

Análisis del Consumo de Energía Eléctrica por Entidad Federativa y su correlación con el Producto Interno Bruto (PIB)

Juan Manuel Mendoza Ramos

Contenido:

1. Selección y Justificación de la Base de Datos.

- a. Búsqueda de la base de datos.
- b. Justificación de la selección.

2. Preparación y limpieza de los datos.

- a. Descripción de la base de datos.
- b. Limpieza de datos.

3. Análisis exploratorio de datos (EDA).

- a. Análisis descriptivo.

4. Visualización de datos.

- a. Herramienta de visualización.
- b. Principales visualizaciones.

5. Interpretación y conclusiones.

- a. Resultados de análisis
- b. Conclusiones

1. Selección y Justificación de la Base de Datos.

He elegido realizar el análisis de este apasionante tema: El consumo de energía eléctrica y su correlación con el crecimiento económico, dicho análisis acotado a nivel entidad federativa y Nacional.

El objetivo es demostrar que en condiciones normales la correlación entre el PIB y el consumo de energía eléctrica debe ser positiva, tanto a nivel nacional como por entidad federativa. Ahora bien, en los casos que no sea así, determinar la causa raíz.

Iniciemos con lo referente al consumo de energía eléctrica. El consumo final de energía eléctrica se refiere a la energía eléctrica vendida a través de CFE suministradores y esquemas de autoabastecimiento. El consumo final se compone por seis sectores tarifarios: residencial, comercial, servicios, bombeo agrícola, empresa mediana y gran industria, estos últimos concentran el 37.4% y 23.7%, respectivamente. En tercer lugar, está el sector residencial con 26.3%, le siguen el comercial, agrícola y servicios con 5.8%, 5.4% y 1.4%, en ese orden.

Es importante señalar que, la planeación del desarrollo del sector eléctrico parte del análisis del consumo de electricidad para el mediano y largo plazo. Ello permite diseñar de manera óptima el desarrollo y la expansión de capacidad de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

El crecimiento del consumo de energía eléctrica está sujeto a diversos factores entre los más determinantes se encuentran:

Crecimiento económico. Consiste en la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB). Si el crecimiento de la economía de una localidad o región aumenta, en consecuencia, también lo hace el consumo y la demanda de electricidad. Cuando la población tiene una mejora en su ingreso económico, las ventas de servicios y productos y aparatos electrodomésticos como: televisores, refrigeradores y aires acondicionados se dinamizan.

Crecimiento poblacional. Consiste en la tasa de crecimiento del número de habitantes dentro de un territorio. El crecimiento poblacional se encuentra estrechamente relacionado con la edificación de vivienda, servicios públicos, desarrollos comerciales, desarrollo industrial y en consecuencia más consumo de electricidad.

Estacionalidad. Los factores climáticos, temperaturas extremas, nevadas, lluvias, tienden a elevar la demanda de un Sistema Eléctrico de Potencia y con ella el consumo de energía eléctrica. En algunas situaciones, los factores climáticos, huracanes, fenómeno de El Niño, La Niña, sensación térmica, entre otros, ocasionan variaciones significativas en la demanda y consumo de energía eléctrica.

Electromovilidad. La movilidad eléctrica a través de vehículos particulares y transporte público, mercancías, personas, local y foráneo, presenta una alternativa tangible para mejorar la movilidad y la reducción de emisiones al medio ambiente. En un Sistema Eléctrico aumenta el consumo de energía eléctrica y demanda por la carga del sistema de almacenamiento de energía de los vehículos eléctricos.

PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

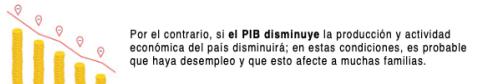
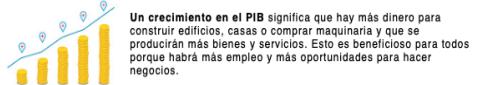


Fig. 1.1



Para qué sirve?

Es muy importante saber si la economía del país está creciendo o no, es decir, si se produjo más o menos que el año anterior. El cambio en el PIB a lo largo del tiempo es uno de los indicadores más importantes del crecimiento económico.



El PIB no sirve para medir la situación social, la distribución de la riqueza, ni la felicidad o bienestar de sus habitantes, para eso hay otros indicadores.



Fig. 1.2

Actividades económicas en el PIB

En 2020, las actividades terciarias representan el 64 % del PIB de México, seguidas por las actividades secundarias con el 32 % y las primarias con el 4 %.



FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto a precios corrientes, 2020.



Ejemplos de actividades económicas...

Primarias: agricultura, explotación forestal, ganadería, pesca y acuicultura.

Secundarias: la construcción, las industrias manufactureras, la distribución de energía eléctrica y el suministro de gas por ductos.

Terciarias: comercio, servicios, las comunicaciones y los transportes.

Fig. 1.3

Las consultas y obtención de las bases de datos se realizaron en las siguientes dependencias Gubernamentales:

- **SENER:** Secretaría de Energía

Secretaría de Energía | 31 de mayo de 2024



Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2024-2038

Fig. 1.4

<https://base.energia.gob.mx/PRODESEN2024/prodesen24-38cap3.PDF>

- **INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía

The image is a screenshot of the INEGI website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Temas', 'Programas de información', 'Sistemas de Consulta', 'Infraestructura', 'Acerca del INEGI', and social media icons. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail 'Inicio / Sistemas de Consulta /'. The main content area is divided into several sections: 'Aplicaciones Móviles', 'Visualizadores de Datos', 'Geovisores', 'Acervo Digital', 'Bases de Datos', 'Banco de Indicadores', 'Sistemas de Indicadores', and 'Para desarrolladores'. Each section contains a list of links related to that specific service.

Fig. 1.5

<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>

2. Preparación y limpieza de los datos.

La base de datos obtenida del INEGI, muestra los datos del PIB por entidad federativa durante el periodo de 2003 a 2022 a precios constantes tomando como referencia 2018, contiene 34 columnas (32 estados, total nacional y la correspondiente al periodo), incluye 21 filas (encabezado y 20 años del periodo 2003-2022).

1. Periodos	18. PIB Michoacán
2. PIB Total Nacional	19. PIB Morelos
3. PIB Aguascalientes	20. PIB Nayarit
4. PIB Baja California	21. PIB Nuevo León
5. PIB Baja California Sur	22. PIB Oaxaca
6. PIB Campeche	23. PIB Puebla
7. PIB Coahuila	24. PIB Querétaro
8. PIB Colima	25. PIB Quintana Roo
9. PIB Chiapas	26. PIB San Luis Potosí
10. PIB Chihuahua	27. PIB Sinaloa
11. PIB CDMX	28. PIB Sonora
12. PIB Durango	29. PIB Tabasco
13. PIB Guanajuato	30. PIB Tamaulipas
14. PIB Guerrero	31. PIB Tlaxcala
15. PIB Hidalgo	32. PIB Veracruz
16. PIB Jalisco	33. PIB Yucatán
17. PIB Estado de México	34. PIB Zacatecas

Cabe mencionar que, los datos de 33 columnas son valores en moneda, en Millones de Pesos, la otra columna son valores numéricos correspondiente al año. A continuación, una muestra parcial de la base de datos original y adaptada.

A1	B	C	D	E	F	G	H	
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)								
Banco de Información Económica (BIE)								
Fecha de consulta: 08/09/2024 17:18:04								
Periodos	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Total nacional. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Baja California. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Baja California Sur. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Campeche. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Coahuila de Zaragoza. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Colima. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	Cuentas nacionales > Producto interno bruto por entidad federativa, base 2010 > Por actividad económica y entidad federativa > Valores a precios corrientes de 2010 > Producto interno bruto, a precios de mercado > Chiapas. #1 [Millones de pesos a precios de 2010] Anual	
1	2003	1789937.92	176576.72	682,996.93	\$102,696.43	\$986,877.72	\$725,622.35	\$106,240.46
2	2004	18537,507.51	182,404.56	\$697,268.69	\$110,723.36	\$998,062.32	\$738,323.01	\$107,179.09
3	2005	18,929,250.88	185,650.54	\$716,802.17	\$117,708.46	\$985,831.30	\$751,258.28	\$107,631.26
4	2006	19,838,803.94	200,318.27	\$772,686.81	\$126,685.37	\$959,641.06	\$798,549.10	\$114,843.83
5	2007	20,251,027.28	219,091.90	\$778,767.05	\$137,545.26	\$897,799.86	\$819,995.32	\$122,046.01
6	2008	20,442,061.70	218,472.95	\$756,707.32	\$142,084.05	\$828,677.17	\$806,977.05	\$124,498.01
7	2009	19,155,182.68	201,960.40	\$658,790.71	\$134,464.68	\$753,908.78	\$647,795.11	\$118,472.24
8	2010	20,107,450.92	219,912.91	\$686,065.87	\$138,668.83	\$730,232.32	\$775,118.74	\$125,595.85
9	2011	20,799,960.59	230,510.40	\$698,850.51	\$144,956.38	\$711,663.19	\$824,838.47	\$133,676.16
10	2012	21,539,027.00	242,758.41	\$726,418.11	\$147,269.70	\$691,262.00	\$870,634.53	\$135,599.87
11	2013	21,722,561.40	251,657.01	\$733,753.71	\$145,215.69	\$692,549.90	\$864,429.38	\$133,729.30
12	2014	22,266,442.95	277,675.26	\$760,856.97	\$147,613.68	\$685,992.03	\$902,863.24	\$135,090.73
13	2015	22,868,154.25	294,497.18	\$795,080.75	\$156,072.03	\$700,310.74	\$897,702.10	\$141,029.13
14	2016	23,273,490.77	\$307,395.84	\$828,692.25	\$163,094.65	\$663,239.24	\$901,719.48	\$140,705.24
15	2017	23,709,107.31	\$314,242.38	\$863,600.65	\$170,784.40	\$595,666.96	\$941,581.76	\$150,360.10
16	2018	24,176,670.38	\$327,926.31	\$878,816.87	\$184,618.10	\$564,591.06	\$966,054.66	\$153,808.39
17	2019	24,081,730.91	\$329,358.36	\$893,946.25	\$177,860.75	\$541,962.93	\$953,384.33	\$161,109.66
18	2020	22,069,934.77	\$307,125.68	\$839,693.34	\$151,931.29	\$500,514.73	\$843,597.57	\$148,143.27
19	2021	23,404,831.10	\$315,233.12	\$896,313.56	\$171,064.58	\$489,604.30	\$921,586.98	\$147,667.30
20	2022	24,268,261.34	\$314,703.59	\$920,338.12	\$178,066.13	\$472,523.19	\$935,373.43	\$148,216.24

Periodos	TOTAL NACIONAL	AGUASCALIENTES	BAJA CALIFORNIA	BAJA CALIFORNIA SUR	CAMPÉCHE	COAHUILA DE ZARAGOZA	COLIMA
2003	\$17,899,317.92	\$176,576.72	\$682,996.93	\$102,696.43	\$986,877.72	\$725,622.35	\$106,240.46
2004	\$18,537,507.51	\$182,404.56	\$697,268.69	\$110,723.36	\$998,062.32	\$738,323.01	\$107,179.09
2005	\$18,929,250.88	\$185,650.54	\$716,802.17	\$117,708.46	\$985,831.30	\$751,258.28	\$107,631.26
2006	\$19,838,803.94	\$200,318.27	\$772,686.81	\$126,685.37	\$959,641.06	\$798,549.10	\$114,843.83
2007	\$20,251,027.28	\$219,091.90	\$778,767.05	\$137,545.26	\$897,799.86	\$819,995.32	\$122,046.01
2008	\$20,442,061.70	\$218,472.95	\$756,707.32	\$142,084.05	\$828,677.17	\$806,977.05	\$124,498.01
2009	\$19,155,182.68	\$201,960.40	\$658,790.71	\$134,464.68	\$753,908.78	\$647,795.11	\$118,472.24
2010	\$20,107,450.92	\$219,912.91	\$686,065.87	\$138,668.83	\$730,232.32	\$775,118.74	\$125,595.85
2011	\$20,799,960.59	\$230,510.40	\$698,850.51	\$144,956.38	\$711,663.19	\$824,838.47	\$133,676.16
2012	\$21,539,027.00	\$242,758.41	\$726,418.11	\$147,269.70	\$691,262.00	\$870,634.53	\$135,599.87
2013	\$21,722,561.40	\$251,657.01	\$733,753.71	\$145,215.69	\$692,549.90	\$864,429.38	\$133,729.30
2014	\$22,266,442.95	\$277,675.26	\$760,856.97	\$147,613.68	\$685,992.03	\$902,863.24	\$135,090.73
2015	\$22,868,154.25	\$294,497.18	\$795,080.75	\$156,072.03	\$700,310.74	\$897,702.10	\$141,029.13
2016	\$23,273,490.77	\$307,395.84	\$828,692.25	\$163,094.65	\$663,239.24	\$901,719.48	\$140,705.24
2017	\$23,709,107.31	\$314,242.38	\$863,600.65	\$170,784.40	\$595,666.96	\$941,581.76	\$150,360.10
2018	\$24,176,670.38	\$327,926.31	\$878,816.87	\$184,618.10	\$564,591.06	\$966,054.66	\$153,808.39
2019	\$24,081,730.91	\$329,358.36	\$893,946.25	\$177,860.75	\$541,962.93	\$953,384.33	\$161,109.66
2020	\$22,069,934.77	\$307,125.68	\$839,693.34	\$151,931.29	\$500,514.73	\$843,597.57	\$148,143.27
2021	\$23,404,831.10	\$315,233.12	\$896,313.56	\$171,064.58	\$489,604.30	\$921,586.98	\$147,667.30
2022	\$24,268,261.34	\$314,703.59	\$920,338.12	\$178,066.13	\$472,523.19	\$935,373.43	\$148,216.24

Cifras Revisadas:
 ✓ A partir de 2019/00
Fuentes:
 ✓ INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Fig. 2.1

Referente a la base de datos obtenida de SENER, muestra los datos del consumo de energía eléctrica por entidad federativa durante el periodo de 2003 a 2016, contiene 34 columnas (32 estados, total nacional y la correspondiente al periodo), incluye 15 filas (encabezado y 14 años del periodo 2003-2016).

