
Proyecto Final

Desarrollo de Aplicaciones para el Análisis de Datos

Análisis y pronóstico de uso de energía eólica en México

Daniel Armas Ramírez

Escuela Superior de Cómputo, CDMX
darmasr2100@alumno.ipn.mx

PhD. Angeles Alejandra Sánchez Manilla

Escuela Superior de Cómputo, CDMX
asanchezm1520@alumno.ipn.mx

Resumen Ejecutivo: Resumen Ejecutivo: El presente proyecto se centra en el análisis de datos de energía eólica en México, un recurso renovable que es crucial para el futuro sostenible del país. El objetivo principal es predecir tendencias y patrones que podrían informar y apoyar la toma de decisiones futuras en la industria de la energía. Esto debido al uso continuado de energías no renovables, como los combustibles fósiles, no es viable a largo plazo debido a su impacto medioambiental y su naturaleza finita. Por lo que se debe promover el uso de energías limpias y renovables, como una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. A pesar de que la energía eólica no es actualmente una de las principales fuentes de energía en México, este proyecto demostró que la demanda de este tipo de energía está destinada a crecer en el futuro. Sin embargo, la oferta de energía eólica no está creciendo al mismo ritmo que la demanda, lo que podría llevar a un déficit de energía en el futuro. Por lo tanto, este proyecto destacó la necesidad de aumentar el uso y la producción de energía eólica dentro del país. Al hacerlo, México no sólo podrá satisfacer la creciente demanda de energía eólica, sino que también podrá avanzar hacia un futuro energético más sostenible y reducir su dependencia de las energías no renovables.



Índice

1. Introducción...[3]
2. Metodología...[3]
3. Análisis Exploratorio de Datos...[5]
4. Desarrollo del Modelo...[9]
5. Resultados...[10]
6. Discusión...[14]
7. Conclusiones y reflexiones...[15]
8. Bibliografía...[15]

Introducción

El uso de energías no renovables presenta varios problemas significativos. Estas fuentes de energía, como el petróleo, el carbón y el gas natural, son finitas y se agotarán eventualmente. Además, su extracción y uso resultan en la emisión de gases de efecto invernadero, que son perjudiciales para el planeta y contribuyen al cambio climático. Un estudio reciente publicado en la revista Nature sugiere que, para evitar una catástrofe climática, es indispensable que el 60% del petróleo que aún está disponible, así como el 90% del carbón, permanezcan bajo tierra. Por lo tanto, es crucial buscar alternativas sostenibles, como la energía eólica, para reducir nuestra dependencia de las energías no renovables y mitigar su impacto ambiental.

México, con su ubicación geográfica privilegiada y recursos eólicos abundantes, se ha posicionado como uno de los países más prometedores de Latinoamérica en términos de potencial para la generación de energía eólica. A pesar de este potencial, la infraestructura eólica en México ha experimentado un crecimiento de solo el 300% en 2018, lo que indica que aún existe un amplio margen para expandir el uso de esta fuente de energía.

El objetivo principal de este proyecto es analizar el uso y aprovechamiento de la energía eólica en México. Para ello, se utilizarán técnicas de análisis de datos y modelado estadístico para pronosticar la producción de energía eólica para los próximos seis años en México. Este análisis permitirá identificar tendencias y patrones que podrían ser útiles para la planificación y gestión de la energía eólica en el país.

Además, este estudio también tiene como objetivo predecir las áreas en las que se aprovechará más la energía eólica. Al identificar estas áreas, se pueden tomar decisiones informadas sobre dónde ubicar futuros parques eólicos para maximizar la producción de energía. En última instancia, los resultados de este estudio podrían contribuir a la transición de México hacia una matriz energética más sostenible y diversificada.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizaron dos conjuntos de datos principales. El primer conjunto de datos proviene de la Secretaría de Economía a través del portal DataMéxico. Este conjunto de datos proporciona información el comercio internacional de energía eólica.

El segundo conjunto de datos se obtuvo del Sistema de Información Energética. Este conjunto de datos es más específico y se centra en la producción y el uso de la energía eólica en México desde el año 2000 hasta el 2022. Este conjunto de datos se utilizó principalmente para los objetivos de predicción para los próximos 6 años de producción y usos de la energía eólica en México.

Estos dos conjuntos de datos proporcionaron una visión integral del panorama energético en México. Al combinar estos conjuntos de datos, se pudo obtener una imagen clara de cómo se ha desarrollado la producción y el uso de la energía eólica en comparación con otras fuentes de energía. Esto permitió identificar tendencias y patrones que podrían ser útiles para la

planificación y gestión de la energía eólica en el país. Los siguientes pasos después de buscar los conjuntos de datos son:

- **Resumen de datos:** El conjunto de datos, obtenido del portal del Sistema de Información Energética, consta de 17 filas y 24 columnas, presentadas en un formato de tabla de doble entrada. Este conjunto de datos registra la producción anual de energía eólica en petajoules (PJ) desde el año 2000 hasta el 2022.

Además de la producción de energía, el conjunto de datos incluye entradas sobre importación, variación de inventarios, oferta total, exportación, energía no aprovechada, intercambio neto de maquila, oferta interna bruta en México, total de transformación, coquizadoras, refinerías y despuntadoras, plantas de gas y fraccionadoras, centrales eléctricas públicas, centrales eléctricas PIE, consumo propio del sector y diferencia estadística.

