa, Gas, Eólica y Combustóleo. Como se observa en la gráfica 32, se consideran fechas desde 2017, ya que a partir de ese año se tiene la información proporcionada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en cuanto a las interconexiones de generación aprobadas. En el caso de la biomasa, incrementará en un 43%, tomando en cuenta solo el periodo 2021-2026 pues de 2017 a 2020 hubo cero permisionarios que solicitaran un permiso de interconexión para generación. De 2017 a 2018 no hubo solicitudes de interconexión para generación por Gas, en 2019, hubo dos solicitudes de interconexión para generación, cada una de 0.8 kW por dos años consecutivos, posteriormente en con la proyección se tiene un aumento de 0.32 kW, los cuales se mantienen de 2022 a 2026. Para el caso de la generación por energía eólica, durante los años 2017 a 2020 no hubo permisionarios que solicitaran una interconexión para generación con esta energía, fue hasta el año 2021 que se solicitó un permiso por 25.79 kW de capacidad instalada, y tomando como base ese dato, la proyección indica un crecimiento en esta energía del 60% como fuente de energía en el Estado de México. Finalmente, el combustóleo, del año 2017 y 2018, no hubo solicitud de algún permisionario para generación, sino hasta 2019, hubo una solicitud de interconexión por 2.5 kW de capacidad instalada; los dos años siguientes no hubo solicitudes de interconexión, por lo tanto, la proyección de 2022 a 2016 resulta con 0.5 kW de capacidad instalada, manteniendo esa cantidad por 5 años consecutivos.



Gráfica 32.- Representación del 0.0592% de capacidad instalada por fuente de energía por parte de los pequeños permisionarios. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE, de los años 2018-2020.

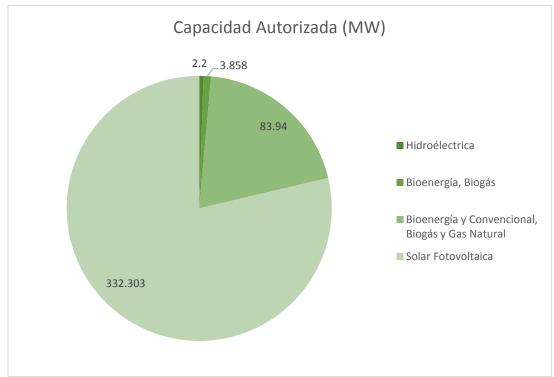
La Comisión Reguladora de Energía (CRE), ha otorgado 9 permisos de generación de energía que a la actualidad se encuentran en construcción, los cuales están reflejados en la Tabla 15. En dicha tabla, se encuentran los municipios en los que se ubican las centrales que están en construcción, por lo tanto, no fueron contabilizadas en el Capítulo III de este diagnóstico, son los siguientes: Apaxco, Temascaltepec, Zinacantepec, Ixtapaluca, Nezahualcotl, Otzolotepec, Hueypoxtla, Tequixquiac y Tultitlán. Se espera que para el año 2024 se encuentren en funcionamiento, pues en el caso de la energía hidroeléctrica, la capacidad autorizada adicionada sería de 2.20 MW; en el caso de la bioenergía por medio de biogás habría una adición de 3.858 MW; en el caso de la bioenergía en combinación con energía convencional, por medio de biogás en combinación con gas natural la adición sería de 83.94 MW; por ultimo en el caso de la energía solar fotovoltaica la adición sería de 332.303 MW; dando un total de 422.30 MW de capacidad autorizada que entraría en funcionamiento y podrá ser contabilizada.

| Centrales Generadoras de energía en construcción | | | | | | | |
|--|----------------|--|---------------------------------|--|--|--|--|
| Permisionario | Municipio | Tecnología | Capacidad Autorizada (MW) | | | | |
| Generadora Fénix, S. A. P. I. de C. V. | Temascaltepec | Hidroeléctrica | 2.20 | | | | |
| Energreen Energía PIV, S. A. de C. V. | Zinacantepec | Bioénergía, Biogás | 1.00 | | | | |
| WTOE, S. A. de C. V. | Ixtapaluca | Bioénergía, Biogás | 2.86 | | | | |
| Energía Verde Bordo IV, S. A. P. I. de C. V. | Nezahualcóyotl | Bioenergía y Convencional, Biogás y Gas Natural | 83.94 | | | | |
| Generadora Fénix, S. A. P. I. de C. V. | Otzolotepec | Solar Fotovoltaica | 4.90 | | | | |

| Proyecto Alternativa Energética de México, S. A. de C. V., Central Apaxco I | Entre los municipios de Hueypoxtla y Tequixquiac | Solar Fotovoltaica | 112.00 |
|---|--|--------------------|--------|
| Proyecto Alternativa Energética de México, S. A. de C. V., Central Apaxco II | Entre los municipios de Hueypoxtla y Tequixquiac | Solar Fotovoltaica | 112.00 |
| Mexsun Piedras Negras, S. A. de C. V. | Entre los municipios de Apaxco, Hueypoxtla y Tequixquiac | Solar Fotovoltaica | 101.40 |
| Plasti-Envases, S. A. de C. V. | Tultitlán | Solar Fotovoltaica | 2.00 |

Tabla 15.- Centrales generadoras de energía en construcción. Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

Como se refleja en la gráfica 33, en primer lugar, la energía solar fotovoltaica es la que predomina, por lo que la tecnología de las celdas solares será una oportunidad en el Estado de México para la generación de electricidad. Posicionándose en segundo lugar la energía obtenida del biogás en combinación con el gas natural. En tercer lugar, la energía del Biogás y en cuarto lugar la energía hidroeléctrica. Son tipos de energía a los que se les deba poner atención para así aumentar la generación eléctrica en el Estado y quizá sean una competencia a la energía solar fotovoltaica.



Grafica 33.- Capacidad autorizada (MW) de las centrales de generación que se encuentran en construcción.

Fuente. Elaboración propia con datos de la CRE.

Así pues, estimular la energía hidroeléctrica resulta complicado debido a que la construcción de centrales hidroeléctricas conlleva grandes problemas sociales; sin

embargo, en el caso de la energía solar, será la más utilizada por medio de interconexiones a nivel residencial, comercial e industrial; para el caso de la bioenergía, se recomienda estimular la investigación de esta energía en el Estado, y así determinar qué tan viable es utilizar biocombustibles (bioetanol, biodiesel, biogás) como energéticos que se pueden mezclar con las gasolinas que utilizamos, sin necesidad de modificar motores de combustión; y el mismo panorama para la energía eólica, ya que si bien no es posible instalar centrales eólicas de aerogeneradores horizontales por la falta de características necesarias en el Estado, podría iniciar la investigación para el uso de aerogeneradores de tipo vertical en los municipios como Tlalmanalco que alcanza velocidades del viendo de 7.89 m/s. Finalmente, con eso inicia la transición a un Estado de México generador de energía eléctrica por fuentes de energía renovable.