1. Periodos	18. Consumo EE Michoacán
2. Consumo EE Total Nacional	19. Consumo EE Morelos
3. Consumo EE Aguascalientes	20. Consumo EE Nayarit
4. Consumo EE Baja California	21. Consumo EE Nuevo León
5. Consumo EE Baja California Sur	22. Consumo EE Oaxaca
6. Consumo EE Campeche	23. Consumo EE Puebla
7. Consumo EE Coahuila	24. Consumo EE Querétaro
8. Consumo EE Colima	25. Consumo EE Quintana Roo
9. Consumo EE Chiapas	26. Consumo EE San Luis Potosí
10. Consumo EE Chihuahua	27. Consumo EE Sinaloa
11. Consumo EE CDMX	28. Consumo EE Sonora
12. Consumo EE Durango	29. Consumo EE Tabasco
13. Consumo EE Guanajuato	30. Consumo EE Tamaulipas
14. Consumo EE Guerrero	31. Consumo EE Tlaxcala
15. Consumo EE Hidalgo	32. Consumo EE Veracruz
16. Consumo EE Jalisco	33. Consumo EE Yucatán
17. Consumo EE Estado de México	34. Consumo EE Zacatecas

Cabe mencionar que, los datos de 33 columnas son valores en número, Giga watts-hora la otra columna son valores numéricos correspondiente al año.

Es importante señalar que, la base de datos del PIB por Estado muestra información del periodo 2003-2022, mientras que, la base de datos correspondiente al consumo de energía por Estado, solo durante el periodo 2003-2016, los consumos de energía durante el periodo 2017-2022 están concentrados por bloques que incluyen más de un estado. Asimismo, con el objetivo de hacer coincidir bases de datos fue necesario trasponer datos correspondientes al consumo de energía eléctrica y convertir tablas xls a csv.

A continuación, muestra parcial de BD original y modificada.

Consumo de energía eléctrica por entidad federativa (Gigawatts-hora)														
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aguascalientes	1,726.9	1,807.3	2,042.9	2,151.8	2,210.3	2,187.1	2,137.9	2,206.4	2,420.2	2,468.5	2,428.5	2,626.6	2,709.4	2,752.0
Baja California	7,522.3	7,915.2	8,496.3	9,105.2	9,223.1	9,408.9	9,090.3	8,948.9	9,316.9	9,681.5	9,626.2	10,011.8	10,627.7	10,822.3
Baja California Sur	1,024.4	1,244.4	1,441.3	1,590.4	1,700.4	1,800.4	1,800.4	1,900.4	2,020.9	2,020.9	2,115.5	2,140.8	2,188.2	2,225.5
Campeche	627.2	798.7	889.3	918.1	966.4	1,032.1	1,001.4	1,094.7	1,171.3	1,223.3	1,258.4	1,299.3	1,340.8	1,382.1
Coahuila	8,241.2	8,806.1	8,372.5	8,552.2	8,600.0	8,828.5	8,866.9	9,244.8	10,042.2	10,190.0	10,657.5	10,551.6	10,629.2	10,719.9
Ciudad de México	1,283.1	1,383.5	1,393.9	1,482.2	1,523.0	1,553.8	1,553.8	1,559.0	1,620.0	1,620.0	1,700.8	1,730.8	1,730.8	1,842.1
Chihuahua	1,513.9	1,773.2	2,037.6	2,116.2	2,240.8	2,380.6	2,392.2	2,559.5	2,737.2	2,771.6	2,824.6	2,912.4	3,054.6	3,256.5
Durango	1,221.9	1,340.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,336.5	1,430.4	1,430.4	1,430.4	1,430.0
Guanajuato	6,580.1	7,003.4	7,575.1	7,914.2	8,637.2	8,656.5	9,489.0	10,044.2	10,609.4	10,506.0	10,948.6	11,370.0	11,803.1	12,097.4
Hidalgo	2,028.3	2,253.5	2,374.4	2,427.7	2,605.7	2,618.8	2,618.8	2,791.9	2,791.9	2,799.4	2,843.6	2,927.1	3,058.3	3,154.3
Jalisco	9,079.5	9,530.7	10,070.0	10,461.0	10,954.2	10,762.7	11,323.2	11,961.5	12,276.1	12,265.8	12,288.1	12,288.3	13,370.6	13,370.6
Estado de México	15,794.8	15,900.7	15,941.6	15,941.6	15,941.6	15,941.6	15,941.6	15,941.6	16,099.4	17,997.5	17,757.7	17,959.8	18,813.2	18,813.2
Méjico	6,794.1	7,000.7	7,271.7	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,550.0	7,662.1
Morelos	1,951.3	2,013.5	2,156.6	2,212.4	2,336.0	2,303.7	2,401.3	2,475.4	2,561.2	2,597.3	2,636.6	2,666.1	2,725.9	2,725.9
Nayarit	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	714.1	1,534.1	1,582.0
Nuevo León	14,050.0	14,050.0	13,973.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3	14,583.3
Oaxaca	1,770.5	1,912.4	2,341.9	2,371.1	2,380.3	2,303.9	2,284.5	2,307.0	2,607.0	2,542.4	2,516.8	2,572.7	2,658.8	2,669.9
Puebla	5,863.4	6,136.3	6,482.1	6,635.6	6,690.3	7,236.4	7,674.0	7,154.3	7,607.5	7,650.5	7,524.1	7,562.8	7,625.9	7,625.9
Quintana Roo	3,220.0	3,234.8	3,374.4	3,480.1	3,552.0	3,552.0	3,631.3	4,015.9	4,453.1	4,551.1	4,715.0	4,837.8	4,917.3	5,012.3
San Luis Potosí	3,984.0	4,427.4	4,820.9	4,934.5	5,069.5	5,064.2	4,673.7	5,238.0	5,796.5	5,774.4	4,219.0	4,504.5	4,947.4	5,012.3
San Luis Potosí	3,220.1	3,243.8	3,473.8	4,028.8	5,188.1	5,007.3	5,223.7	5,592.0	5,592.0	5,592.0	5,620.2	5,730.0	5,848.4	5,848.4
Sonora	7,911.1	8,545.3	9,803.2	9,801.1	9,486.7	9,312.1	9,123.8	9,174.7	10,528.9	11,049.0	11,036.2	9,879.1	9,973.2	10,237.7
Tlaxcala	1,796.5	2,005.3	2,399.2	2,460.8	2,724.4	2,632.0	2,814.0	3,080.7	3,302.0	3,342.1	3,401.3	3,452.6	3,702.7	3,702.7
Tlaxcala	6,794.1	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7	7,000.7
Tlaxcala	1,318.2	1,545.3	1,765.2	1,821.5	1,848.2	1,770.3	1,610.8	1,660.8	1,798.2	1,811.8	1,814.3	1,836.2	1,848.1	1,910.0
Venezol	9,504.3	9,265.4	9,247.6	9,559.9	9,801.4	9,978.6	9,960.8	10,217.4	10,768.9	11,241.7	10,807.0	10,776.7	11,119.7	11,342.2
Zacatecas	2,028.3	2,264.4	2,314.1	2,360.2	2,475.4	2,398.4	2,795.5	2,841.1	3,049.1	3,077.2	3,240.7	3,404.9	3,461.1	3,461.1
Zacatecas	1,349.5	1,512.2	1,596.0	1,639.2	1,692.9	1,720.9	1,699.7	2,059.8	3,007.9	3,077.3	3,287.2	3,289.9	3,465.1	3,738.0

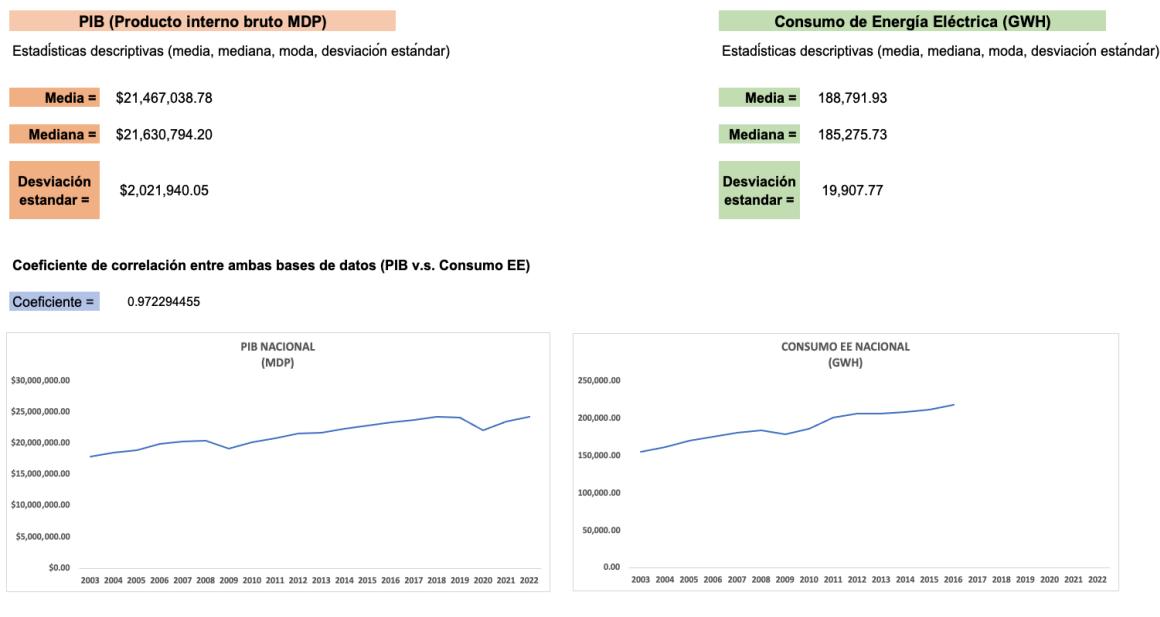
1/a) en caso de no mencionar sección en encuesta por los tres estados, debilita el resultado de los mismos

Consumo de energía eléctrica por entidad federativa (Gigawatts-hora)									
Entidad federativa	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila	Colima	Chiapas		
2003	1726.92	7522.30	1073.58	627.23	8241.23	1220.07	1513.91		
2004	1887.32	7915.23	1250.40	758.65	8306.12	1280.51	1773.23		
2005	2042.86	8496.35	1318.42	889.30	8372.55	1339.86	2037.63		
2006	2151.79	9105.20	1448.32	918.06	8552.31	1426.19	2116.21		
2007	2210.28	9223.13	1577.98	966.41	8690.00	1482.18	2240.81		
2008	2187.11	9408.94	1768.96	1032.14	8928.54	1516.42	2380.62		
2009	2137.91	9090.26	1705.01	1001.42	8906.91	1515.82	2370.22		
2010	2206.41	8948.92	1806.44	1094.65	9244.79	1496.62	2559.45		
2011	2420.16	9316.90	1970.34	1171.25	10242.20	1550.20	2737.17		
2012	2468.46	9681.51	2023.94	1223.29	10190.01	1663.03	2771.64		
2013	2428.52	9426.16	2059.26	1258.45	10455.74	1735.55	2824.56		
2014	2628.60	9815.60	2116.50	1299.30	10551.60	1759.60	2912.40		
2015	2709.45	10011.82	2201.65	1340.84	10462.85	1787.27	3054.57		
2016	2751.95	10457.72	2342.48	1388.15	10211.89	1842.08	3256.48		