Unnamed: 0	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	...	2013	2014	2015	2016	2017
0 Producción	0.001705	0.001705	0.000464	0.018	0.0216	0.018	0.162	0.8928	0.918	...	15.064358	23.134308	31.482341	37.361141	38.231214
1 Importación	0	0	0.000000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	...	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2 Variación de inventarios	0	0	0.000000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	...	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3 Oferta total	0.001705	0.001705	0.000464	0.018	0.0216	0.018	0.162	0.8928	0.918	...	15.064358	23.134308	31.482341	37.361141	38.231214
4 Exportación	0	0	0.000000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	...	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Carga del dataset

- **Limpieza de datos:** El proceso de limpieza de datos se llevó a cabo en los siguientes pasos:
 1. Identificación de tipos de datos: El primer paso fue analizar los tipos de datos en las columnas, al realizar esto se obtuvo que las columnas después del 2001 son flotantes, el error era que en los años 2000 y 20001 tenía el siguiente registro para ciertas celdas: “N/D”, esto indicaba que eran registros no existentes, por lo que se llenó esas celdas con el valor 0, la razón es que si tratamos de imputar ya sea con media, o por interpolación, el registro de producción y oferta perdía sentido haciendo la suma de las diversas formas de uso de la energía eólica. Este cambio permitió que toda la columna se procesara como numérica en lugar de una cadena de texto.
 2. Transponer el dataframe: Como se puede ver en la imagen de arriba, los campos vienen en forma de filas, y los años como columnas, por lo cual se decidió transponer el dataframe para facilitar el manejo del conjunto de datos. Sin embargo, este paso genera un error por convertir todas las columnas en objetos, entonces para solucionar esto se convirtieron nuevamente las columnas a flotantes, dando como resultado el siguiente dataset:

11/01/2024

	Producción	Importación	Variación de inventarios	Oferta total	Exportación	No aprovechada	Maquila - intercambio neto	Oferta interna bruta	Total transformación	Coquizadoras	Refinerías y despuntadoras
2000	0.001705	0.0	0.0	0.001705	0.0	0.0	0.0	0.001705	0.0000	0.0	0.0
2001	0.001705	0.0	0.0	0.001705	0.0	0.0	0.0	0.001705	0.0000	0.0	0.0
2002	0.000464	0.0	0.0	0.000464	0.0	0.0	0.0	0.000464	0.0000	0.0	0.0
2003	0.018000	0.0	0.0	0.018000	0.0	0.0	0.0	0.018000	-0.0180	0.0	0.0
2004	0.021600	0.0	0.0	0.021600	0.0	0.0	0.0	0.021600	-0.0216	0.0	0.0

Dataset después de transponer

3. Manejo de valores negativos: Al realizar una descripción del dataset para analizar su media, desviación estándar y los cuartiles se observó lo siguiente:

	Total transformación	Coquizadoras	Refinerías y despuntadoras	Plantas de gas y fraccionadoras	Centrales eléctricas públicas	Centrales eléctricas PIE	Consumo propio del sector	Diferencia estadística
count	23.000000	23.0	23.0	23.0	23.000000	23.0	23.0	23.000000
mean	-0.441856	0.0	0.0	0.0	-0.441856	0.0	0.0	-29.905064
std	0.334311	0.0	0.0	0.0	0.334311	0.0	0.0	49.779073
min	-0.918000	0.0	0.0	0.0	-0.918000	0.0	0.0	-179.856256
25%	-0.708560	0.0	0.0	0.0	-0.708560	0.0	0.0	-37.270893
50%	-0.438000	0.0	0.0	0.0	-0.438000	0.0	0.0	-5.553506
75%	-0.091800	0.0	0.0	0.0	-0.091800	0.0	0.0	-0.000232
max	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000

Descripción del dataset

Los valores son negativos porque los registros se almacenaron con negativos para indicar que se hizo uso de la producción, por lo que se convirtió a positivos todos los registros:

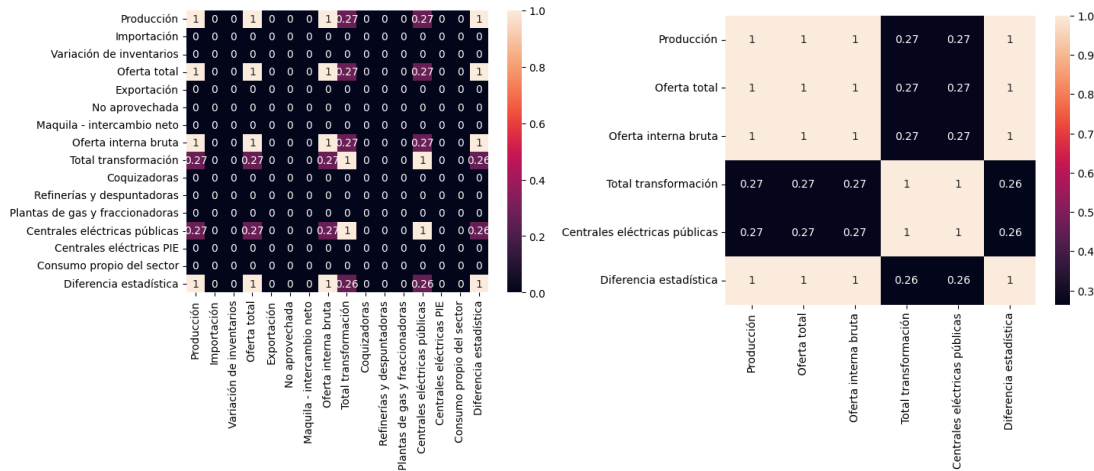
	Total transformación	Coquizadoras	Refinerías y despuntadoras	Plantas de gas y fraccionadoras	Centrales eléctricas públicas	Centrales eléctricas PIE	Consumo propio del sector	Diferencia estadística
count	23.000000	23.0	23.0	23.0	23.000000	23.0	23.0	23.000000
mean	0.441856	0.0	0.0	0.0	0.441856	0.0	0.0	29.905064
std	0.334311	0.0	0.0	0.0	0.334311	0.0	0.0	49.779073
min	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000
25%	0.091800	0.0	0.0	0.0	0.091800	0.0	0.0	0.000232
50%	0.438000	0.0	0.0	0.0	0.438000	0.0	0.0	5.553506
75%	0.708560	0.0	0.0	0.0	0.708560	0.0	0.0	37.270893
max	0.918000	0.0	0.0	0.0	0.918000	0.0	0.0	179.856256

Dataset después de volver todos los registros positivos

Análisis Exploratorio de datos

- **Reducción de columnas:** Ahora comenzamos el análisis exploratorio de datos, donde el primer avance consistió en reducir el número de columnas para trabajar con aquellas que aportan y marcan un uso de la fuente de energía, y posteriormente trabajar los valores atípicos. Las columnas seleccionadas fueron: Producción, Oferta Total, Oferta interna bruta, Total transformación, Centrales eléctricas públicas y