3.9 Electrificación rural.

El programa de educación y vinculación comunitaria mediante la participación social, para la promoción y adopción de sistemas fotovoltaicos autónomos en comunidades rurales es un programa diseñado e implementado por el IEECC y una Asociación Civil (A.C.), el cual consiste en la instalación de equipos solares en lugares donde el acceso a la red eléctrica de Comisión Federal de Electricidad (CFE) es limitado o nulo. Se divide en tres etapas:

- 1. **Georreferencia**. Consiste en visitar por primera vez las viviendas de los posibles beneficiarios, filtrando el listado de viviendas visitadas, dejando únicamente aquellas que fueron validadas;
- 2. Instalación. De las viviendas seleccionadas por personal de IEECC y de la A.C. se traza una ruta para iniciar con los trabajos de instalación de los equipos, en donde, casa por casa, se colocan los sistemas fotovoltaicos, asegurando su correcta instalación, corroborando su funcionamiento y fomentando la apropiación de la tecnología por parte del beneficiario.
- 3. Monitoreo. Una vez instalados en su totalidad los sistemas, se realizaron visitas periódicas para verificar el correcto funcionamiento de los equipos y cómo ha beneficiado e impactado el programa a los mexiquenses que fueron acreedores del programa.

El objetivo del programa es garantizar el acceso a una energía asequible y no contaminante y adoptar medidas para combatir el cambio climático y mitigar sus efectos. El programa se inició el año 2019, comenzando con los municipios de Sultepec y Almoloya de Alquisiras, instalándose un total de 159 y 66 sistemas fotovoltaicos respectivamente, dando un total de 225 equipos, generando así 22.5 kWh de energía limpia, equivalente a 7200 focos de 3 W encendidos durante una hora y una población beneficiada de 1,800 habitantes. Para 2020, el programa se aplicó en el municipio de Luvianos, instalando un total de 212 equipos, beneficiando a un total de 1,060 habitantes.

Para seleccionar a los municipios que serán acreedores al programa, el IEECC se basa en el Atlas de Riesgos Ante el Cambio Climático, el Programa Estatal Ante el Cambio Climático y el Censo de Población y Vivienda (INEGI, Demografía y Sociedad, 2020) para determinar cuáles son los municipios con mayor grado de vulnerabilidad y mayor porcentaje de viviendas sin energía eléctrica. En la tabla 16 se muestran los municipios considerados para la aplicación del programa en los siguientes años.

| Municipio | Total de viviendas | Vivienda sin Energía eléctrica | % sin energía eléctrica | Vulnerabilidad al Cambio Climático |
|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| Acambay de Ruíz Castañeda | 17,381 | 449 | 3 | Alto |
| Aculco | 13,075 | 325 | 2 | Alto |
| Almoloya de Juárez | 42,185 | 488 | 1 | Medio |
| Chapultepec | 3,369 | 9 | 0 | Medio |
| Chimalhuacán | 180,359 | 353 | 0 | Medio |
| El Oro | 9,209 | 107 | 1 | Medio |
| Hueypoxtla | 11,554 | 23 | 0 | Alto |
| Isidro Fabela | 3,009 | 14 | 0 | Medio |
| Ixtapaluca | 146,779 | 284 | 0 | Alto |
| Ixtapan de la Sal | 9,810 | 56 | 1 | Medio |
| Jiquipilco | 19,004 | 245 | 1 | Medio |
| Jocotitlán | 17,716 | 254 | 1 | Alto |
| Lerma | 42,360 | 134 | 0 | Medio |
| Rayón | 3,768 | 14 | 0 | Medio |
| San Antonio la Isla | 8,518 | 24 | 0 | Alto |
| San Felipe del Progreso | 32,771 | 724 | 2 | Medio |
| San José del Rincón | 21,805 | 372 | 2 | Medio |
| San Mateo Atenco | 23,034 | 63 | 0 | Medio |
| Timilpan | 4,482 | 45 | 1 | Medio |
| Tonatico | 3,559 | 7 | 0 | Medio |
| Villa de Allende | 12,500 | 298 | 2 | Alto |
| Villa Victoria | 24,232 | 520 | 2 | Alto |

Tabla 16.- Viviendas sin energía eléctrica en 2020. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

3.10 Hospitales Verdes y Saludables.

La Red Global de Hospitales Verdes y Saludables (GGHH, según sus siglas en inglés) es una red mundial de hospitales, sistemas de salud y organizaciones profesionales y académicas que han asumido el compromiso de reducir la huella ambiental del sector de la salud y promover políticas que fomenten la salud ambiental pública.

La Red Global se sustenta en el compromiso de los miembros de poner en práctica la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables, un marco integral de trabajo que contiene diez objetivos interrelacionados. Con el propósito de seguir evolucionando, la Red Global está desarrollando una serie de herramientas para que sus miembros puedan implementar estos objetivos, medir su progreso y colaborar entre ellos para generar un cambio a gran escala en el sector de la salud.

Los diez objetivos de la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables son los siguientes: liderazgo, sustancias químicas, residuos, energía, agua, transporte, alimentos, productos farmacéuticos, edificios y compras verdes. Los nosocomios que estén inscritos en la Red Global deben de cumplir con al menos dos objetivos de la Agenda Global, esto con la finalidad de reducir el impacto al medio ambiente, que a su vez crea un efecto negativo a la salud de los seres vivos, siendo una contradicción al juramento hipocrático.

"Acorde con estas iniciativas para frenar y prevenir los efectos de la contaminación en la salud humana, organismos de salud del gobierno del Estado de México, coincidieron en inscribir a todos sus hospitales a la asociación internacional denominada Red Global de Hospitales Verdes, crear un observatorio del clima y la salud, que permitiría hacer predicciones e identificar indicadores de daños a la salud, fortalecer sistemas de inteligencia epidemiológica y salud ambiental, así como movilizar recursos para la investigación, adaptación y mitigación al cambio climático.

El Consejo de Salud del Estado de México aprobó durante la Sexagésima Quinta Sesión Ordinaria del Consejo de Salud estatal, en junio de 2019, que 69 hospitales pertenecientes al Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) inicien trabajos para adaptar sus instalaciones a modelos de auto sustentabilidad y reducir la expulsión de contaminación" (Díaz, 2019).