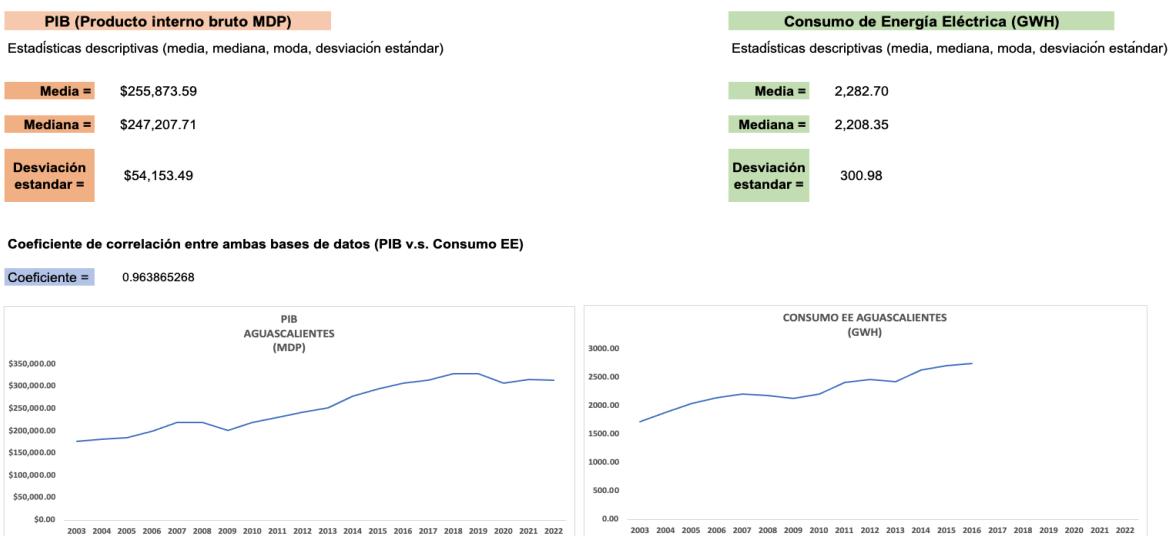
Fig. 2.2

3. Análisis exploratorio de datos (EDA).

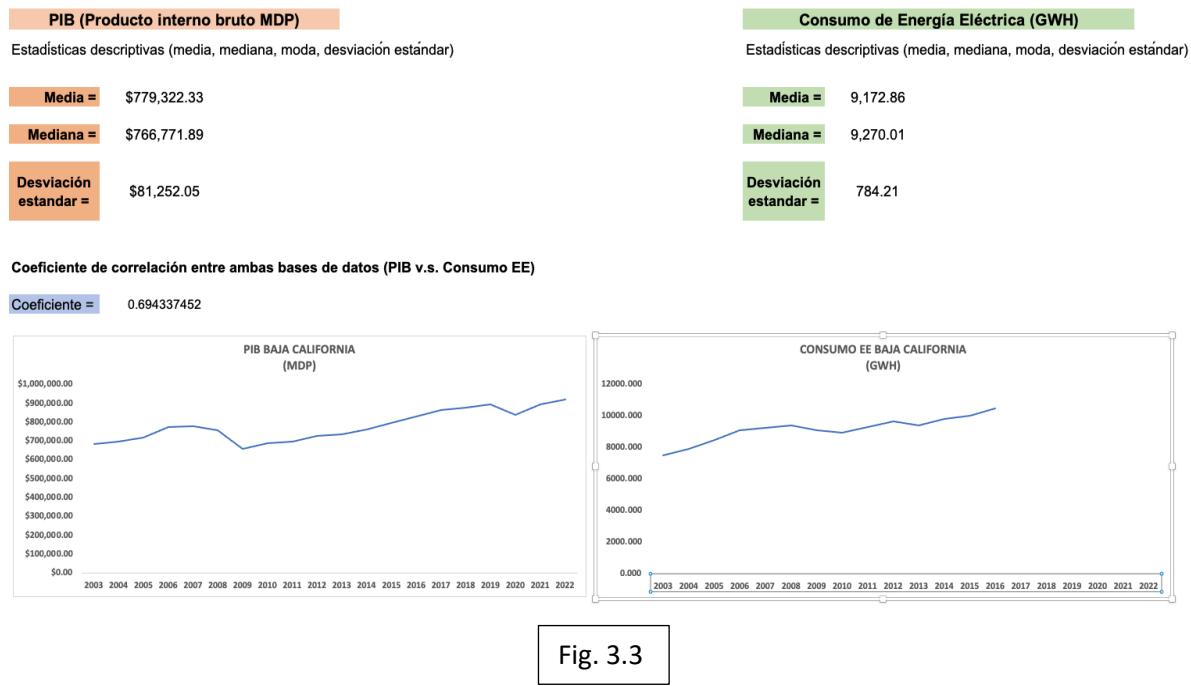
Analizando los datos correspondientes a nivel nacional con Excel.



Analizando los datos correspondientes a Aguascalientes con Excel.



Analizando los datos correspondientes a Baja California con Excel.



Analizando los datos correspondientes a Baja California Sur con Excel.

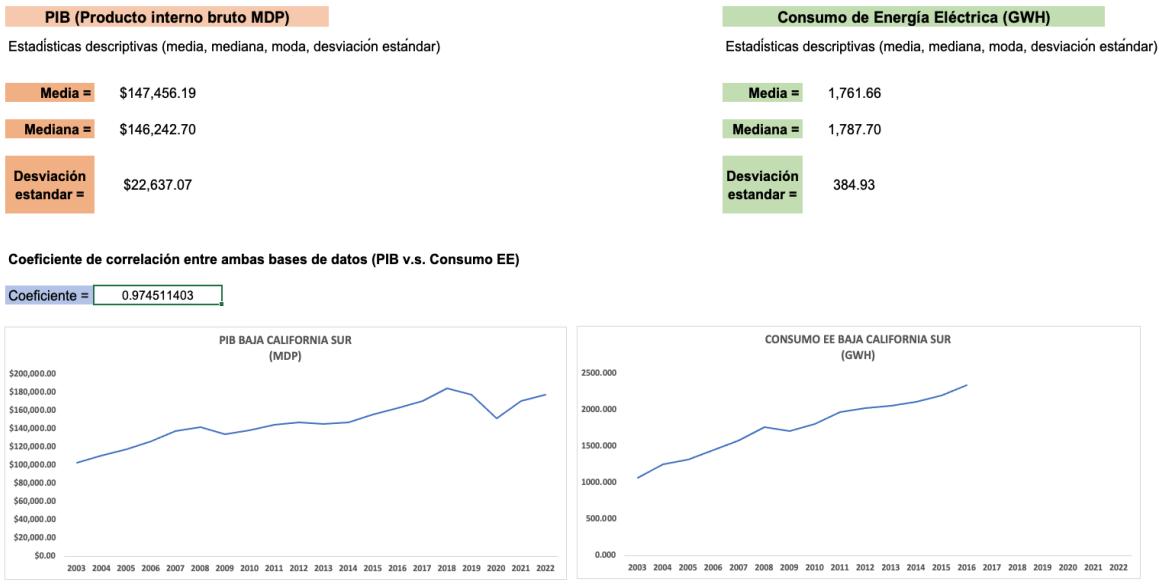
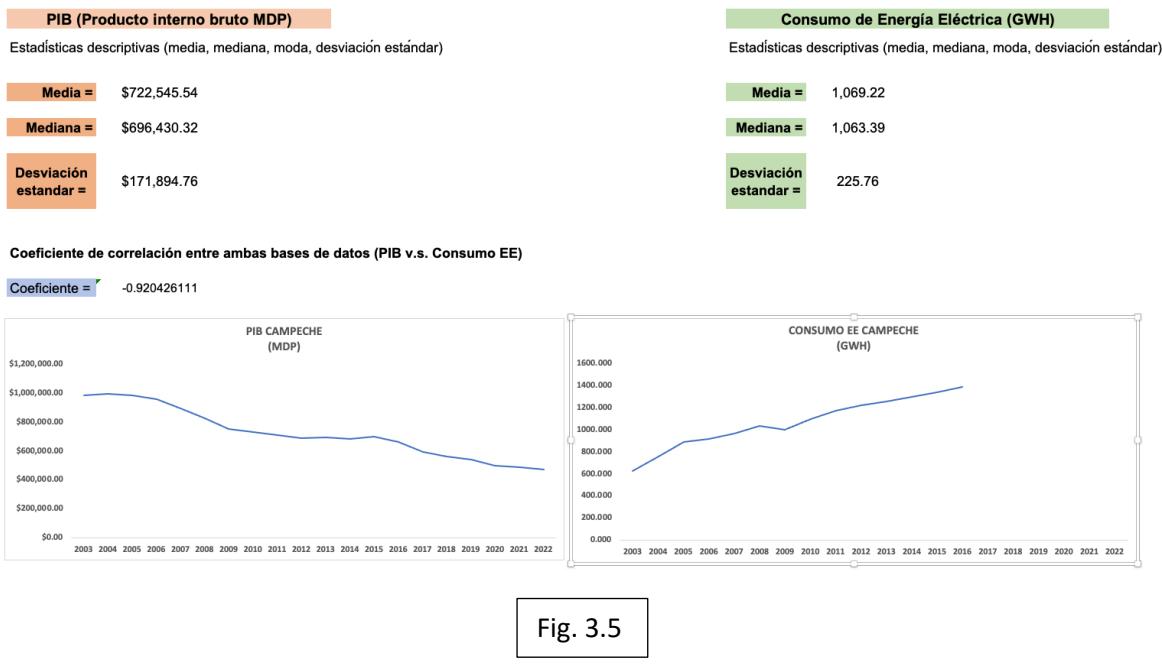
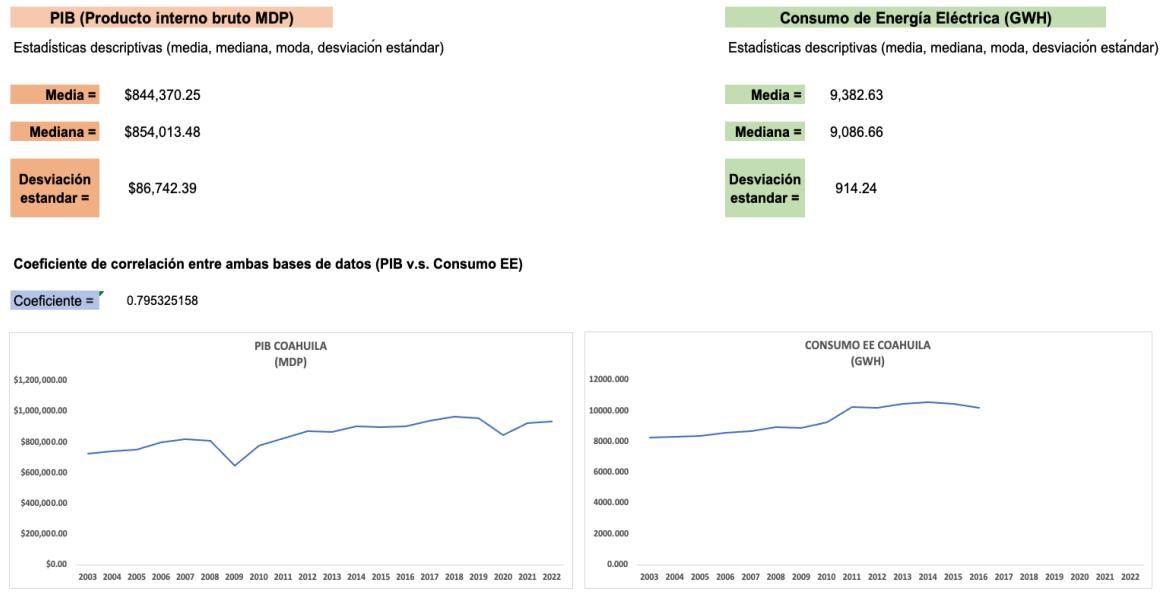


Fig. 3.4

Analizando los datos correspondientes a Campeche con Excel.



Analizando los datos correspondientes a Coahuila con Excel.



Analizando los datos correspondientes a Colima con Excel.

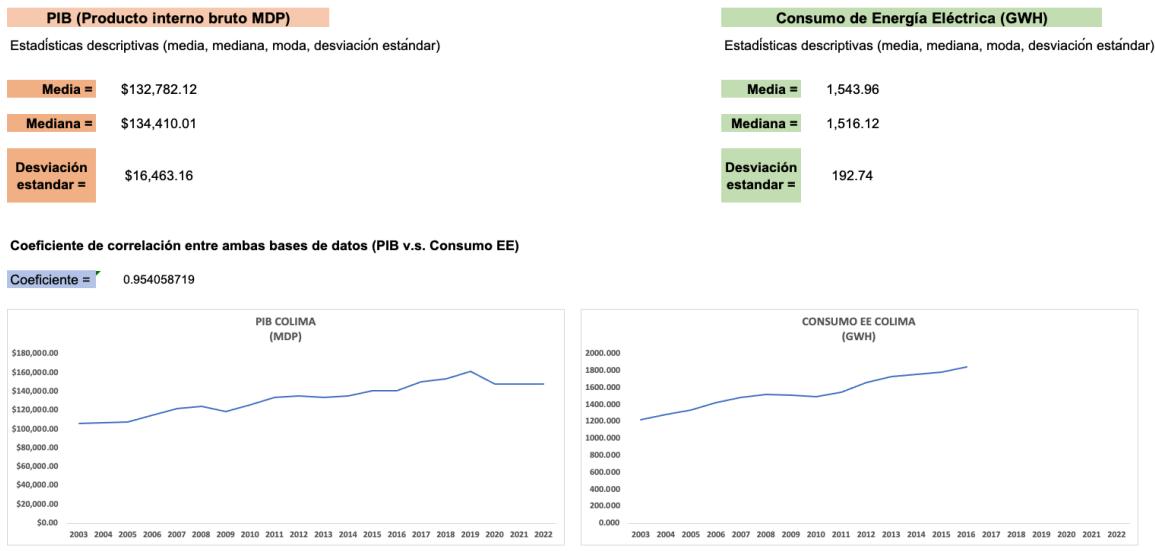


Fig. 3.7

Analizando los datos correspondientes a Chiapas con Excel.

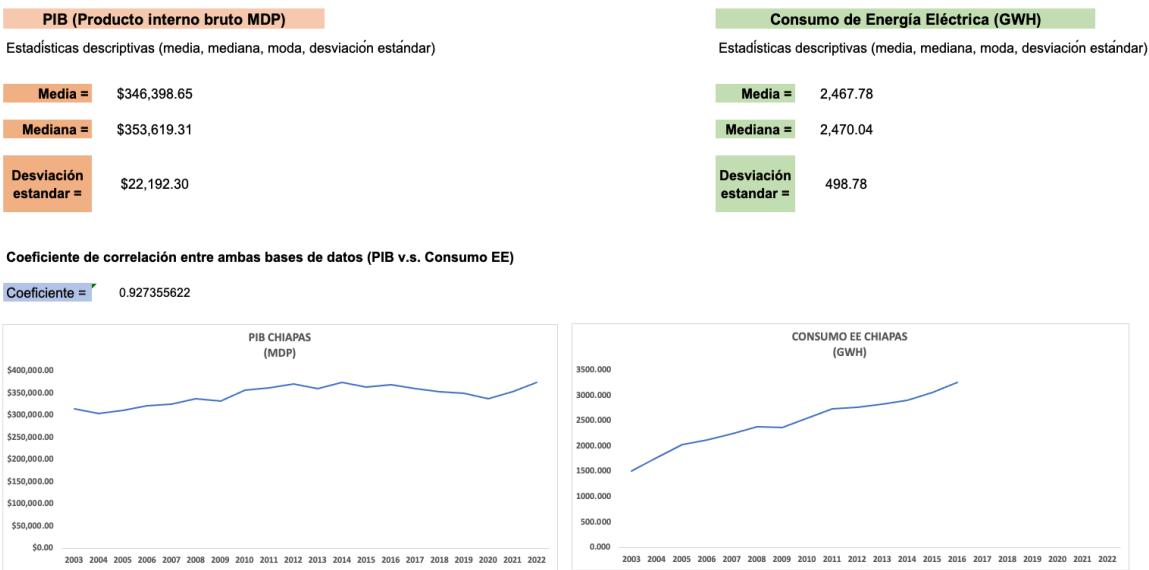


Fig. 3.8

Analizando los datos correspondientes a Chihuahua con Excel.