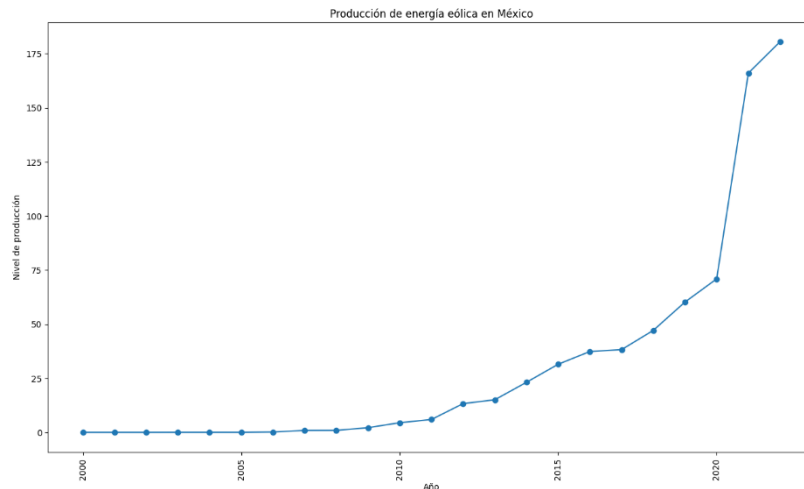
Diferencias estadísticas. Realizamos una matriz de correlación para seleccionar estas columnas y obtenemos esto:



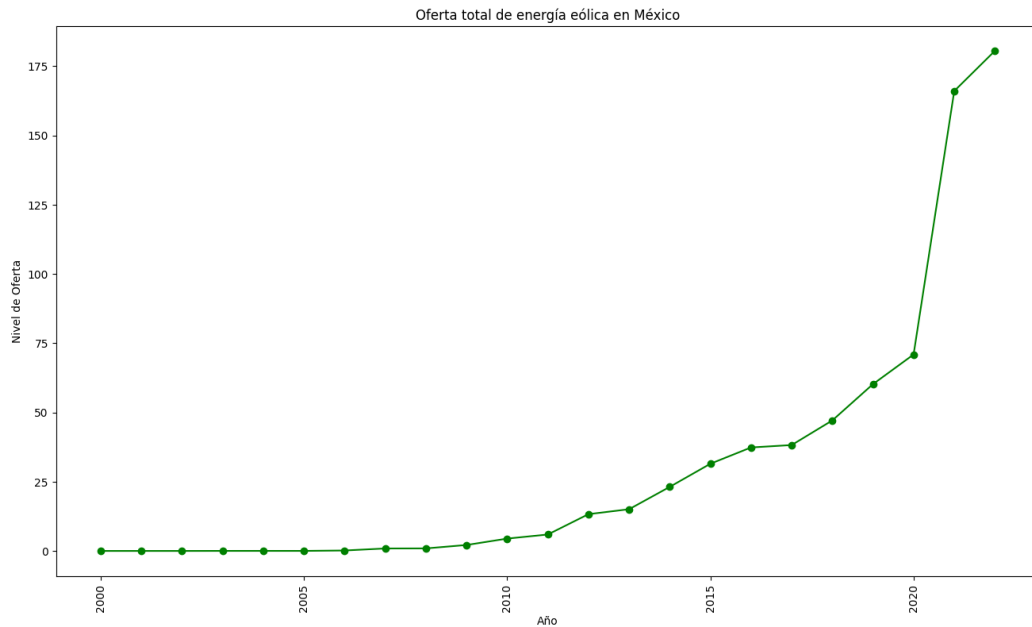
Matriz de correlación del dataset antes y después de la reducción

- Análisis de variables y visualización de datos:**

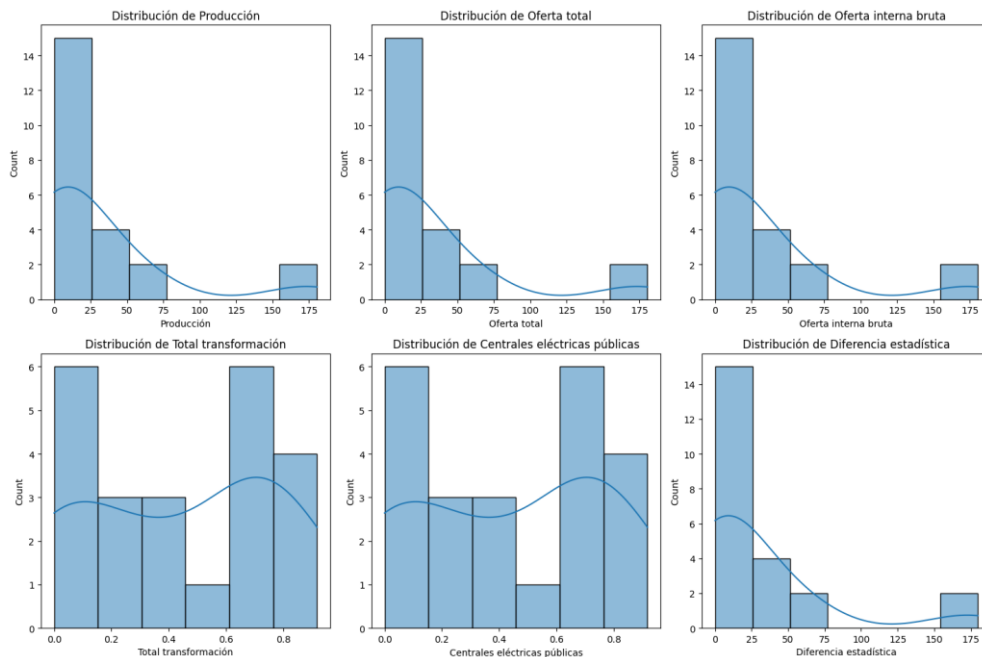
Una vez que se ha completado la limpieza de los datos, el siguiente paso en el proceso es analizar la distribución de estos. Para facilitar este análisis, se presentarán dos gráficas que ilustran el crecimiento de la producción y oferta de energía eólica a lo largo de los años. Al examinar la primera gráfica, se puede observar que la producción de energía eólica fue relativamente baja desde el año 2000 hasta el 2011. Sin embargo, a partir del año 2013, se observa un incremento notable en la producción. Este crecimiento se intensifica especialmente en el año 2020, alcanzando niveles sin precedentes. Este aumento en la producción de energía eólica no solo es notable, sino que también confirma la información presentada en el informe de 2018, el cual destacaba la expansión de la infraestructura eólica. Por lo tanto, se puede concluir que los datos respaldan las afirmaciones del informe y subrayan la importancia de la energía eólica en el panorama energético actual.