El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) tiene el papel de realizar el diagnóstico energético de los hospitales ISEM participantes ubicados dentro del Estado de México, evaluando: la calidad de la energía, el consumo y las técnicas de ahorro y uso eficiente de la energía. Analizará los datos obtenidos después de las auditorías implementadas a los hospitales inscritos a la Red Global y propondrá estrategias, metodologías, técnicas y tecnologías para implementar en los nosocomios, con el propósito de reducir el uso de energía proveniente de combustibles fósiles, promover la eficiencia energética, así como el uso de energías renovables para cumplir con el objetivo de la Agenda Global y puedan certificarse los hospitales.

3.11 Asesorías a la población en materia de fuentes de energía renovables y eficiencia energética.

Reporte general de reportes municipales de eficiencia energética 2018, 2019 y 2020.

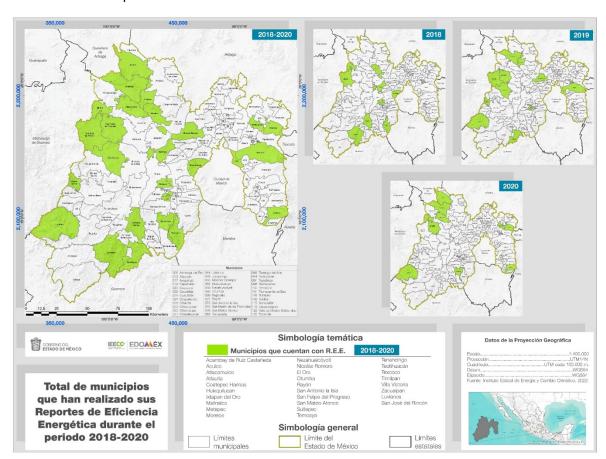
El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) lleva a cabo año con año diversos estudios y proyectos para la mitigación y adaptación al cambio climático, en los cuales la prioridad es dotar de conocimientos e información a los municipios en ámbito de Ahorro y Eficiencia Energética con objeto de que cada municipio del Estado de México sea capaz de ejecutar acciones que estimulen la mitigación y la adaptación al cambio climático. Dentro de estos proyectos, el Departamento de Mitigación al Cambio climático realiza el "Reporte sobre los resultados de medidas de ahorro y eficiencia energética adoptadas en las instalaciones y áreas administrativas de las dependencias; así como entidades de la administración pública estatal".

El objetivo del reporte es conocer la cantidad de energía que precisa en ocupar cada municipio del Estado de México para tener un histórico en donde se logre tener un estatus de partida para la implementación de sistemas o estrategias que permitan disminuir el alto

impacto que tiene en el ambiente los actuales mecanismos de transformación de energía fósil.

El reporte consiste en la elaboración de un cuestionario, a modo de evaluación del consumo y disposiciones generales de cómo los municipios han tenido que migrar hacia tecnologías más eficientes al momento de reducir sus emisiones y gastos energéticos, dicho cuestionario abarca situaciones como un diagnóstico energético previo realizado por algún comité de expertos, si se han implementado tecnologías más eficientes, por ejemplo luminarias LED, la disposición que tienen para generar su propia energía y la naturaleza de la misma, su consumo de energía eléctrica y térmica, la tendencia de gasto eléctrico en dependencias o edificaciones a la par de alumbrado público, los sectores que más consumen energía eléctrica en cada municipio, las posibles zonas industriales localizadas dentro de su territorio y si cuentan con instalaciones de sistemas energéticos renovables (tales como solar fotovoltaico, eólico, etc.).

De 2018 a 2020 han participado 33 de 125 municipios del Estado de México. Tal como se observa en el Mapa 16.



Mapa 16.- Total de municipios que han realizado sus Reportes de Eficiencia Energética durante el periodo de 2018-2020. Fuente. Elaboración propia.

En el año 2018, los municipios que participaron y entregaron un avance del reporte fueron: Coatepec Harinas, El Oro, Huixquilucan, Malinalco, Metepec, Morelos, San José del Rincón, San Mateo Atenco, Sultepec y Temoaya. En el año 2019, los municipios participantes fueron: Acambay, Ixtapan del oro, Luvianos, Nezahualcóyotl, Nicolás

Romero, Rayón, San Antonio la Isla, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Texcoco, Timilpan, Villa Victoria y Zacualpan. Y en el año 2020, los municipios que participaron fueron: San Felipe del Progreso, Acambay, Aculco, El Oro, Atlacomulco de Fabela, Otumba, Teotihuacán, Atlautla, Tenancingo y Luvianos.

Se destaca que Acambay, El Oro, Luvianos, San José del Rincón y San Felipe del Progreso, son los municipios que han tenido más participación pues han realizado el reporte en dos ocasiones, mostrando su interés en mejorar la eficiencia energética.

Conclusiones.

Para 2020, el Estado de México concentra el 13.54% del total de la población del país, con un total de 16,992,418 habitantes, convirtiéndolo en la Entidad más poblada del país, siendo 8,251,295 hombres (48.55%) y 8,741,123 (51.44%) mujeres. El total de personas con la capacidad de trabajar era de 13,706,932; la población económicamente activa llegaba a un número de 8,544,416 personas, lo que representa el 62.33% del total, mientras que 5,162,516 mexiquenses (37.66%) son económicamente inactivos.

Los 10 municipios más poblados son: Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Toluca, Naucalpan de Juárez, Chimalhuacán, Tlalnepantla de Baz, Cuautitlán Izcalli, Tecámac, Ixtapaluca y Atizapán de Zaragoza. Los 10 menos poblados son: Papalotla, Otzoloapan, Zacazonapan, Texcalyacac, Ixtapan del Oro, San Simón de Guerrero, Santo Tomás, Ayapango, Nopaltepec y Ecatzingo.

El número de escuelas en la Entidad es de 25,469, con 253,828 maestros y 4,779,126 alumnos de todos los niveles, siendo el nivel primaria el que más alumnos posee.

14,783,404 personas viven en zonas urbanas, 2,209,014 en zonas rurales. Las personas de las zonas urbanas tienen más ingresos corrientes que las zonas urbanas. Durante 2018 y 2020 los ingresos aumentaron para los deciles más altos, mientras que para los más bajos disminuyeron.