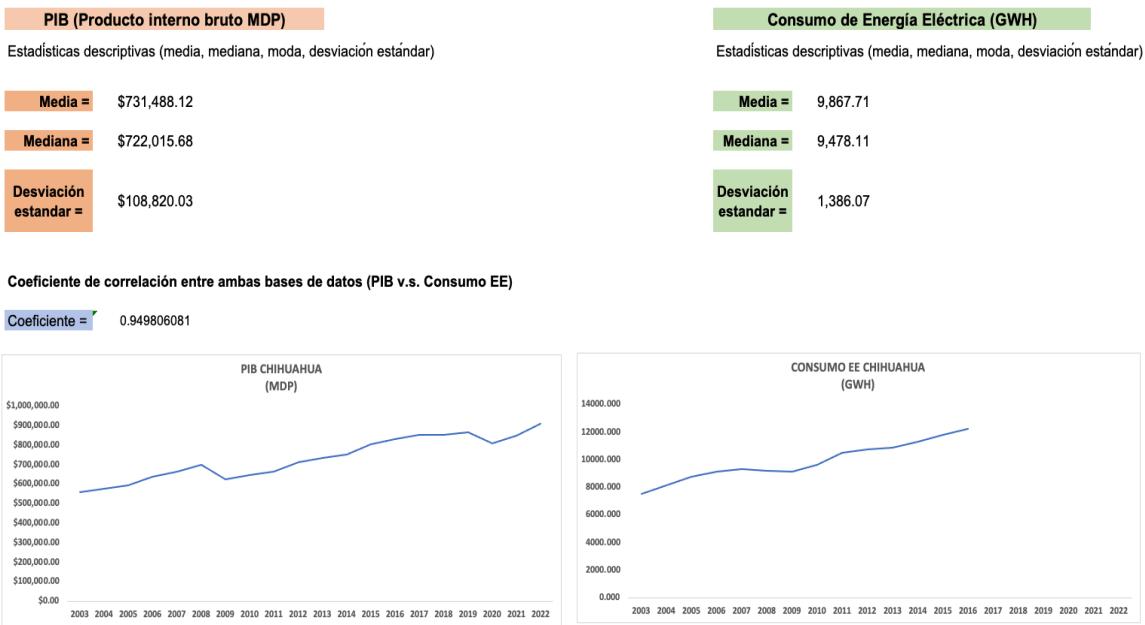


Fig. 3.9

Analizando los datos correspondientes a CDMX con Excel.

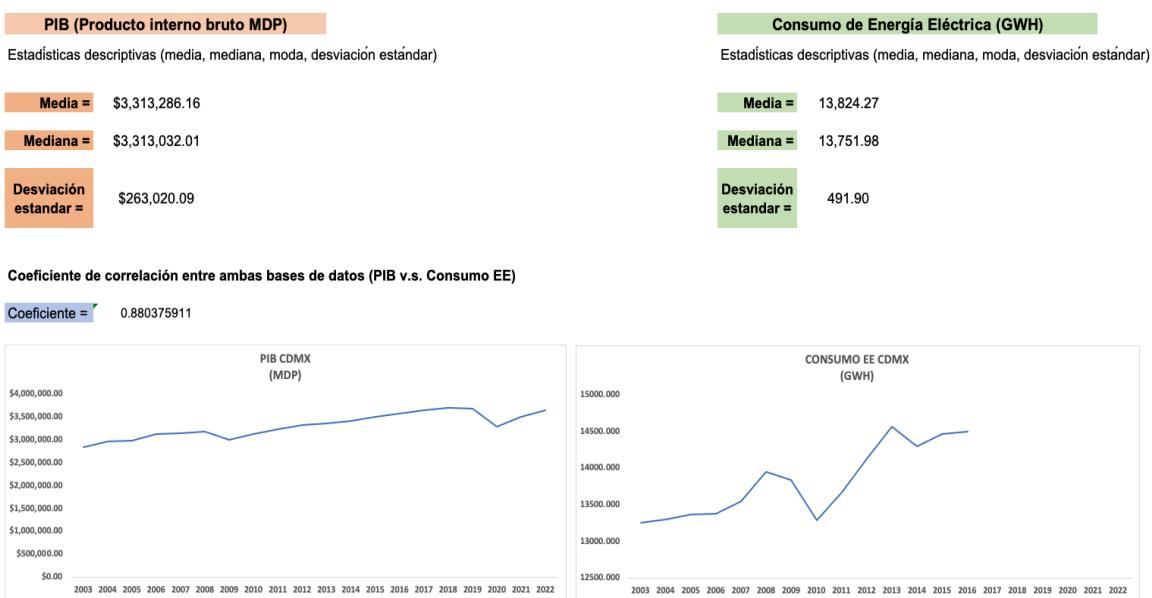


Fig. 3.10

Analizando los datos correspondientes a Durango con Excel.

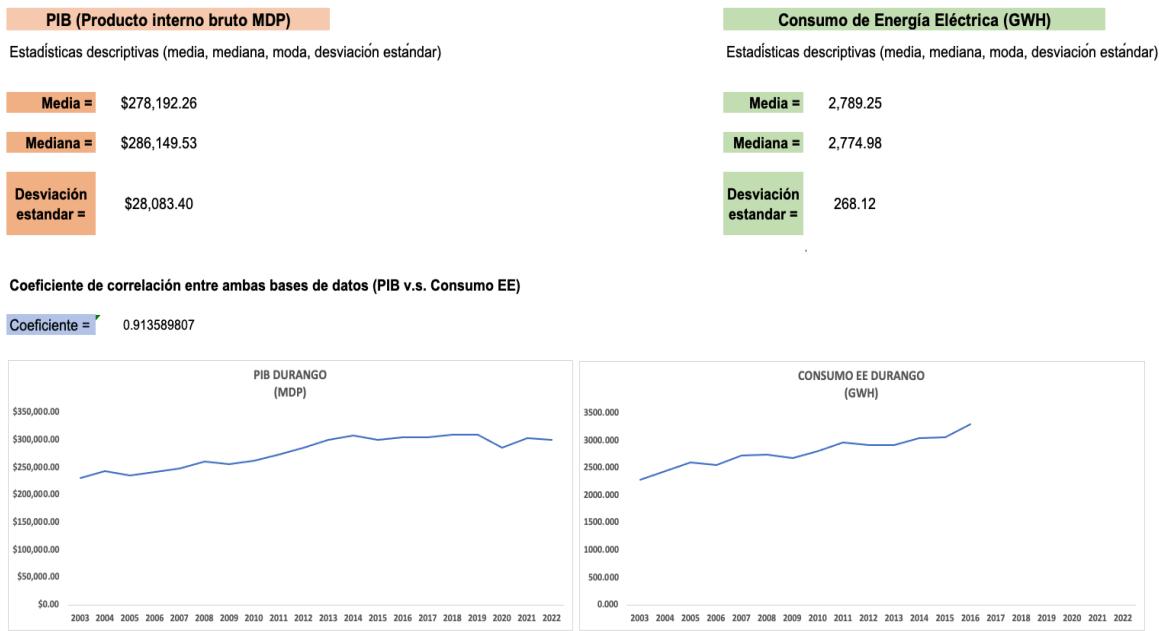


Fig. 3.11

Analizando los datos correspondientes a Guanajuato con Excel.

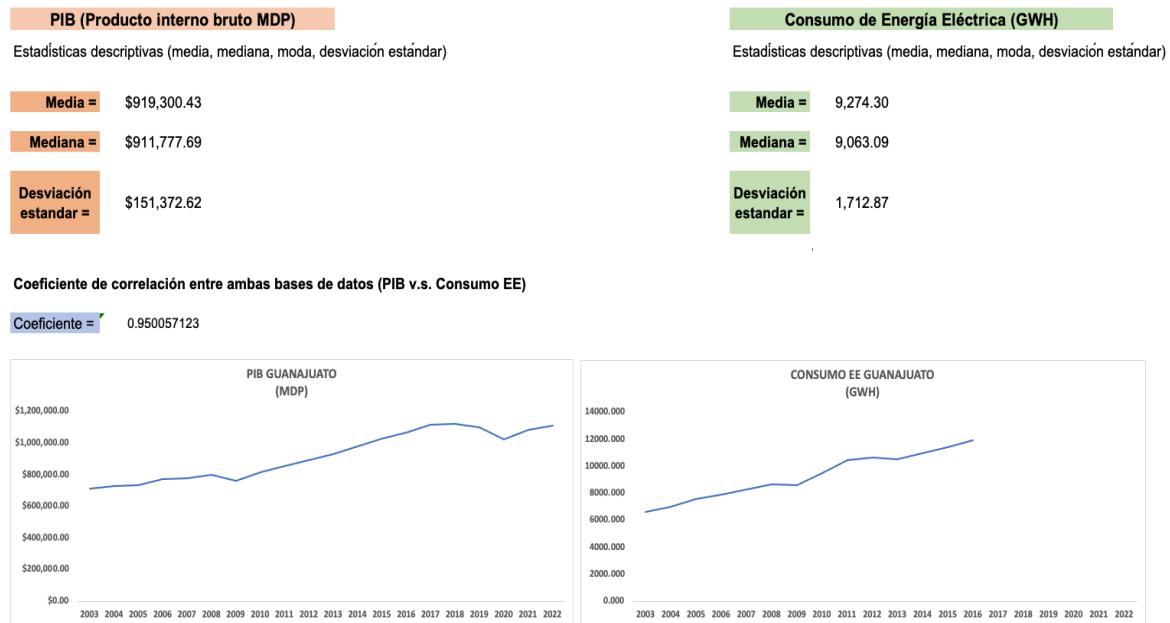


Fig. 3.12

Analizando los datos correspondientes a Guerrero con Excel.

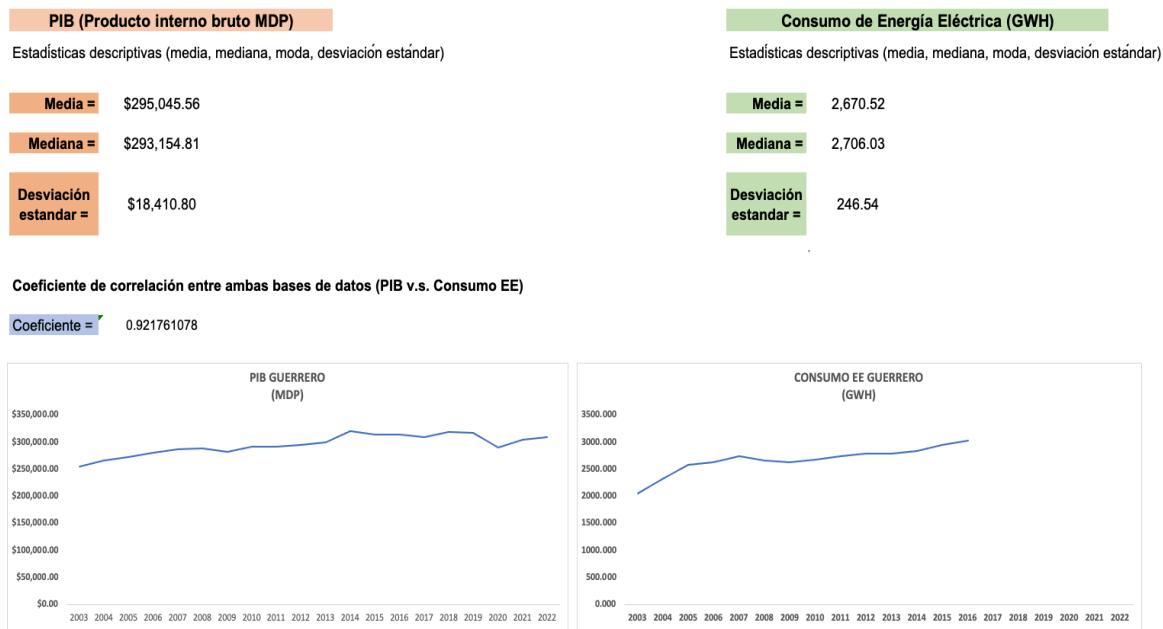


Fig. 3.13

Analizando los datos correspondientes a Hidalgo con Excel.

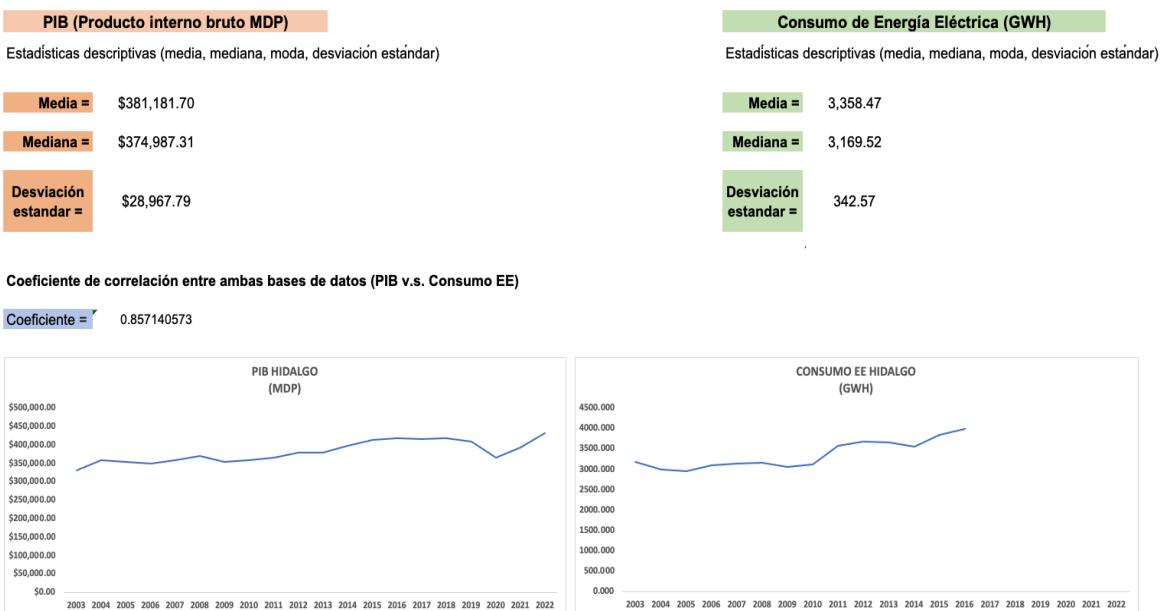


Fig. 3.14

Analizando los datos correspondientes a Jalisco con Excel.