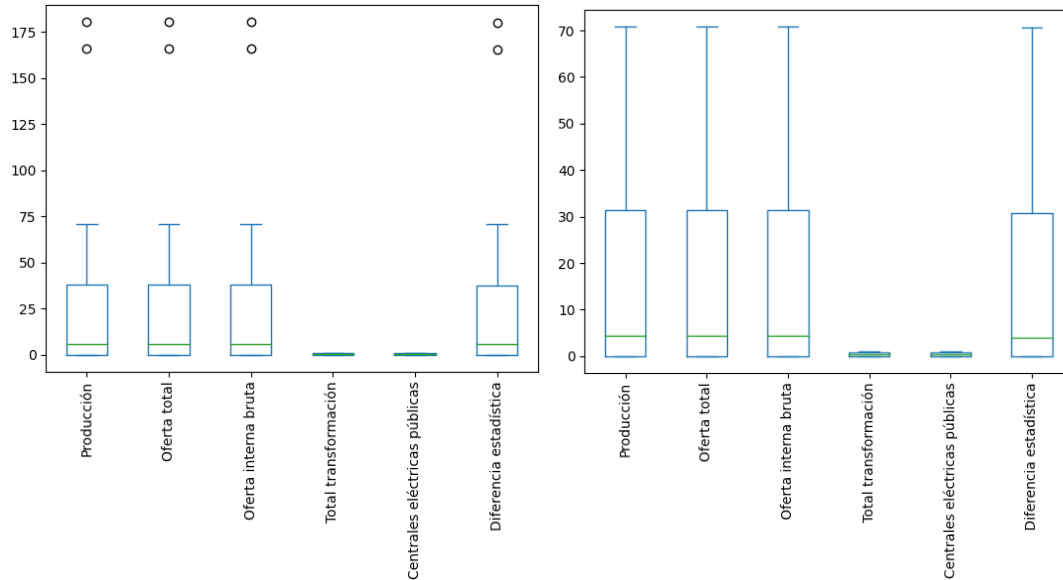
El gráfico subsiguiente proporciona una representación visual de la oferta total derivada de la producción de energía eólica. Un análisis detallado de este gráfico revela una congruencia notable entre la producción y la oferta de energía eólica, lo que sugiere una correlación directa y posiblemente una causalidad entre estas dos variables. A partir de un meticuloso análisis de las columnas de datos, se pudo inferir que, a lo largo del período temporal estudiado, no se realizó ninguna exportación de la producción de energía eólica. En términos más precisos, la totalidad de la energía eólica generada fue destinada a satisfacer la demanda interna dentro del territorio mexicano.



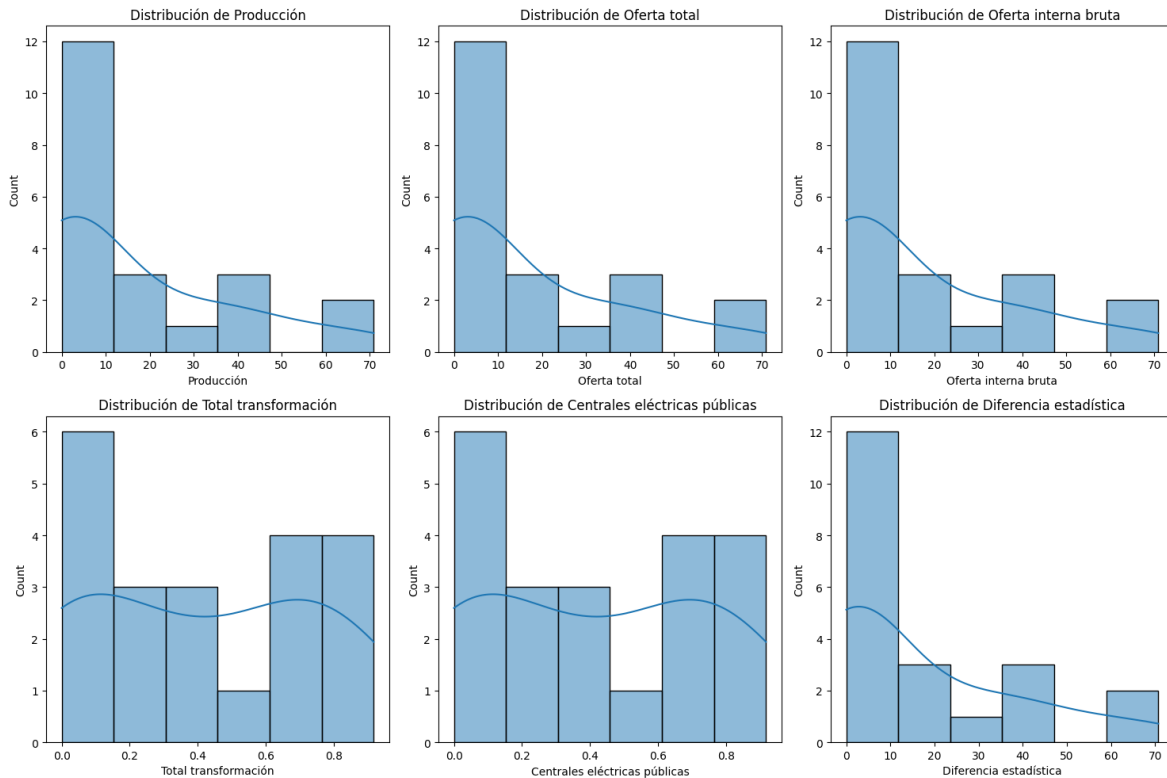
Ahora analizaremos la relación de las columnas que tenemos, el primer paso es revisar la distribución de las columnas, obtenemos el siguiente resultado:



Lo que se puede ver son distribuciones muy cambiantes, no siguen una forma de las distribuciones conocidas, por ello decidimos investigar más como reducir las anomalías. Debemos identificar los outliers (imagen izquierda) y los vamos a remplazar por valores que estén dentro del rango intercuartílico, y obtenemos los siguientes resultados (imagen derecha):



Después de ese cambio, las distribuciones se ven de esta forma:



Podemos observar una mejor curva de la densidad, con esto finalizado, es tiempo de avanzar a desarrollar el modelo.