En los hogares mexiquenses, para 2018, se destinaba el 17.57% de los gastos trimestrales en energía, equivalente a \$6,497°° MXN lo que anualmente representaría \$25,988°° MXN. Para 2020, el 15.3% del gasto monetario trimestral se destinaba para cubrir sus necesidades energéticas, equivalente a \$4,675°° MXN dando un total anual de \$18,700°° MXN para el año 2020. Esto es, para el periodo 2018-2020 hubo una disminución del 28.04% en los gastos destinados a energéticos, derivado de los efectos que tuvo la pandemia por el virus SARS CoV-2.

El municipio más densamente poblado es Nezahualcóyotl, con 15,064 hab/ km^2 seguido de Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Valle de Chalco Solidaridad y Coacalco de Berriozábal, con 11,381, 9,301, 7,440 y 7393 hab/ km^2 respectivamente, convirtiendo a la zona del Valle de México en la zona más densamente poblada, dejando claro que es en esta zona en donde se deben aplicar las campañas de concientización y planes de eficiencia energética.

San Felipe del Progreso el municipio con mayor grado de marginación en el territorio mexiquense, quedando como municipio prioritario para la aplicación de programas y proyectos. 12 municipios se encuentran en un alto grado de marginación, representando

el 9.6% de los 125 municipios. En una marginación media se tienen 14 municipios (11.2%), 26 en marginación baja (20.8%) y 73 municipios en un grado muy bajo de marginación, siendo el 58.4% restante. El Estado de México cuenta con 4,568,635 viviendas particulares habitadas, convirtiéndolo en la entidad con mayor número de viviendas habitadas, siendo Ecatepec de Morelos el municipio que más viviendas posee, con un total de 448,623, mientras que el que menos tiene es Papalotla con 1,231. En el estado hay un promedio de 3.64 personas que habitan cada uno de los hogares mexiquense, siendo este el tamaño promedio de los hogares.

En el EDOMEX, en las casas habitadas, se tiene que el 39.8% de las viviendas tienen 2 habitaciones, 31% solo tienen una habitación, 21.7% 3 habitaciones, 5.8% con 4 habitaciones y el resto de las viviendas poseen más de 5 habitaciones.

Del cien por ciento de los hogares mexiquenses, según información de INEGI en el censo de población y vivienda 2020, el 75.1% dispone de agua entubada dentro de la vivienda, el 86.5% tiene drenaje conectado a la red pública y el 99.6% cuenta con servicio de energía eléctrica.

Durante el año 2016, el 84% de los hogares mexiquenses poseía focos ahorradores y en 2020 un 90% ya poseía tecnología eficiente para iluminar, presentando un incremento del 6% respecto a 2016.

Los principales sectores y actividades productivas en el estado son: automotriz, comercio y químico.

En el territorio mexiquense se tienen contabilizadas 113 zonas industriales repartidas en 28 municipios del Estado, siendo Tlalnepantla de Baz el que más parques o zonas industriales posee, con una cantidad total de 17, representando el 15% del total de las zonas industriales.

En 2020 se tenían contabilizados 8,571,466 vehículos registrados en circulación, los cuales se dividen en: automóviles, camiones para pasajeros, camiones, camionetas para carga y motocicletas.

En cuanto a ventas de gasolina, se tuvo una disminución de las ventas del 17.58% para 2019 y de 34.18% para 2020 con respecto a 2018. Mientras que el diésel tuvo un descenso de ventas en 2019, con una disminución del 14.06% y un aumento del 10.23% en 2020, ambos con respecto a 2018. La turbosina se comportó parecido a la gasolina, con una disminución del 15.18% para 2019 y 43.98% para 2020 con respecto a 2018.

La gasolina más vendida durante los años 2018, 2019 y 2020, fue la gasolina magna.

El sector que más consumo energético tuvo en 2018 fue el sector transporte, con un 35.6%, seguido de la industria manufacturera con 30.5% y la generación de energía eléctrica con un 16.2%, mientras que el sector residencial, comercial y agropecuario tienen una participación del 13.3%, 2.9% y 1.7% respectivamente.

Una vez analizada la información y resultados del presente diagnóstico, las áreas de oportunidad para mejorar la implementación de proyectos de eficiencia energética y ahorro de la energía son diversas, ya que, en el Estado de México, se encuentran deficiencias en cuanto la cuantificación de la energía que es generada en los 125 municipios, al

encontrarnos con datos no actualizados. Por lo que es importante que los municipios den atención a sus sectores económicos y estos puedan reportar sus gastos energéticos sin inconvenientes, lo que facilitaría la implementación de acciones de adaptación y mitigación por parte del IEECC para con los municipios. Además, de la creación de políticas púbicas enfocadas a la eficiencia energética y uso racional de la energía.

También, se identifica que las tecnologías generadoras de energía limpia son poco adquiridas en los municipios. En el caso de Naucalpan de Juárez, representa el 13% en la adquisición de tecnologías para la generación de energía limpia. Mientras que el resto de los municipios, cada uno va por debajo del 12% sucesivamente hasta el 0%. Esto indica cómo la difusión e implementación de sistemas de energía renovable aún no es considerada necesaria para poder solventar los gastos energéticos.

La generación bruta de energía en el Estado de México para 2018, 2019 y 2020 fue de 5,700,606.76, 8,254,755.60 y 7,659,504.15 MWh respectivamente, en donde es posible apreciar un aumento considerable del 44.80% entre el año 2018 y 2019, mientras que se refleja una disminución del -7.2% entre el año 2019 y 2020. El Estado de México se encuentra por debajo de estados como Veracruz y Tamaulipas que generan 31,374,897.48 MWh y 26,269,990.40 MWh respectivamente, convirtiéndolos en los principales estados generadores de energía del país, por lo que se deben implementar tecnologías generadoras de energía con la opción a la generación distribuida, con esto, el sector industrial, además de beneficiar a sus instalaciones, puede beneficiar a la población en general del municipio al que pertenece y así podrá aumentar la generación de energía del Estado de México.

De 1963 a 2020 la CRE ha otorgado 77 permisos para la generación distribuida, de los cuales, 2 fueron de 2018, 7 de 2019 y 5 de 2020. Lo que implica que debe haber más permisos para la generación de energía por medio de centrales hidroeléctricas, biomasa, solar fotovoltaica, solar térmica, ciclos combinados, eólica y residuos sólidos urbanos. Y con eso aumentar la generación en el Estado de México. Quizá en el caso de la hidroeléctrica se vea disminuido por cómo se plantea en la proyección realizada. Además, con eso como resultado podrá verse paulatinamente una disminución del uso de fuentes de energía convencional.