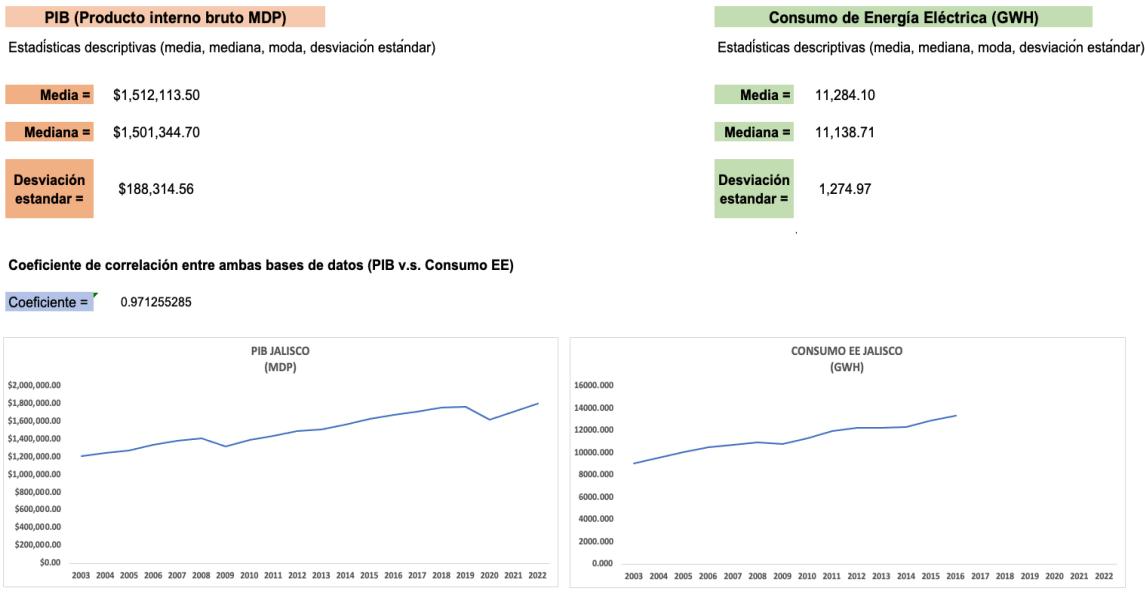


Fig. 3.15

Analizando los datos correspondientes a Edo. México con Excel.

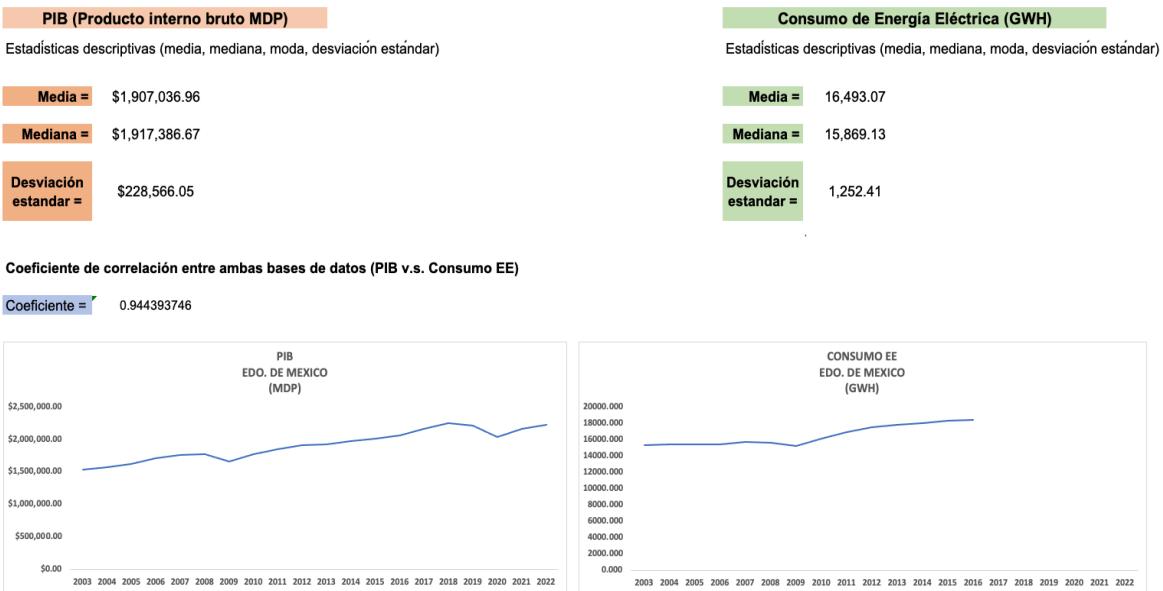


Fig. 3.16

Analizando los datos correspondientes a Michoacán con Excel.

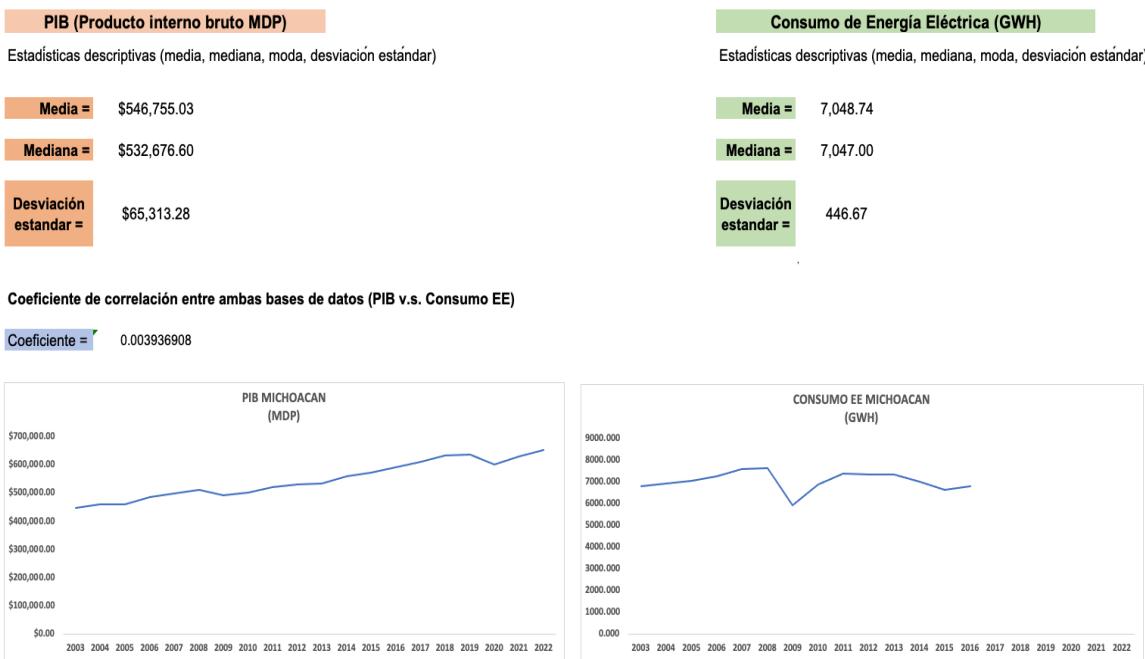


Fig. 3.17

Analizando los datos correspondientes a Morelos con Excel.

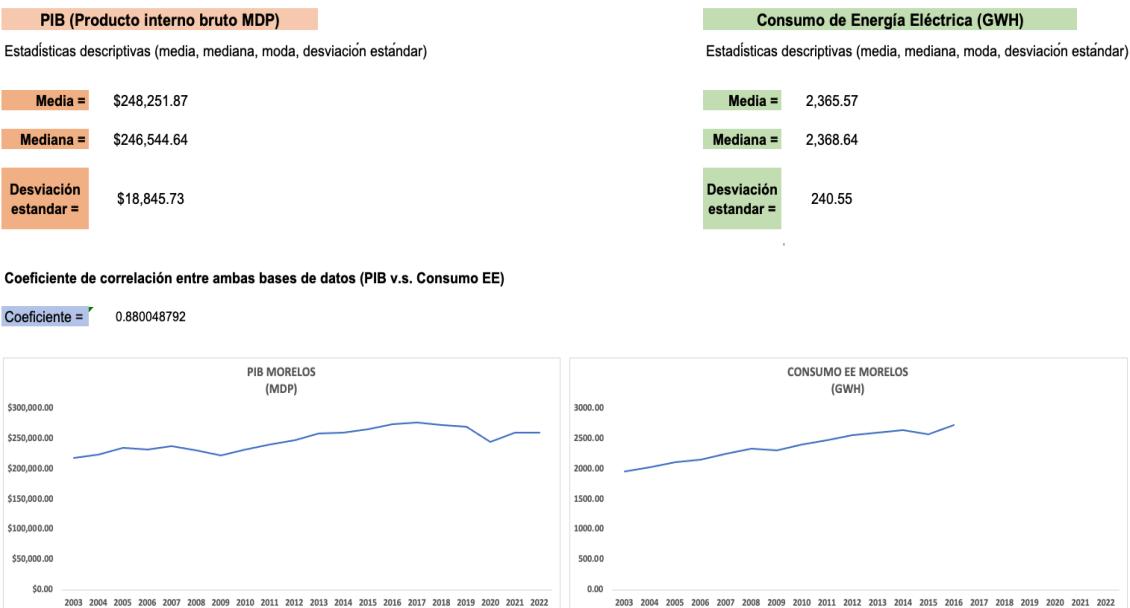


Fig. 3.18

Analizando los datos correspondientes a Nayarit con Excel.

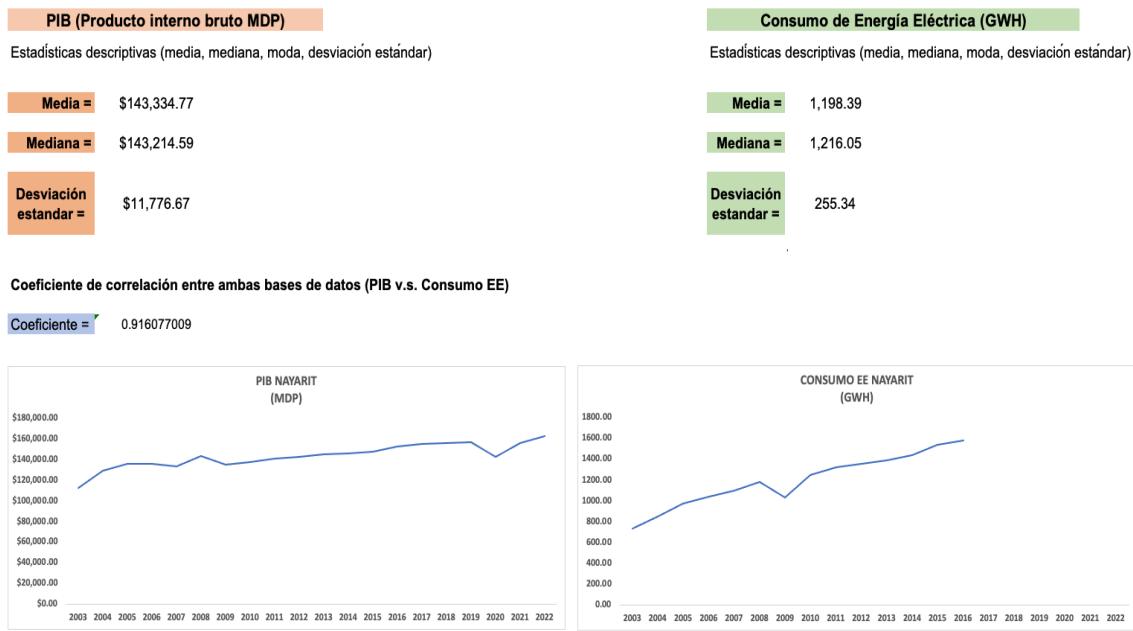


Fig. 3.19

Analizando los datos correspondientes a Nuevo León con Excel.