Desarrollo del modelo

El objetivo principal de este estudio es realizar predicciones para los próximos seis años sobre la producción y uso de energía eólica. Como se mencionó al inicio, estas predicciones son fundamentales para planificar el desarrollo de infraestructuras, formular políticas energéticas y anticipar las necesidades de inversión. Para lograr estos objetivos, se han utilizado dos tipos de modelos de regresión: lineal y Lasso.

- **Regresión Lineal:** La regresión lineal es un método estadístico que permite modelar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. En el contexto de este estudio, la variable dependiente es la producción y uso de energía eólica, y las variables independientes son Transformación, Centrales eléctricas y la oferta total. La ventaja de la regresión lineal es su simplicidad y la facilidad para interpretar sus resultados. El modelo de regresión lineal se puede expresar matemáticamente como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon,$$

donde y es la variable dependiente, x_1, x_2, \dots, x_n son las variables independientes, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ son los coeficientes de regresión, y ϵ es el error aleatorio.

- Por otro lado, la regresión Lasso (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) es una técnica que permite ajustar un modelo iterativamente a lo largo de una ruta de regularización. Este proceso iterativo permite que el modelo se ajuste de manera óptima a los datos, minimizando el error de predicción. A medida que se avanza en la ruta de regularización, los coeficientes de las características menos importantes se reducen a cero, lo que efectivamente realiza una selección de características. Esto es particularmente útil en situaciones donde se sospecha que varias características son irrelevantes o multicolineales (fuerte correlación).

$$\min_{\beta} \left\{ \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j| \right\},$$

donde y_i es la variable dependiente, x_{ij} son las variables independientes, β_0, β_j son los coeficientes de regresión, n es el número de observaciones, p es el número de características, y λ es el parámetro de regularización.

Durante el proceso de entrenamiento para la regresión lineal, se utilizó el método de validación cruzada K-Fold. El método K-Fold es una técnica de validación cruzada que divide el conjunto de datos en 'k' subconjuntos distintos. Luego, el modelo se entrena en 'k-1' subconjuntos y se valida en el subconjunto restante. Este proceso se repite 'k' veces, cada vez con un subconjunto diferente como conjunto de validación. La ventaja de este método es que todos los datos se utilizan tanto para el entrenamiento como para la validación, y cada

observación se utiliza para la validación exactamente una vez. Esto proporciona una medida más robusta del rendimiento del modelo y ayuda a evitar el sobreajuste. En este estudio, el uso de K-Fold permitió una evaluación más precisa de los modelos de regresión lineal.

Finalmente, para el entrenamiento del modelo de regresión Lasso, se utilizó el método de validación cruzada Repeated K-Fold. Este método es una extensión del K-Fold, donde el procedimiento de K-Fold se repite 'n' veces. Cada repetición implica una nueva división aleatoria del conjunto de datos en 'k' subconjuntos. Al igual que en K-Fold, el modelo se entrena en 'k-1' subconjuntos y se valida en el subconjunto restante. La repetición del proceso K-Fold permite obtener una estimación más robusta del rendimiento del modelo, ya que se reduce la variabilidad asociada con una única ejecución de K-Fold.

Resultados

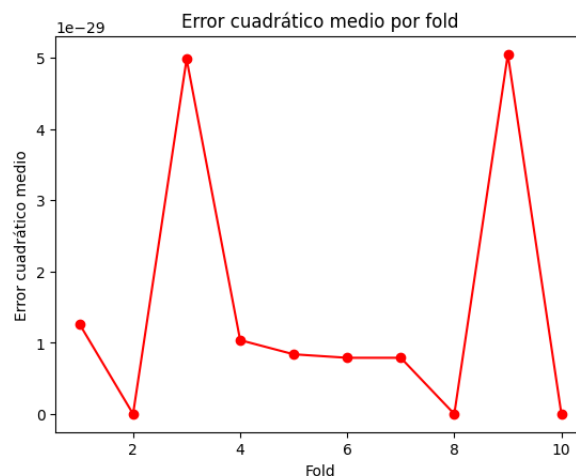
Después de revisar los algoritmos y la forma de entrenar el modelo, es momento de revisar los resultados, solo que necesitamos definir una cosa más, el error cuadrático medio (MSE). Es una medida estadística que se utiliza para evaluar la precisión de un modelo de predicción o un estimador. Específicamente, el MSE mide el promedio de los errores al cuadrado, es decir, la diferencia entre el valor estimado y el valor real.

Matemáticamente, si y_i son los valores observados, x_{ij} son los valores esperados, y n es el tamaño de la muestra (el número de observaciones), el MSE se calcula mediante la fórmula:

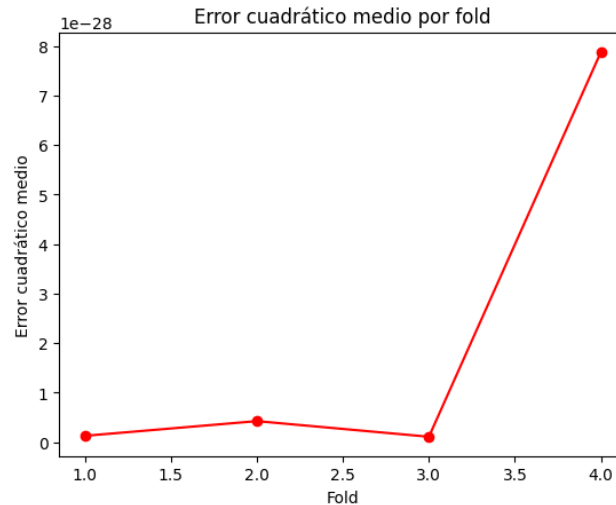
$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_{ij})^2.$$

El MSE es siempre positivo, y un valor más pequeño indica un mejor ajuste del modelo a los datos. En otras palabras, cuanto más se acerquen los valores previstos a los reales, menor será el MSE. Con esta definición podemos empezar a analizar los resultados.