Se deben implementar y difundir más apoyos por parte de los municipios con sus habitantes, pues eso les hará crear conciencia sobre sus gastos energéticos y hábitos de consumo energético, verán un impacto positivo en sus hogares. Como por ejemplo la disminución de uso de gas L.P. o la disminución de incinerar leña y evitar emisiones de Efecto Invernadero.

Este diagnóstico energético tiene la finalidad de ser una fuente de información para la realización de proyectos y programas, a nivel municipal y estatal, enfocados a la eficiencia energética, uso responsable de la energía, concientización sobre el uso de la energía y la aplicación de energías limpias para la generación de electricidad. De igual manera, se tiene planeada la actualización y corrección del mismo para tener información confiable.

Anexos. Anexo I. Zonas y Parques Industriales ubicados en territorio mexiquense.

| Municipios | Zonas Industriales | N° |
|----------------------|--|----|
| POLOTITLÁN | Parque industrial Polo INN | 1 |
| JILOTEPEC | Parque industrial Jilotepec | 1 |
| | Parque industrial El Convento I | |
| | Parque industrial El Convento II | |
| | Parque Industrial Trebol | |
| TEPOTZOTLÁN | Parque Industrial PROLOGS PARK CEDROS | 7 |
| | PARQUE INDUSTRIAL PROLOGS CARRIZAL | |
| | MEGAPARK | |
| | TEPOZPARK IV | |
| ATI A COMUL CO | PARQUE INDUSTRIAL ATLACOMULCO | |
| ATLACOMULCO | PARQUE INDUSTRIAL SANTA BARBARA | 2 |
| JOCOTITLÁN | CONJUNTO INDUSTRIAL PARTEJE | 1 |
| | PARQUE INDUSTRIAL IXTLAHUACA | _ |
| IXTLAHUACA | PARQUE INDUSTRIAL SANTA MARGARITA | 2 |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL EL PEDREGAL | _ |
| ATIZAPAN DE ZARAGOZA | ZONA INDUSTRIAL CRISTOBAL HIGUERA | 2 |
| | PARQUE INDUSTRIAL EXPORTEC I | |
| | PARQUE INDUSTRIAL EXPORTEC II | |
| | PARQUE INDUSTRIAL INN | |
| | PARQUE INDUSTRIAL SAN ANTONIO BUENAVISTA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL SAN CAYETANO | |
| TOLUCA | PARQUE INDUSTRIAL EL COECILLO | 12 |
| TOLOGA | PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000 | 12 |
| | PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL VESTA PARK 1 | |
| | PARQUE INDUSTRIAL VESTA PARK 2 | |
| | CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA PARK II | |
| | LOGISTIC CENTER TOLUCA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL CERRILLO I | |
| | PARQUE INDUSTRIAL CERRILLO II | |
| LERMA | PARQUE INDUSTRIAL FRISA (DOÑA ROSA) | 8 |
| LLI IIVIA | CORREDOR INDUSTRIAL LERMA | O |
| | PROLOGYS PARK TOLUCA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL LERMA | |
| | | |

| SAN ANTONIO LA ISLA | PARQUE AGROINDUSTRIAL SAN ANTONIO LA ISLA | 1 |
|--------------------------------|---|--------------|
| TENANGO DEL VALLE | PARQUE INDUSTRIAL TENENGO DEL VALLE | 1 |
| 00000000 | ZONA INDUSTRIAL OCOYOACAC | 2 |
| OCOYOACAC | PARQUE INDUSTRIAL OCOYOACAC | 2 |
| CARLII HI IAC | PARQUE INDUSTRIAL PYME CAPULHUAC | 2 |
| CAPULHUAC | PARQUE INDUSTRIAL SAN NICOLAS TLAZALA | 2 |
| TIANGUISTENCO | PARQUE INDUSTRIAL SANTIAGO TIANGUISTENCO I Y II | 1 |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL ALCE BLANCO | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL LA PERLA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL NAUCALPAN | _ |
| NAUCALPAN DE JUÂREZ | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SAN ANDRÉS ATOTO | 6 |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL TLATILCO | |
| | PARQUE INDUSTRIAL NAUCALPAN | |
| NEZAHUALCOYOTL | PARQUE INDUSTRIAL NEZAHUALCOYOTL | 1 |
| VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD | ZONA INDUSTRIAL VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD | 1 |
| | CENTRO INDUSTRIAL TLALNEPANTLA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL BARRIENTOS | - |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL LA LOMA | - |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL LA PRESA | - |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL LAS ARMAS | - |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SAN LORENZO | - |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SAN NICOLÁS | |
| | PARQUE INDUSTRIAL SAN PABLO XALPA | |
| TLALNEPANTLA DE BAZ | PARQUE INDUSTRIAL TABLA HONDA | 17 |
| | PARQUE INDUSTRIAL TLAXCOLPAN | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL LOS REYES | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL NIÑOS HÉROES | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL PUENTE DE VIGA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SAN BUENAVENTURA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SAN JERÓNIMO TEPETLACALCO | |
| | TLALNE PARK | |
| | ZONA INDUSTRIAL PUENTE DE VIGA | |
| CHALCO | ZONA INDUSTRIAL CHALCO | 1 |
| | PARQUE INDUSTRIAL IXTAPALUCA | |
| IXTAPALUCA | PARQUE INDUSTRIAL LA ESPINITA | 3 |
| | LOGISTIC AND DISTRIBUTION BUSSINESS PARK (LDBP) | |
| ECATEDEO DE MODELOS | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL ESFUERZO NACIONAL | |
| ECATEPEC DE MORELOS | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL MORELOS | 10 |

| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL RUSTICA XALOSTOC | |
|----------------------------|--|----|
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SANTA MARÍA TULPETLAC | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL XALOSTLOC | |
| | ZONA INDUSTRIAL CERRO GORDO | |
| | ZONA INDUSTRIAL GUADALUPE VICTORIA | |
| | ZONA INDUSTRIAL URBANA Y/O CUAHTÉMOC XALOSTLOC | |
| | ZONA INDUSTRIAL JAJALPA | |
| | ZONA INDUSTRIAL SANTA CLARA COATITLA | |
| | MACROCENTRO TULTITLÁN | |
| | PROLOGIS PARK ALAMOS | |
| | PARQUE INDUSTRIAL CARTAGENA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL SAN MIGUEL TULTITLÁN | |
| | PARQUE INDUSTRIAL TULTITLÁN | |
| TULTITLÁN | PROLOGIS PARK JLP | 10 |
| | ZONA INDUSTRIAL CORREDOR LECHERÍA-CUATITLÁN | |
| | ZONA INDUSTRIAL CORREDOR LÓPEZ PORTILLO | |
| | ZONA INDUSTRIAL INDEPENDENCIA | |
| | ZONA INDUSTRIAL RECURSOS HIDRÁULICOS | |
| COACALCO DE BERRIOZABAL | PARQUE INDUSTRIAL COACALCO | 1 |
| | CONJUNTO INDUSTRIAL CUATITLÁN I | |
| CUATITLÁN | CONJUNTO INDUSTRIAL CUATITLÁN II | 3 |
| | ZONA INDUSTRIAL LA PALMA | |
| TEOÍNAO | PARQUE INDUSTRIAL TECÁMAC | 2 |
| TECÁMAC | ZONA INDUSTRIAL TECÁMAC Z. NORTE | 2 |
| | CENTRO LOGÍSTICO PUENTE GRANDE | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL CUAMATLA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SECCIÓN SAN SEBASTIAN XHALA | |
| | FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL SECCIÓN XHALA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL CUATITLÁN | |
| CUATITLÁN IZCALLI | PARQUE INDUSTRIAL CUAMATLA | 12 |
| | PARQUE INDUSTRIAL LA JOYA | |
| | PARQUE INDUSTRIAL LA LUZ | |
| | PARQUE IONDUSTRIAL SAN MARTÍN OBISPO I | |
| | PARQUE INDUSTRIAL SAN MARTÍN OBISPO II | |
| | PARQUE INDUSTRIAL TRES RÍOS | |
| | PARQUE MACROINDUSTRIAL CUATITLÁN IZACALLI | |
| HUEHUETOCA | PARQUE INDUSTRIAL LAS AMERICAS | 2 |
| HOLHOETOGA | PARQUE INDUSTRIAL XALPA DE VILLA HORMES | ۷ |

| SOYANIQUILPAN | PARQUE INDUSTRIAL ARCO-57 | 1 |
|---------------|---------------------------|---|
|---------------|---------------------------|---|

Anexo II. Información técnica de los permisionarios ubicados en territorio mexiquense.

| Permisionario | Capacidad autorizada (MW) | Energético primario | Tecnología | Municipio | Fecha de entrada en operación |
|--|---------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|--|
| Empaques Modernos San Pablo, S. A. de C. V. | 14.00 | Gas Natural | Turbina de Vapor | Tlalnepantla de Baz | 17/09/1980 |
| Goplás, S. A. de C. V. | 1.43 | Gas Natural | Combustión Interna | Tultitlan | 01/08/2014 |
| Energreen Energía PI, S. A. de C. V. | 1.60 | Biogás | Combustión Interna | Atizapán de Zaragoza | 21/03/2014 |
| CE G. Sanborns Satélite, S. A. de C. V. | 1.00 | Gas Natural | Combustión Interna | Naucalpan de Juárez | 01/07/2015 |
| Sulzer Pumps México, S. A. de C. V. | 6.00 | Diesel | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 03/08/2017 |
| Qualtia Alimentos Operaciones, S. de R. L. de C. V. | 5.33 | Gas Natural | Combustión Interna | Tepotzotlán | 15/07/2014 |
| lusasol Base, S. A. de C. V. | 0.92 | Sol | Fotovoltaica | Ixtlahuaca | 30/09/2015 |
| EVM Energía del Valle de México, S. A. P. I. de C. V. | 129.30 | Gas Natural | Turbina de Gas | Axapusco | 20/12/2016 |
| lusasol 1, S. A. de C. V. | 18.30 | Sol | Fotovoltaica | Jocotitlán | 01/01/2016 |
| CFE - Generación I, Central Santa Bárbara | 22.53 | Agua | Turbina Hidráulica | Santo Tomás | 14/04/1951 |
| CFE - Generación I, Central Tingambato | 45.00 | Agua | Turbina Hidráulica | San Martín Otzoloapan | 24/09/1957 |
| CFE - Generación I, Central Atenco | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Metepec | 13/12/2006 |
| CFE - Generación I, Central Coyotepec | 64.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Tepotzotlán | 29/01/2007 |
| CFE - Generación II, Central Termoeléctrica Valle de México | 18.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Acolman | 02/06/2015 |
| CFE - Generación I,Central Turbogás Cuautitlán | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Cuautitlán Izcalli | 29/01/2007 |
| CFE - Generación I, Central Turbogás Ecatepec | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Ecatepec de Morelos | 26/12/2006 |
| CFE - Generación I, Central Turbogás Villa de Las Flores | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Población Tultitlán | 28/12/2006 |
| CFE - Generación I, Central Turbogás Remedios | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Naucalpan de Juárez | 20/12/2006 |
| CFE - Generación I, Central Turbogás Vallejo | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Tlalnepantla de Baz | 06/08/2007 |
| CFE - Generación I, Central Turbogás Victoria | 32.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Cuautitlán Izcalli | 20/12/2006 |
| Grupo Romamills, S. A. de C. V. | 6.58 | Gas Natural | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 01/04/2016 |
| CE G Sanborns, S. A. de C. V. | 1.00 | Gas Natural | Combustión Interna | Coacalco de Berriozabal | 28/09/2017 |