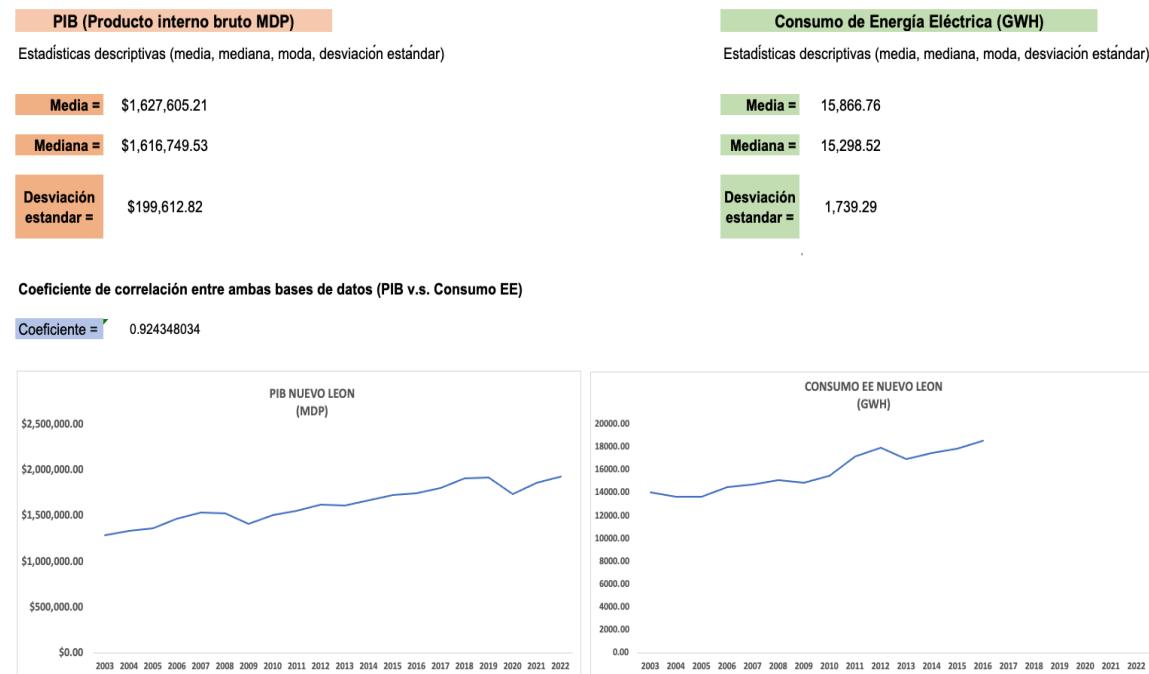


Fig. 3.20

Analizando los datos correspondientes a Oaxaca con Excel.

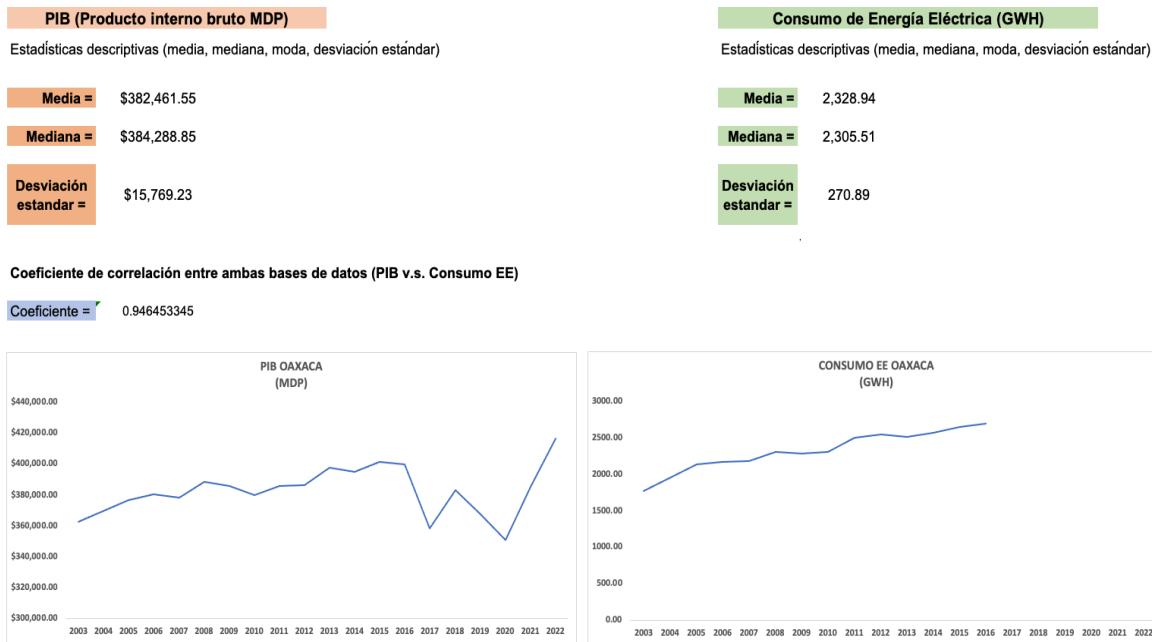


Fig. 3.21

Analizando los datos correspondientes a Puebla con Excel.

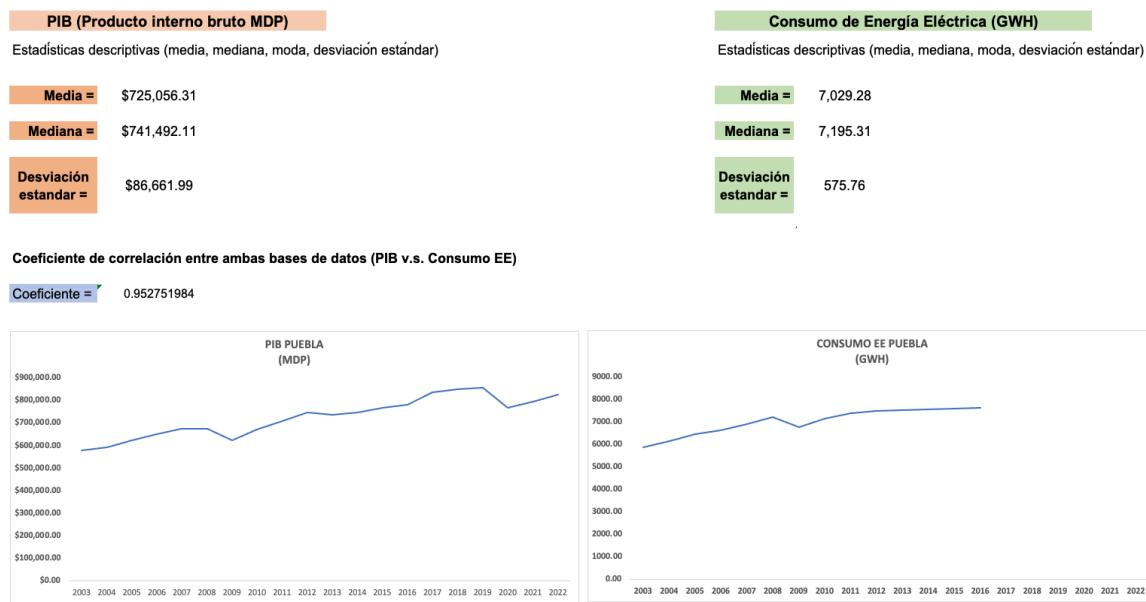


Fig. 3.22

Analizando los datos correspondientes a Querétaro con Excel.

PIB (Producto interno bruto MDP)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = \$508,216.78

Mediana = \$524,404.18

Desviación estandar = \$79,517.59

Consumo de Energía Eléctrica (GWH)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = 4,036.70

Mediana = 3,801.95

Desviación estandar = 707.61

Coefficiente de correlación entre ambas bases de datos (PIB v.s. Consumo EE)

Coefficiente = 0.983118554

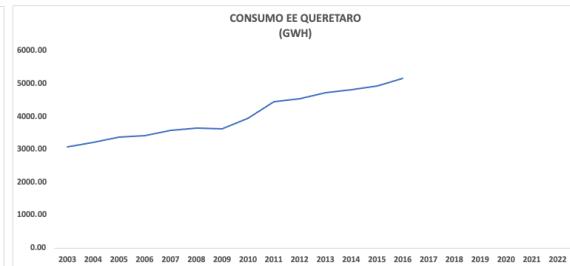


Fig. 3.23

Analizando los datos correspondientes a Quintana Roo con Excel.

PIB (Producto interno bruto MDP)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = \$288,606.69

Mediana = \$284,781.46

Desviación estandar = \$55,110.35

Consumo de Energía Eléctrica (GWH)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = 3,451.77

Mediana = 3,584.16

Desviación estandar = 863.51

Coefficiente de correlación entre ambas bases de datos (PIB v.s. Consumo EE)

Coefficiente = 0.970434477

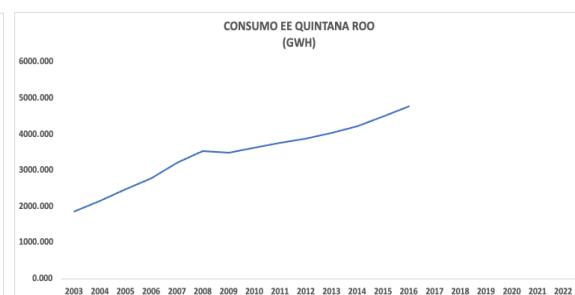
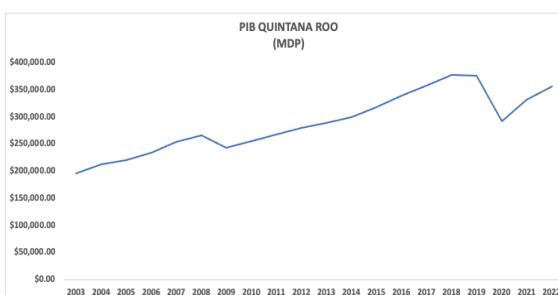


Fig. 3.24

Analizando los datos correspondientes a San Luis Potosí con Excel.

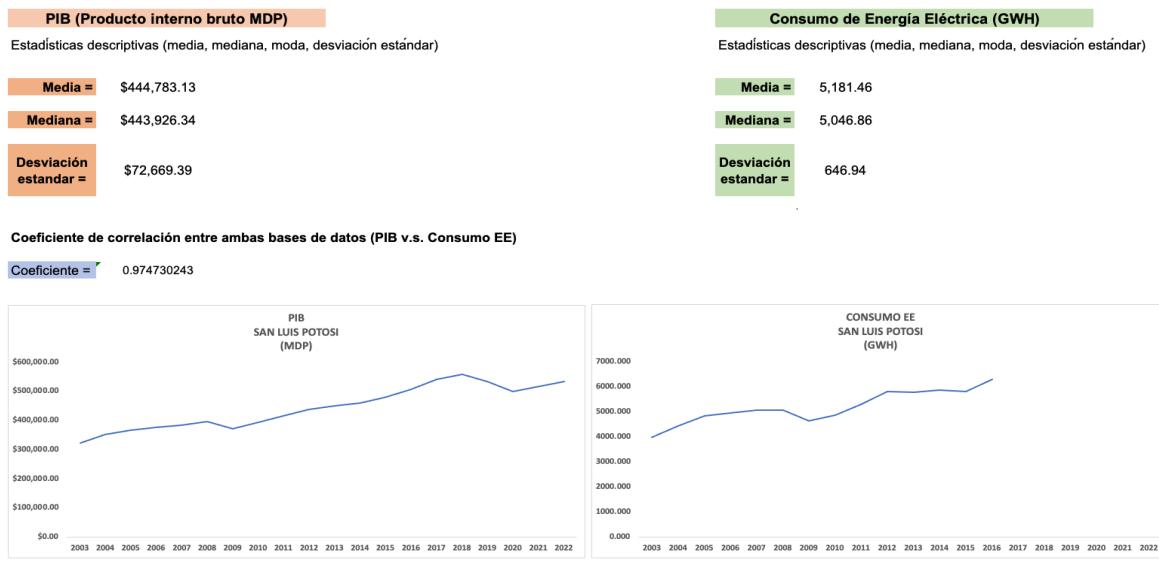


Fig. 3.25

Analizando los datos correspondientes a Sinaloa con Excel.

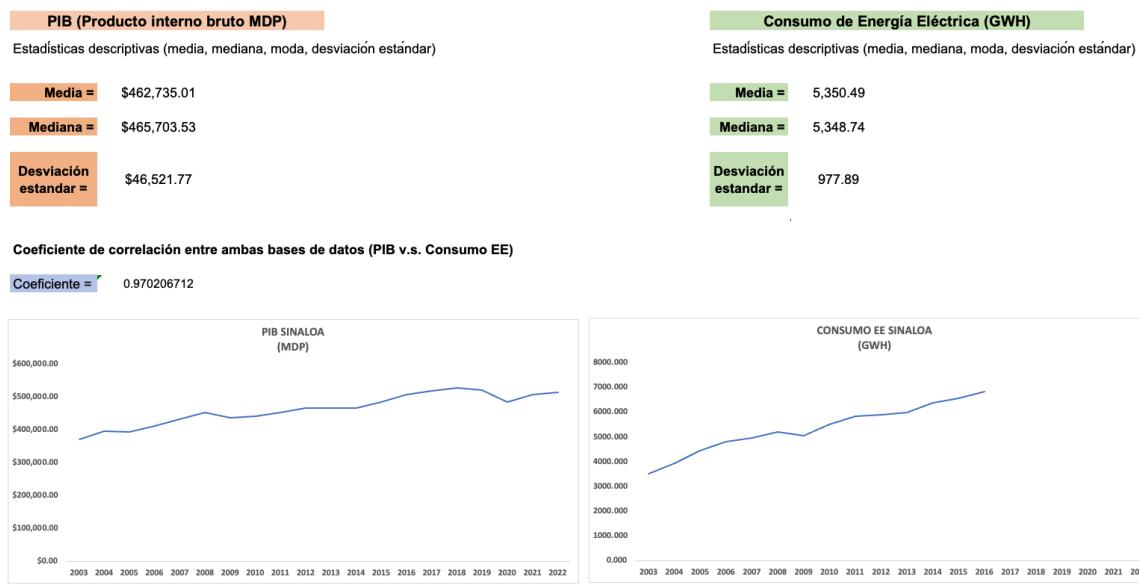


Fig. 3.26

Analizando los datos correspondientes a Sonora con Excel.