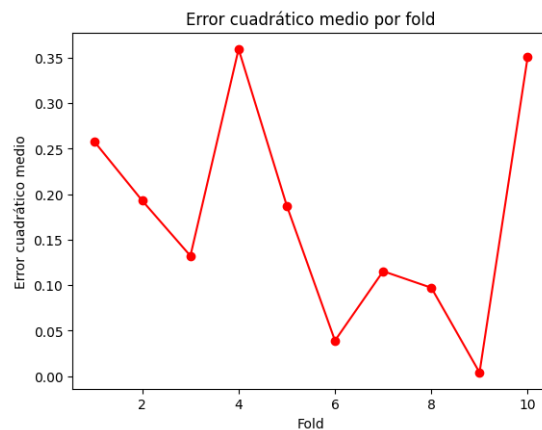
Resultados del modelo predictor del nivel de Producción con 10 folds y regresión lineal, se puede ver que el MSE varía por el fold, en el fold 5 y 9 vemos los picos más altos del MSE, entonces moveremos los parámetros de los folds para ver si se obtiene una mejora:



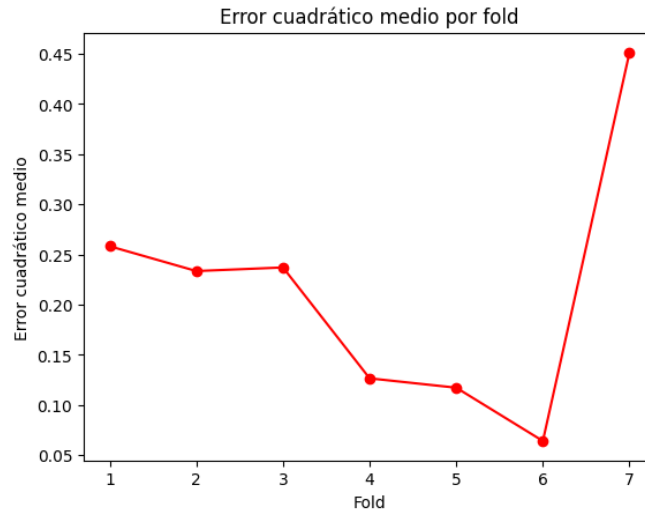
Resultados del modelo predictor del nivel de Producción con 4 folds y regresión lineal, ahora notamos menos picos, ya que el fold 4 presenta el MSE más alto, por lo que está reducción mejoró el rendimiento, pese a que los conjuntos de entrenamiento son más pequeños, pero puedes comprobar en más, lo que podemos intuir es un sobre ajuste con más folds.



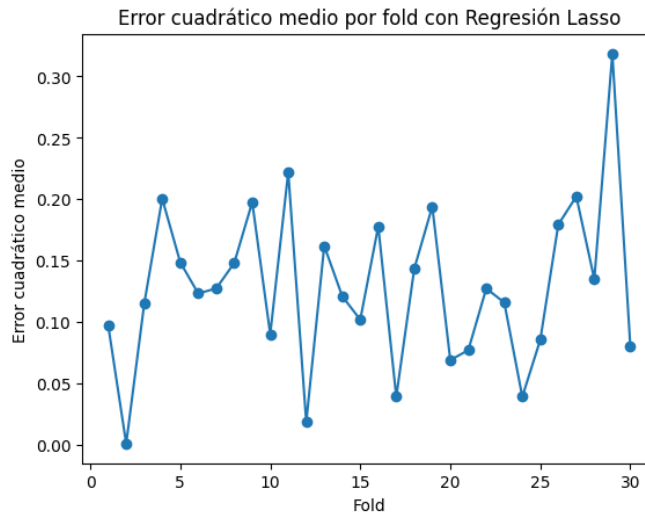
Resultados del modelo predictor del nivel de uso en Centrales eléctricas públicas con 10 folds y regresión lineal, podemos observar que se comienza con picos desde el primer fold, aunque va en descenso hasta el tercero, a vista general tiene muchos valores altos del MSE, veremos si al reducir el número de folds, mejora el rendimiento.



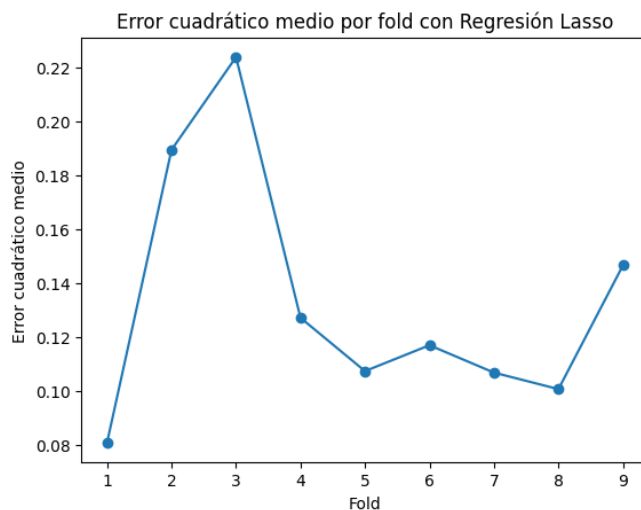
Resultados del modelo predictor del nivel de uso en Centrales eléctricas públicas con 7 folds y regresión lineal, después de iterar con 4, 5, 6 y 7 folds, se obtuvo un mejor resultado con 7, aunque no es mejor que con 10, por lo que pasa un caso contrario, entre más folds, el modelo tendrá mejor desempeño.