| Láminas Acanaladas Infinita, S. A. de C. V. | 3.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Ecatepec de Morelos | 18/04/2016 |
|--|--------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Generadora Fénix, S. A. P. I. de C. V., Central Alameda | 6.90 | Agua | Turbina Hidráulica | Malinalco | 31/07/2016 |
| Becton Dickinson de México, S. A. de C. V. | 6.54 | Gas Natural | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 30/06/2001 |
| Elan Energy Generadora Dos, S. A. P. I. de C. V. | 3.77 | Gas Natural | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 11/01/2019 |
| Petstar, S. A. P. I. de C. V. | 2.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Toluca | 01/08/2017 |
| Cuprum, S. A. de C. V. | 1.97 | Gas Natural | Combustión Interna | Tlalnepantla de Baz | 01/11/2017 |
| Papeles Ultra, S. A. de C. V. | 10.00 | Combustóleo | Turbina de Vapor | Ixtapaluca | 31/12/1991 |
| Comercial Importadora, S. A. de C. V. | 1.05 | Gas Natural | Combustión Interna | Naucalpan de Juárez | 05/09/2018 |
| Frialsa Frigoríficos, S. A. de C. V. | 1.10 | Gas Natural | Turbina de Gas | Ocoyoacac | 01/03/2020 |
| Nestlé México, S. A. de C. V. | 2.45 | Gas Natural | Combustión Interna | Toluca | 15/03/2004 |
| TC.P. Energy, S. A. P. I. de C. V. | 158.15 | Gas Natural y Diesel | Combustión Interna | Huixquilucan | 01/06/2008 |
| Conservas La Costeña, S. A. de C. V. y Jugomex, S. A. de C. V. | 0.97 | Biogás y Gas Natural | Combustión Interna | Ecatepec de Morelos | 12/07/2004 |
| Latinoamericana de Vidrio, S. A. de C. V. | 6.00 | Diesel | Combustión Interna | Naucalpan de Juárez | 01/10/2006 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Centro Administrativo Cuautitlán Izcalli | 0.75 | Diesel | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 28/09/2005 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Bosques del Lago | 0.75 | Diesel | Combustión Interna | Atizapán de Zaragoza | 06/10/2005 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Satélite | 0.60 | Diesel | Combustión Interna | Naucalpan de Juárez | 06/10/2005 |
| Energía Bidarena, S. de R. L. de C. V. | 6.15 | Gas Natural | Combustión Interna | Teotihuacan | 16/03/1998 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Cuautitlán de Romero Rubio | 1.25 | Diesel | Combustión Interna | Cuautitlán Izcalli | 14/12/2005 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Azteca Metro | 0.60 | Diesel | Combustión Interna | Metepec | 14/12/2005 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Chamizal | 0.60 | Diesel | Combustión Interna | Nezahualcóyotl | 10/08/2006 |
| Teléfonos de México, S. A. de C. V., Central Los Tollocan | 0.60 | Diesel | Combustión Interna | Metepec | 10/08/2006 |
| Azinsa Aluminio, S. A. de C. V. | 1.00 | Diesel | Combustión Interna | Tultitlán | 09/08/2007 |
| Vidrio Formas, S. A. de C. V. | 2.52 | Diesel | Combustión Interna | Lerma | 10/03/2008 |
| La Torre del Vigía, A. R. | 3.75 | Diesel | Combustión Interna | Texcoco | 19/11/2008 |

| Polioles, S. A. de C. V. | 2.50 | Gas Natural | Turbina de Vapor | Lerma | 31/01/2011 |
|--|----------|---------------------|-----------------------|------------------------|------------|
| Basf Mexicana, S. A. de C. V. | 1.25 | Gas Natural | Combustión Interna | Ecatepec de Morelos | 30/08/2011 |
| Ferrocarriles Suburbanos, S. A. P. I. de C. V. | 6.61 | Energía Cinética | Energía Cinética | Cuautitlán Izcalli | 06/10/2011 |
| Tlalnepantla Cogeneración, S. A. P. I. de C. V. | 28.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Tlalnepantla de Baz | 01/08/2012 |
| Láminas Acanaladas Infinita, S. A. de C. V. | 6.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Ecatepec de Morelos | 08/12/2013 |
| Grimann, S. A. de C. V., Planta Fase 2 | 0.80 | Gas Natural | Turbina de Gas | Lerma | 13/11/2014 |
| Grimann, S. A. de C. V., Planta Fase 1 | 0.80 | Gas Natural | Turbina de Gas | Lerma | 13/11/2014 |
| Empaques Modernos San Pablo, S. de R. L. de C. V. | 6.00 | Gas Natural | Turbina de Gas | Tlalnepantla de Baz | 01/02/2014 |
| CFE Generación I, Central Valle De México | 1,287.92 | Gas Natural | Ciclo Combinado | Acolman | 15/04/1963 |

Anexo III.- Interconexiones contratadas y capacidad instalada por municipio.

| Municipio | Total de clientes | Capacidad Total (kW) |
|----------------------------|-------------------|-------------------------|
| Naucalpan de Juárez | 1486 | 8503.375 |
| Huixquilucan | 1370 | 8119.77 |
| Toluca | 465 | 5137.79 |
| Atizapán de Zaragoza | 1134 | 4694.71 |
| Metepec | 658 | 4119.575 |
| Tlalnepantla de Baz | 314 | 3236.345 |
| Lerma | 193 | 3028.9 |
| Valle de Bravo | 463 | 2949.095 |
| Tultitlán | 58 | 2757.19 |
| Ocoyoacac | 75 | 1740.24 |
| Capulhuac | 52 | 1518.57 |
| Chapa de Mota | 50 | 1384.955 |
| Coacalco De Berriozábal | 38 | 1321.58 |
| Cuautitlán Izcalli | 159 | 1266.25 |
| Calimaya | 112 | 1062.07 |

| Villa Guerrero | 89 | 1027.86 |
|------------------------|-----|---------|
| Cuautitlán | 22 | 961.15 |
| Texcoco | 96 | 925.66 |
| Malinalco | 99 | 678.33 |
| Zinacantepec | 64 | 638.78 |
| La Paz | 16 | 581.93 |
| Tianguistenco | 14 | 500.34 |
| Ixtapan de la Sal | 92 | 499.25 |
| Nezahualcóyotl | 57 | 474.11 |
| Tecámac | 102 | 383.035 |
| Chalco | 45 | 345.915 |
| Jilotepec | 19 | 336.12 |
| Tepotzotlán | 21 | 306.92 |
| Tenancingo | 41 | 265.94 |
| Tepetlaoxtoc | 12 | 260.29 |
| Ixtapaluca | 41 | 257.74 |
| Ixtlahuaca | 44 | 257.12 |
| Apaxco | 14 | 242.5 |
| Atenco | 33 | 229.16 |
| San Mateo Atenco | 84 | 197.48 |
| Chiconcuac | 48 | 191.995 |
| Amecameca | 18 | 172.74 |
| Huehuetoca | 5 | 169.12 |
| Atlacomulco | 37 | 167.43 |
| Teoloyucan | 11 | 166.08 |
| Jiquipilco | 2 | 165.4 |
| Chicoloapan | 17 | 152.793 |
| Zumpango | 15 | 148.42 |
| Coatepec Harinas | 18 | 143.23 |
| Acolman | 17 | 142.37 |
| Axapusco | 10 | 139.17 |
| Cocotitlán | 49 | 133.56 |
| Ecatepec de Morelos | 74 | 122.1 |
| Chiautla | 11 | 120.93 |
| Chimalhuacán | 20 | 119.77 |
| Donato Guerra | 10 | 118.925 |
| Isidro Fabela | | |