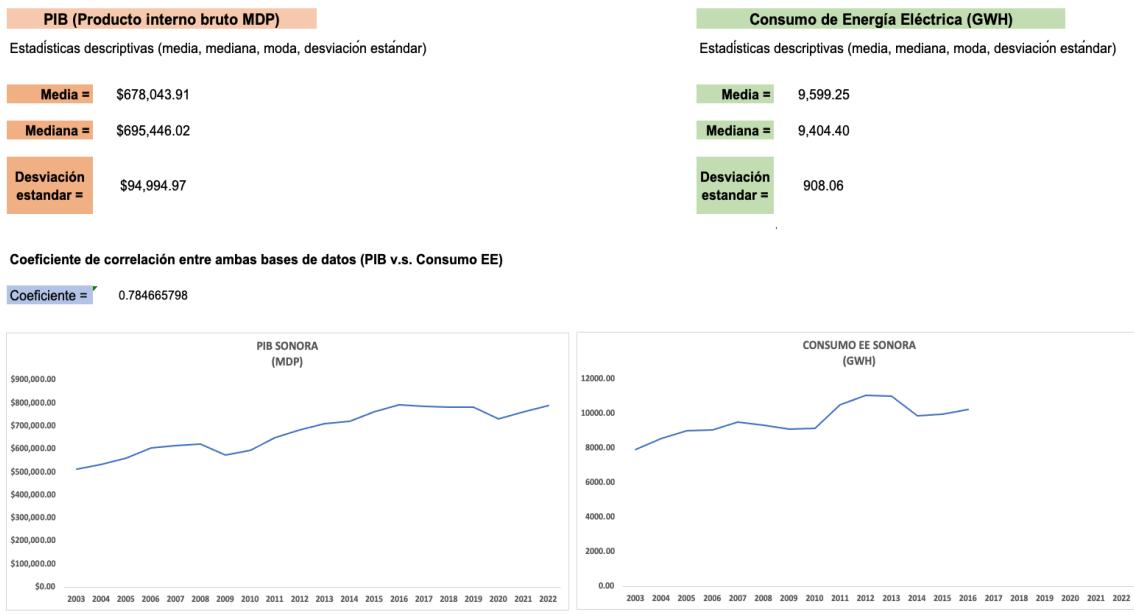


Fig. 3.27

Analizando los datos correspondientes a Tabasco con Excel.

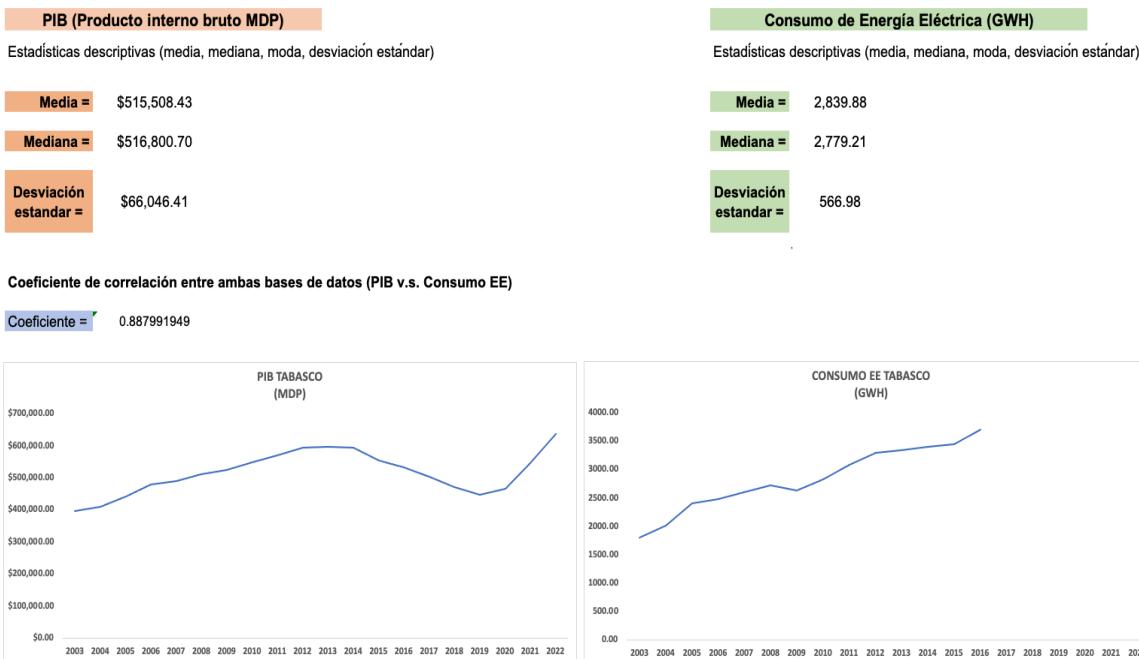


Fig. 3.28

Analizando los datos correspondientes a Tamaulipas con Excel.

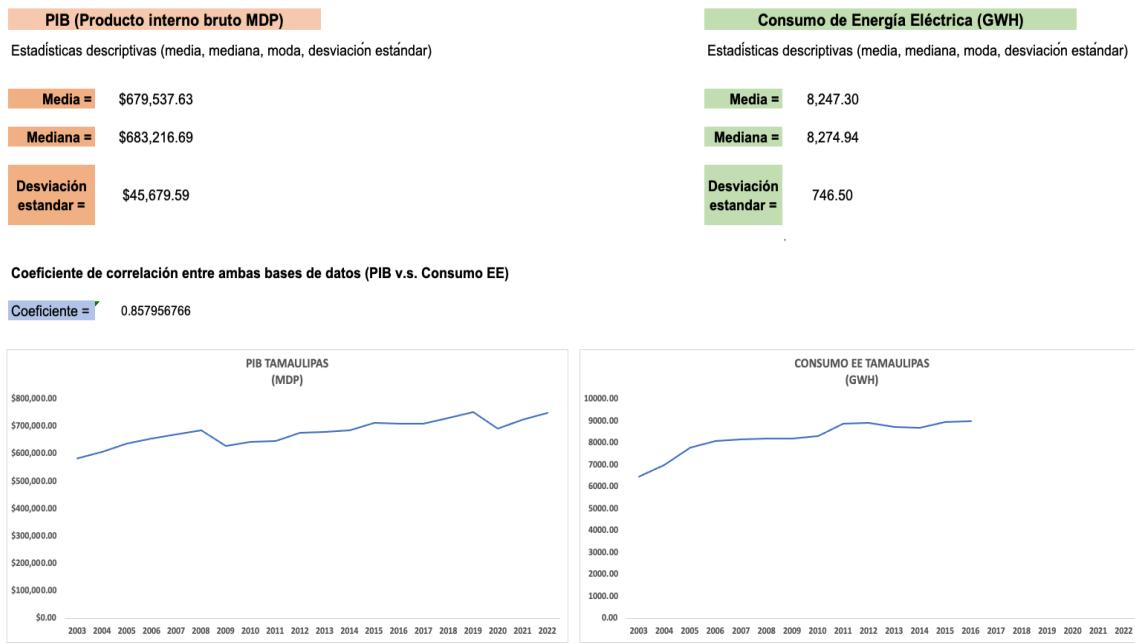


Fig. 3.29

Analizando los datos correspondientes a Tlaxcala con Excel.

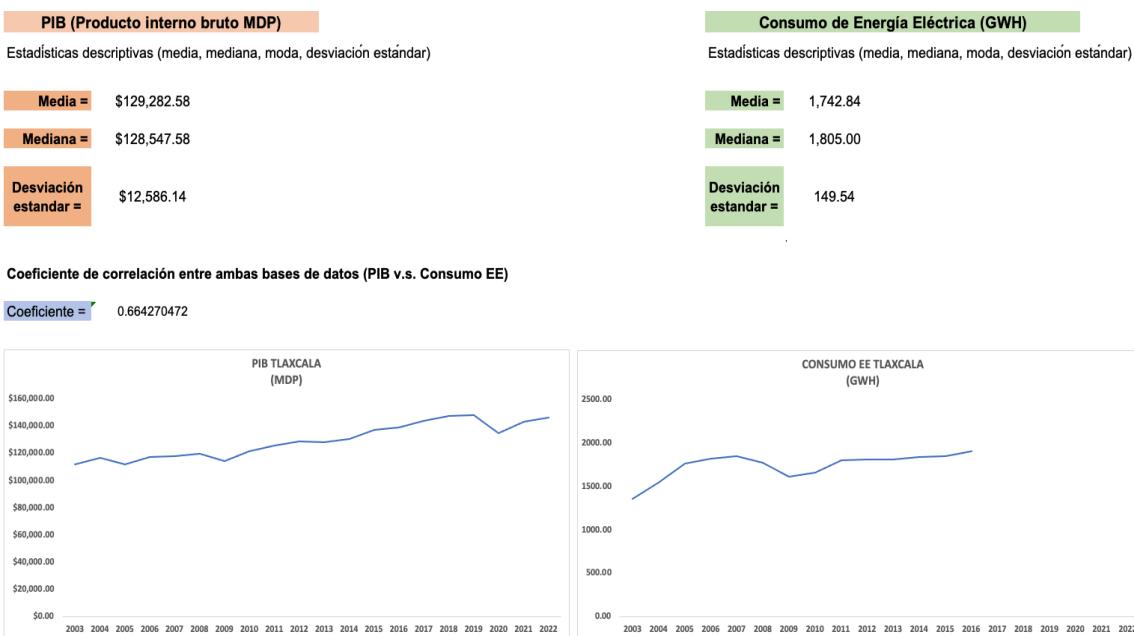


Fig. 3.30

Analizando los datos correspondientes a Veracruz con Excel.

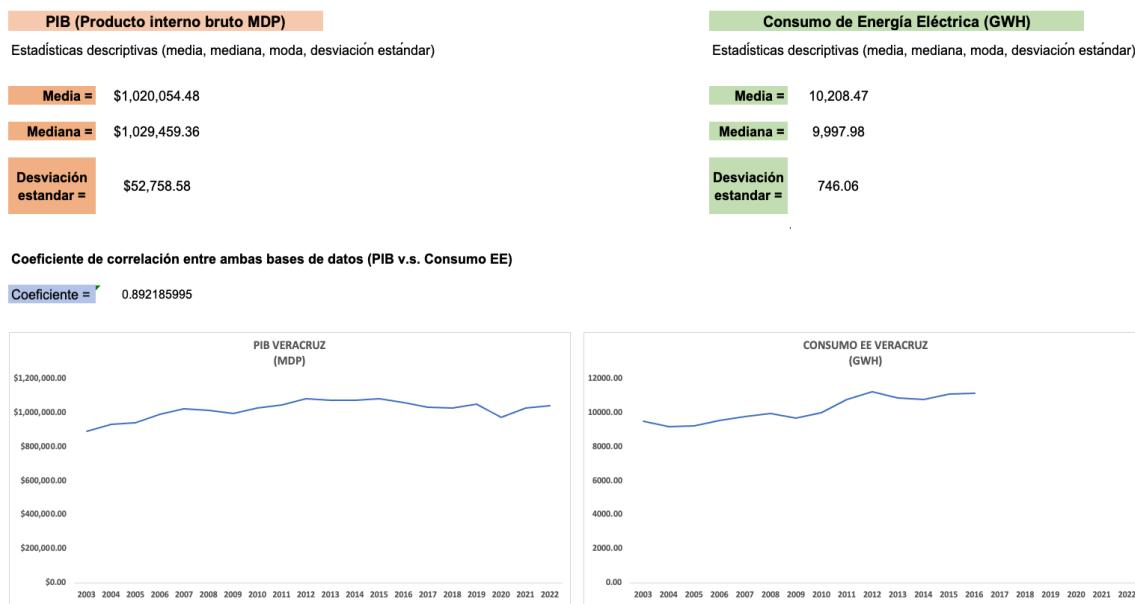


Fig. 3.31

Analizando los datos correspondientes a Yucatán con Excel.

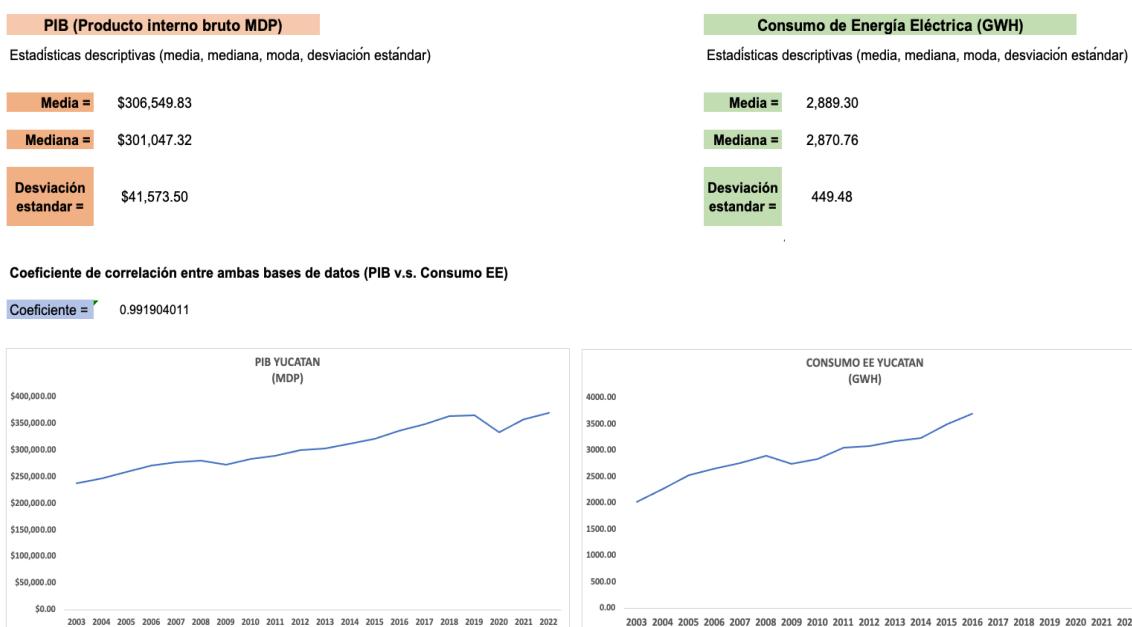


Fig. 3.32

Analizando los datos correspondientes a Zacatecas con Excel.