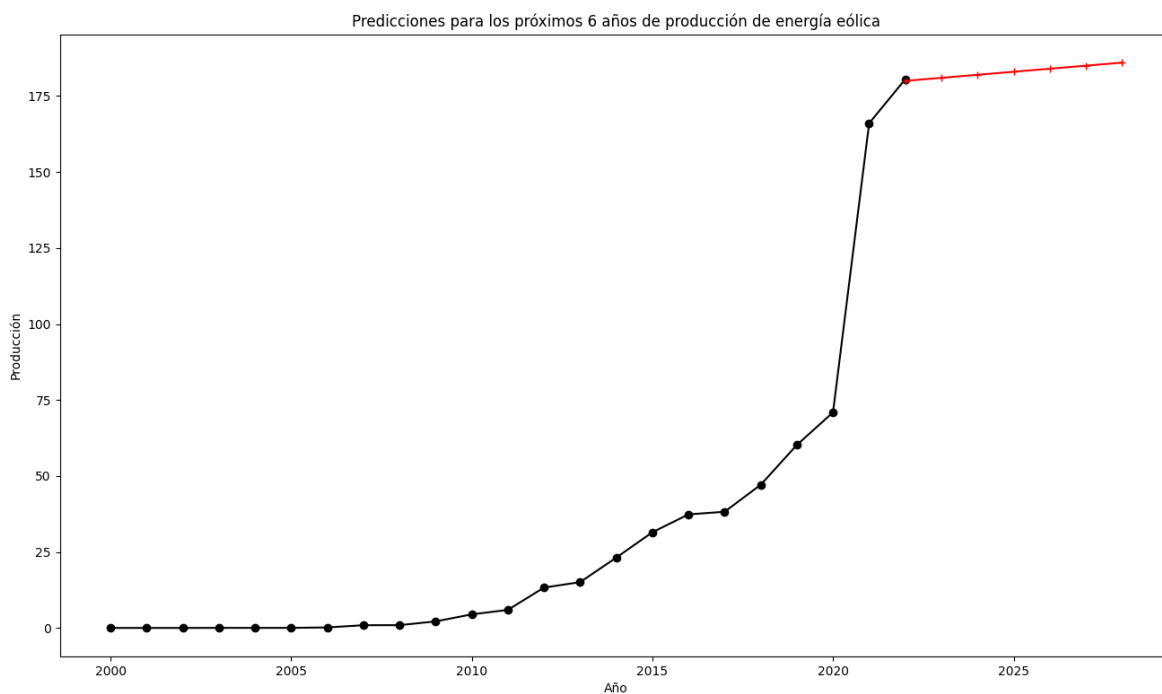
Resultados del modelo predictor del nivel de uso en Centrales eléctricas públicas con 10 folds y 3 repeticiones, usando regresión Lasso, podemos comparar con los resultados anteriores de regresión lineal y notar que tiene mejor desempeño, el valor óptimo de lambda es 0.99, el MSE más alto es menor el de regresión lineal.



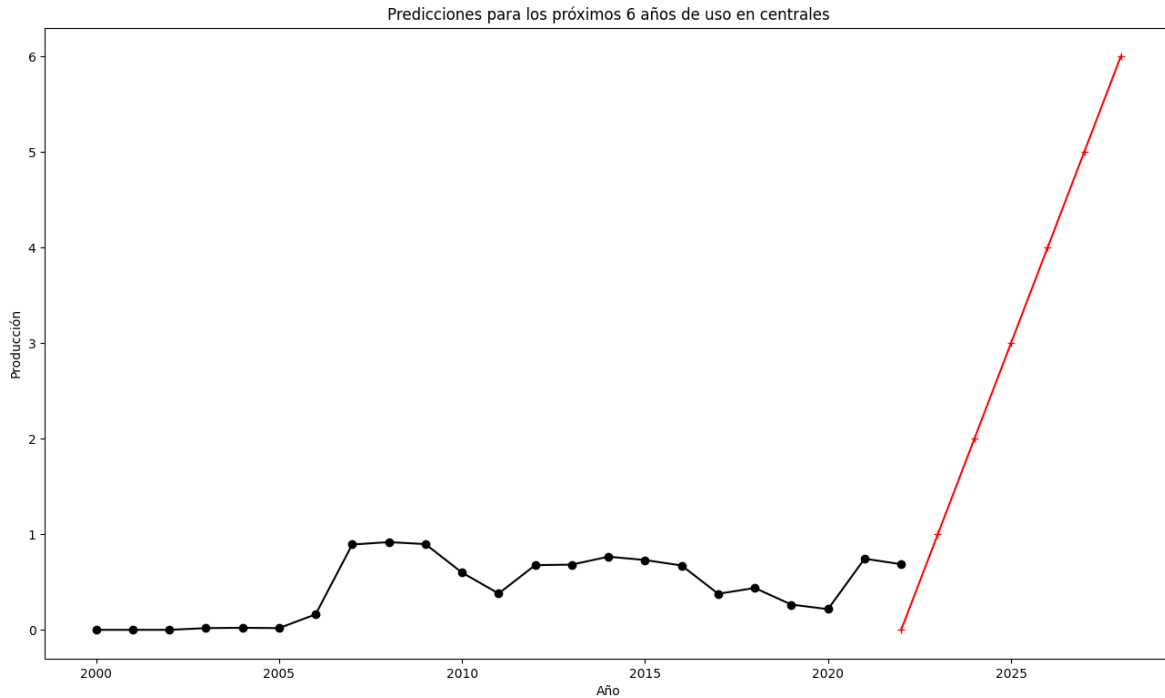
Repitamos los experimentos anteriores de reducir el número de folds y, para este caso, el número de repeticiones para ver si obtenemos una mejoría, el experimento es con 3 folds y 3 repeticiones, al graficar los MSE, notamos un mejor rendimiento, su pico más alto es mucho más chico que el de 10, por lo que usando Lasso intuimos que mejora al reducir los folds y repeticiones para no tener sobreajuste, contrario a la regresión lineal.



Por último, vamos a mostrar los resultados de nuestros objetivos del modelo entrenado para predecir la producción de energía eólica en los próximos 6 años, para eso hicimos uso de regresión lineal y nos muestra un pequeño crecimiento de los niveles de producción.



Otra predicción es sobre el nivel de uso de esta fuente energética para los próximos 6 años, lo que podemos ver es que su pendiente de crecimiento es mayor que la de producción.



Discusión

A pesar de que México tiene un gran potencial para la energía eólica debido a su situación geográfica y recursos, se espera que el nivel de producción de energía eólica en el país no experimente un gran crecimiento en los próximos seis años. Según el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), a pesar de un crecimiento sostenido entre 2017 y 2021, entre 2021 y 2022 se redujo la generación de energía eólica en México.