| Jilotzingo | 16 | 108.99 |
|-----------------------------------|----|--------|
| Almoloya de Juárez | 26 | 107.89 |
| Tejupilco | 21 | 106.9 |
| Tenango del Valle | 9 | 105.31 |
| Polotitlán | 14 | 90.92 |
| Mexicaltzingo | 7 | 90.77 |
| Zumpahuacán | 12 | 90.77 |
| Teotihuacán | 14 | 84.28 |
| Valle de Chalco Solidaridad | 20 | 78.86 |
| San Felipe del Progreso | 17 | 76.3 |
| Temascaltepec | 8 | 75.32 |
| Otzolotepec | 7 | 66.15 |
| Tezoyuca | 5 | 65.55 |
| Ocuilan | 13 | 62.28 |
| Amanalco | 11 | 54.83 |
| Rayón | 2 | 51.65 |
| Nicolás Romero | 18 | 50.44 |
| Tonatico | 15 | 45.82 |
| Villa Victoria | 9 | 45.12 |
| Jocotitlán | 6 | 44.64 |
| Villa de Allende | 4 | 42.15 |
| Almoloya de Alquisiras | 5 | 41.32 |
| El Oro | 7 | 40.6 |
| Villa del Carbón | 6 | 37.68 |
| Temascalcingo | 8 | 36.49 |
| Amatepec | 12 | 35.09 |
| Tultepec | 11 | 31.32 |
| Acambay de Ruíz Castañeda | 6 | 29.55 |
| San José del Rincón | 3 | 29.04 |
| Otumba | 4 | 28.42 |
| Tequixquiac | 6 | 27.68 |
| Aculco | 8 | 26.49 |

| Atizapán | 8 | 24.39 |
|--------------------------------|----|-------|
| Coyotepec | 3 | 23.56 |
| Papalotla | 4 | 23.45 |
| Tlalmanalco | 4 | 23 |
| Luvianos | 5 | 21.88 |
| Almoloya del Río | 12 | 19.74 |
| Jaltenco | 4 | 15.2 |
| San Martín de las Pirámides | 2 | 13.78 |
| Temascalapa | 3 | 10.6 |
| Ozumba | 2 | 10.55 |
| San Antonio la Isla | 3 | 9.81 |
| Chapultepec | 5 | 8.2 |
| Texcalyacac | 2 | 8 |
| Xonacatlán | 2 | 7.87 |
| Ayapango | 2 | 7 |
| Texcaltitlán | 2 | 6.92 |
| Ixtapan del Oro | 2 | 6.2 |
| Nextlalpan | 4 | 6 |
| Atlautla | 2 | 5.62 |
| Soyaniquilpan de Juárez | 1 | 5.1 |
| Temamatla | 1 | 5 |
| Timilpan | 1 | 5 |
| San Simón de Guerrero | 2 | 4.72 |
| Melchor Ocampo | 2 | 4.25 |
| Temoaya | 2 | 4.1 |
| Xalatlaco | 1 | 4 |
| Tepetlixpa | 1 | 3.96 |
| Santo Tomás | 1 | 3.52 |
| Ecatzingo | 1 | 3.3 |
| Zacualpan | 1 | 2.28 |
| Nopaltepec | 1 | 1 |
| Tenango del Aire | 1 | 1 |
| Hueypoxtla | 0 | 0 |
| Joquicingo | 0 | 0 |
| Juchitepec | 0 | 0 |

| Morelos | 0 | 0 |
|-------------|---|---|
| Otzoloapan | 0 | 0 |
| Tlatlaya | 0 | 0 |
| Zacazonapan | 0 | 0 |
| Tonanitla | 0 | 0 |
| Sultepec | 0 | 0 |

Bibliografía

- Bertalanffy, L. V. (1976). Teoría General de los Sistemas. México: Fondo de Cultura Económica.
- CENACE. (2021). PAMRNT 2021-2035. México: CENACE.
- COESPO. (2020). ¿Dónde vivimos? Obtenido de ¿Cuántos somos?: https://coespo.edomex.gob.mx/informacion_municipal
- CONAGUA. (2020). Sistema Nacional de Información del Agua. Obtenido de Sistema Nacional de Información del Agua: http://sina.conagua.gob.mx/sina/almacenamientoPresas.php
- CONUEE. (2022). Sistema de Información de Transición Energética. Obtenido de Indicadores Estatales de Eficiencia Energética: https://www.biee-conuee.net/datamapper/#gastos-energia-por-hogar.html
- Díaz, H. A. (2019). COMECYT. Obtenido de COMECYT:

 http://comecyt.edomex.gob.mx/files/hospitales_verdes_medicina_para_el_cambio_clima
 tico_y_calentamiento_global.pdf
- IEECC. (2018). *Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efeto Invernadero*. Metepec: Gobierno del Estado.
- IGECEM. (2020). Estadística Básica Municipal del Estado de México. Toluca: Gobierno del Estado.
- IGECEM. (2020). *Productos y servicios*. Obtenido de Índole social: https://igecem.edomex.gob.mx/indole_social
- INECC. (2020). *Ficha Climática. Estado de México*. Obtenido de Ficha Climática. Estado de México: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/img/15_Ficha.pdf
- INEGI. (2020). *Cuentame de México*. Obtenido de Cuentame de México: Población: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/densidad.aspx?tema=P
- INEGI. (2020). Dinámica de la población . Obtenido de Información por entidad: https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/poblacion/dinamica.aspx?t ema=me&e=15
- INEGI. (2020). ENIGH. Obtenido de Presentación Ejecutiva por Entidades: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2020/doc/enigh2020_ns_presentacion_resultados_mex.pdf
- Marcelo Arnold Cathalifaud y Francisco Osorio. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*.
- Odum, E. P. (2003). *Ecología: El Vinculo Entre las Ciencias Naturales y las Sociales*. México: Compañía Editorial Continental.
- Odum, E. P. (2003). *Ecología: El vínculo entre las ciencias naturales y sociales*. México: Compañía Editorial Continental.
- Otterbach, D. H. (2013). Energía y calentamiento global. México: Grupo Editorial Patria.

- PNUMA. (2021). El peso de las ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación. Nairobi, Kenia: PNUMA.
- SEMARNAT. (07 de Octubre de 2018). ¿Qué es la biomasa? Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es
- SENER. (2020). Sistema de Información Energética. Obtenido de Volúmen de ventas internas de Petrolíferos por entidad federativa:

 https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXE2C03
- SENER. (2022). Sistema de Información Energética. Obtenido de Capacidad Instalada de CFE mas PIE?s por Entidad Federativa: https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IIIA1C03
- Smil, V. (2018). Energy ans civilization. Cambridge: The MIT press.
- Vega, J. C., & Ramírez, S. (2019). *Fuentes de energía, renovables y no renovables. Aplicaciones.* México: Alfaomega.