Sin embargo, se prevé que el uso de esta fuente de energía crecerá más. Por lo tanto, es importante plantear estrategias que establezcan más plantas de producción en México. Algunas de las acciones estratégicas y habilitadoras incluyen desarrollar soluciones tecnológicas para la optimización de la operación y el mantenimiento de centrales eólicas, formar especialistas competentes para diseñar, instalar, operar y dar mantenimiento a las centrales eólicas, y fomentar cadenas de suministro nacionales enfocadas en la fabricación de componentes y prestación de servicios especializados para proyectos eólicos.

Además, es necesario promover más el uso de energías renovables en México. La Ley de Transición Energética (LTE) estableció como objetivo una participación mínima de energías limpias en la generación eléctrica del 30% para 2021 y del 35% para 2024. Sin embargo, la nueva administración está tomando algunas decisiones que cambian considerablemente las condiciones de participación de las energías renovables en el Sistema Eléctrico Nacional, dando prioridad a la Comisión Federal de Electricidad y a las energías convencionales. Esto ha generado gran incertidumbre en el sector, por lo que se necesita un mayor impulso para las energías renovables.

Conclusiones y reflexiones

Para concluir todo este trabajo, queremos comunicar que el desarrollo del proyecto ha revelado la necesidad de más información. Las fuentes de datos actuales no proporcionan la información más útil para nuestras necesidades. Por lo tanto, se buscará un conjunto de datos que contenga información más detallada sobre las plantas de producción de energía eólica en México. Además, es importante no centrarse únicamente en la energía eólica. México tiene un gran potencial para el uso de diversas formas de energía renovable. Por lo tanto, se buscarán formas de impulsar el uso de estas fuentes de energía en el país.

Los resultados actuales tienen márgenes de error en la predicción. Esto subraya la importancia de la disponibilidad de información abierta sobre las plantas de producción y su uso. Con datos más precisos y completos, podemos mejorar la precisión de nuestras predicciones. La energía eólica tiene un gran potencial de uso más allá de las centrales eléctricas públicas. Se deben explorar y promover estos usos adicionales para maximizar los beneficios de esta fuente de energía.

¿Qué sigue?

El trabajo a futuro se centrará en ayudar en la toma de decisiones sobre qué lugares son óptimos para aprovechar la energía eólica. Con la información adecuada, podemos identificar las áreas con el mayor potencial y ayudar a guiar las inversiones y el desarrollo en esas áreas. En resumen, aunque hay desafíos por delante, también hay muchas oportunidades. Con la información correcta y un enfoque estratégico, podemos hacer un uso efectivo de la energía eólica y otras fuentes de energía renovable en México.

Bibliografía

- Anónimo. (s. f.). *Energía eólica*. OISE. <https://www.oise.mx/eolica>
- Anónimo. (s. f.). *Energías renovables, gran oportunidad para México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/energias-renovables-gran-oportunidad-para-mexico-172759>
- Garduño, M. (2020, diciembre 3). *¿Cómo impulsar a las energías renovables en México?* Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/como-impulsar-a-las-energias-renovables-en-mexico/>
- de la Torre, G. (2018, Junio 28). *Panorama 2018 del sector de energías renovables en México*. Deloitte México. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/panorama-energias-renovables-en-mexico.html>

- Zarco, G. (2021, agosto 17). *7 recomendaciones para reimpulsar las Energías Renovables bajo el esquema a Gran Escala en México*. PV magazine. <https://www.pv-magazine-mexico.com/2021/08/17/7-recomendaciones-para-reimpulsar-las-energias-renovables-bajo-el-esquema-a-gran-escala-en-mexico/>
- Anónimo. (2022, marzo). *Capacidad instalada de energía eólica en México de 2011 a 2021*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1237295/capacidad-instalada-energia-eolica-mexico/>
- Anónimo. (2009). *La energía Eólica en México*. Ecotec UNAM. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Instituto-para-la-Diversificacion-y-Ahorro-de-la-Energ--a.-La-energ--a-eolica-en-M--xico.-.pdf>
- Anónimo. (2023, octubre 5). *Potencial de Energía Renovable en México*. Iberdrola México. <https://www.iberdrolamexico.com/te-interesa/potencial-de-energia-renovable-en-mexico/>
- Anónimo. (s.f.). *Los claves del éxito de la energía eólica*. Mexico Energy Partners LLC. <https://mexicoenergyllc.com.mx/es/blogs/mexico-energy-insights/keys-to-success-for-wind-energy-in-mexico>
- Anónimo. (2023, febrero 9). *5 industrias que apuestan por la energía eólica en México*. MITSloan. <https://mitsloanreview.mx/responsabilidad-social/5-industrias-que-apuestan-por-la-energia-eolica-en-mexico/>
- Beato, A. (2023, enero 30). *ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO*. Ammper. <https://ammper.com/noticias/energia-eolica-en-mexico/>
- Anónimo. (2016, febrero 9). *Los estados con mayor potencial en energía eólica*. Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/los-estados-con-mayor-potencial-en-energia-eolica/>
- Anónimo. (2018, febrero 28). *Infraestructura eólica en México creció 300 por ciento: PJC*. SENER. <https://www.gob.mx/sener/prensa/infraestructura-eolica-en-mexico-crecio-300-por-ciento-pjc>
- Solís, A. (2021, mayo 18). *México enfrenta desplome en inversión de energía eólica: caerá 61% este año*. Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/economia-mexico-desplome-inversion-de-energia-eolica-61-2021/>

- Arias, A. (2021, julio 8). *Avanzan fuentes de energía renovables en México, crecieron 60 % en 5 años*. El Herald de México.
<https://heraldodemexico.com.mx/economia/2021/7/8/avanzan-fuentes-de-energia-renovables-en-mexico-crecieron-60-en-anos-314090.html>
- Anónimo. (s.f.). *Grupos Electrógenos de Energía Eólica*. DataMéxico.
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/wind-energy-generating-units>
- SIE. (2022). *Balance Nacional de Energía: Eólica*. SIE.
<https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=VAE309>