PIB (Producto interno bruto MDP)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = \$193,862.20

Mediana = \$199,262.77

Desviación estandar = \$28,405.32

Consumo de Energía Eléctrica (GWH)

Estadísticas descriptivas (media, mediana, moda, desviación estándar)

Media = 2,186.94

Mediana = 1,992.79

Desviación estandar = 606.85

Coefficiente de correlación entre ambas bases de datos (PIB v.s. Consumo EE)

Coefficiente = 0.817721572

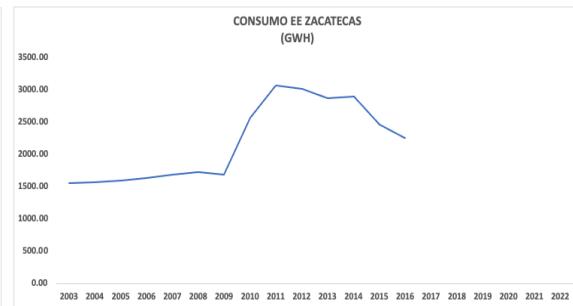


Fig. 3.33

Ahora bien, aplicando lo visto en la 3^a sesión de Python, prepare el archivo Excel a csv, eliminando la columna de periodos y dejando para análisis el periodo 2003-2016. A continuación, se muestran imágenes del código, análisis estadístico y mapa de calor para correlación entre PIB y consumo de energía eléctrica.

```

21 SEP FINAL.ipynb ☆
Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda Se guardó por última vez: 21 de septiembre
+ Código + Texto
[ ] | ip install pandas
[1]: Requirement already satisfied: pandas in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (2.1.4)
Requirement already satisfied: numpy<2.1>,!=2.1.4 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pandas) (1.26.4)
Requirement already satisfied: python-dateutil<2.8.2, in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pandas) (2.8.2)
Requirement already satisfied: pytz==2024.1 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pandas) (2024.1)
Requirement already satisfied: tzdata==2022.1 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from pandas) (2022.1)
Requirement already satisfied: six<1.1, in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from python-dateutil>=2.8.2->pandas) (1.16.0)

[ ] | # Importar biblioteca Pandas
[2]: import pandas as pd

[3]: # Leemos un archivo Google Sheet pero convertirlo a CSV utilizando Pandas de la siguiente manera
# reemplace 'URL' con el nombre de su archivo y agregar al final ?export=format=csv
[4]: datos1 = pd.read_csv('content/21 SEP FINAL.csv')
datos2

[5]: | PIB NACIONAL (MDP) CONSUMO EE NACIONAL (GWh) PIB AGUASCALIENTES (MDP) CONSUMO EE AGUASCALIENTES (GWh) PIB CALIFORNIA (MDP) CONSUMO EE CALIFORNIA (GWh) PIB CALIFORNIA BAJA (MDP) CONSUMO EE CALIFORNIA BAJA (GWh) PIB CALIFORNIA SUR (MDP) CONSUMO EE CALIFORNIA SUR (GWh) PIB CAMPECHE (MOP) CONSUMO EE CAMPECHE (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh)
| 0 17899317.92 155348.66 176576.72 1726.92 682996.93 7522.30 10296.43 1073.58 988877.72 627.23 725622.35 8241.23 106240.46 1220.07
| 1 18537507.51 161457.83 182404.56 1887.32 697268.89 7915.23 110723.36 1250.40 998062.32 758.65 738323.01 8506.12 107179.09 1280.51
| 2 18929250.88 169758.89 185650.54 2042.86 716802.17 8498.35 117708.46 1318.42 98851.30 889.30 751258.28 8372.55 107831.26 1339.86
| 3 1983803.94 175707.57 200318.27 2151.79 772686.81 9105.20 126685.37 1448.32 959641.06 918.06 798549.10 8552.31 114843.83 1426.19
| 4 20251027.28 180468.94 219091.90 2210.28 778767.05 9223.13 137545.26 1577.98 897799.86 966.41 819995.32 8690.00 122046.01 1482.18
| 5 20442061.70 183912.60 218472.95 2187.11 756707.32 9408.94 142084.05 1768.96 828677.17 1032.14 806977.05 8928.54 124498.01 1516.42
| 6 19155182.68 178288.43 201960.40 2137.91 658790.71 9090.26 134464.68 1705.01 753908.78 1001.42 647795.11 8906.91 118472.24 1515.82
| 7 20107450.92 186638.87 219912.91 2206.41 686065.87 8948.92 138668.83 1806.44 730232.32 1094.65 775118.74 9244.79 125595.85 1496.62
| 8 20799960.59 200945.89 230510.40 2420.16 698850.51 9316.90 144956.38 1970.34 711663.19 1171.25 824838.47 10242.20 133676.16 1550.20
| 9 21539027.00 206480.28 242758.41 2468.46 726418.11 9681.51 147269.70 2023.94 691262.00 1223.29 870534.53 10190.01 135599.87 1663.03
| 10 21722561.40 206129.99 251657.01 2428.52 733753.71 9426.16 145215.69 2059.26 692549.90 1258.45 864429.38 10465.74 133729.30 1735.55
| 11 22266442.95 208014.90 277675.26 2628.60 760856.97 9815.60 147613.68 2116.50 685992.03 1299.30 902863.24 10551.60 13590.73 1759.60
| 12 22868154.25 212200.82 294497.18 2709.45 795080.75 10011.82 156072.03 2201.65 700310.74 1340.84 897702.10 10462.85 141029.13 1787.27
| 13 23273490.77 218072.29 307395.84 2751.95 828692.25 10457.72 163094.65 2342.48 663239.24 1388.15 901719.48 10211.89 140705.24 1842.08

[6]: | PIB NACIONAL (MOP) CONSUMO EE NACIONAL (GWh) PIB AGUASCALIENTES (MOP) CONSUMO EE AGUASCALIENTES (GWh) PIB CALIFORNIA (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA (GWh) PIB CALIFORNIA BAJA (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA BAJA (GWh) PIB CALIFORNIA SUR (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA SUR (GWh) PIB CAMPECHE (MOP) CONSUMO EE CAMPECHE (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh)
| 0 17899317.92 155348.66 176576.72 1726.92 682996.93 7522.30 10296.43 1073.58 988877.72 627.23 725622.35 8241.23 106240.46 1220.07
| 1 18537507.51 161457.83 182404.56 1887.32 697268.89 7915.23 110723.36 1250.40 998062.32 758.65 738323.01 8506.12 107179.09 1280.51
| 2 18929250.88 169758.89 185650.54 2042.86 716802.17 8498.35 117708.46 1318.42 98851.30 889.30 751258.28 8372.55 107831.26 1339.86
| 3 1983803.94 175707.57 200318.27 2151.79 772686.81 9105.20 126685.37 1448.32 959641.06 918.06 798549.10 8552.31 114843.83 1426.19
| 4 20251027.28 180468.94 219091.90 2210.28 778767.05 9223.13 137545.26 1577.98 897799.86 966.41 819995.32 8690.00 122046.01 1482.18
| 5 20442061.70 183912.60 218472.95 2187.11 756707.32 9408.94 142084.05 1768.96 828677.17 1032.14 806977.05 8928.54 124498.01 1516.42
| 6 19155182.68 178288.43 201960.40 2137.91 658790.71 9090.26 134464.68 1705.01 753908.78 1001.42 647795.11 8906.91 118472.24 1515.82
| 7 20107450.92 186638.87 219912.91 2206.41 686065.87 8948.92 138668.83 1806.44 730232.32 1094.65 775118.74 9244.79 125595.85 1496.62
| 8 20799960.59 200945.89 230510.40 2420.16 698850.51 9316.90 144956.38 1970.34 711663.19 1171.25 824838.47 10242.20 133676.16 1550.20
| 9 21539027.00 206480.28 242758.41 2468.46 726418.11 9681.51 147269.70 2023.94 691262.00 1223.29 870534.53 10190.01 135599.87 1663.03
| 10 21722561.40 206129.99 251657.01 2428.52 733753.71 9426.16 145215.69 2059.26 692549.90 1258.45 864429.38 10465.74 133729.30 1735.55
| 11 22266442.95 208014.90 277675.26 2628.60 760856.97 9815.60 147613.68 2116.50 685992.03 1299.30 902863.24 10551.60 13590.73 1759.60
| 12 22868154.25 212200.82 294497.18 2709.45 795080.75 10011.82 156072.03 2201.65 700310.74 1340.84 897702.10 10462.85 141029.13 1787.27
| 13 23273490.77 218072.29 307395.84 2751.95 828692.25 10457.72 163094.65 2342.48 663239.24 1388.15 901719.48 10211.89 140705.24 1842.08

[7]: | PIB NACIONAL (MOP) CONSUMO EE NACIONAL (GWh) PIB AGUASCALIENTES (MOP) CONSUMO EE AGUASCALIENTES (GWh) PIB CALIFORNIA (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA (GWh) PIB CALIFORNIA BAJA (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA BAJA (GWh) PIB CALIFORNIA SUR (MOP) CONSUMO EE CALIFORNIA SUR (GWh) PIB CAMPECHE (MOP) CONSUMO EE CAMPECHE (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh) PIB COAHUILA (MOP) CONSUMO EE COAHUILA (GWh) PIB COLIMA (MDP) CONSUMO EE COLIMA (GWh)
| 0 17899317.92 155348.66 176576.72 1726.92 682996.93 7522.30 10296.43 1073.58 988877.72 627.23 725622.35 8241.23 106240.46 1220.07
| 1 18537507.51 161457.83 182404.56 1887.32 697268.89 7915.23 110723.36 1250.40 998062.32 758.65 738323.01 8506.12 107179.09 1280.51
| 2 18929250.88 169758.89 185650.54 2042.86 716802.17 8498.35 117708.46 1318.42 98851.30 889.30 751258.28 8372.55 107831.26 1339.86
| 3 1983803.94 175707.57 200318.27 2151.79 772686.81 9105.20 126685.37 1448.32 959641.06 918.06 798549.10 8552.31 114843.83 1426.19
| 4 20251027.28 180468.94 219091.90 2210.28 778767.05 9223.13 137545.26 1577.98 897799.86 966.41 819995.32 8690.00 122046.01 1482.18
| 5 20442061.70 183912.60 218472.95 2187.11 756707.32 9408.94 142084.05 1768.96 828677.17 1032.14 806977.05 8928.54 124498.01 1516.42
| 6 19155182.68 178288.43 201960.40 2137.91 658790.71 9090.26 134464.68 1705.01 753908.78 1001.42 647795.11 8906.91 118472.24 1515.82
| 7 20107450.92 186638.87 219912.91 2206.41 686065.87 8948.92 138668.83 1806.44 730232.32 1094.65 775118.74 9244.79 125595.85 1496.62
| 8 20799960.59 200945.89 230510.40 2420.16 698850.51 9316.90 144956.38 1970.34 711663.19 1171.25 824838.47 10242.20 133676.16 1550.20
| 9 21539027.00 206480.28 242758.41 2468.46 726418.11 9681.51 147269.70 2023.94 691262.00 1223.29 870534.53 10190.01 135599.87 1663.03
| 10 21722561.40 206129.99 251657.01 2428.52 733753.71 9426.16 145215.69 2059.26 692549.90 1258.45 864429.38 10465.74 133729.30 1735.55
| 11 22266442.95 208014.90 277675.26 2628.60 760856.97 9815.60 147613.68 2116.50 685992.03 1299.30 902863.24 10551.60 13590.73 1759.60
| 12 22868154.25 212200.82 294497.18 2709.45 795080.75 10011.82 156072.03 2201.65 700310.74 1340.84 897702.10 10462.85 141029.13 1787.27
| 13 23273490.77 218072.29 307395.84 2751.95 828692.25 10457.72 163094.65 2342.48 663239.24 1388.15 901719.48 10211.89 140705.24 1842.08

```

Fig. 3.34

21 SEP FINAL.ipynb

Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda Se guardó por última vez: 21 de septiembre

+ Código + Texto

```

# veamos el tipo de los datos
print("datos:", type(datos))
print("datos2:", type(datos2))

# datos: <class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
# datos2: <class 'pandas.core.frame.DataFrame'>

# Forzar Pandas a mostrar todas las filas y columnas ### PERO SOLO EN PC
pd.set_option('display.max_columns', None)
pd.set_option('display.max_rows', None)

# Puedes ver las primeras filas utilizando .head()
datos.head(14)

```

	PIB NACIONAL (MDP)	CONSUMO EE NACIONAL (GWH)	PIB AGUASCALIENTES (MDP)	CONSUMO EE AGUASCALIENTES (GWH)	PIB BAJA CALIFORNIA (MDP)	CONSUMO EE BAJA CALIFORNIA (GWH)	PIB BAJA CALIFORNIA SUR (MDP)	CONSUMO EE BAJA CALIFORNIA SUR (GWH)	PIB CAMPECHE (MDP)	CONSUMO EE CAMPECHE (GWH)	PIB COAHUILA (MDP)	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	PIB COLIMA (MDP)	CONSUMO EE COLIMA (GWH)	PIB CHIAPAS (MDP)	CONSUMO EE CHIAPAS (GWH)	PIB CHIHUAHUA (MDP)	CONSUMO EE CHIHUAHUA (GWH)	PIB COAHUILA (MDP)	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	PIB COAHUILA (MDP)	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	PIB DURANGO (MDP)	CONSUMO EE DURANGO (GWH)	PIB GUANAJAUTICO (MDP)	CONSUMO EE GUANAJAUTICO (GWH)	PIB GUERRERO (MDP)	CONSUMO EE GUERRERO (GWH)	PIB HIDALGO (MDP)	CONSUMO EE HIDALGO (GWH)	PIB JALISCO (MDP)	CONSUMO EE JALISCO (GWH)	PIB MORELOS (MDP)	CONSUMO EE MORELOS (GWH)	PIB MORELOS (MDP)	CONSUMO EE MORELOS (GWH)
0	17899317.92	155348.66	176576.72	1726.92	682996.93	7522.30	102696.43	1073.58	986877.72	627.23	725622.35	8241.23	106240.46	1220.07																						
1	18537507.51	161457.83	182404.56	1887.32	697268.69	7915.23	110723.36	1250.40	998062.32	758.65	738323.01	8306.12	107179.09	1280.51																						
2	18929250.88	169756.89	185650.54	2042.86	716802.17	8496.35	117708.46	1318.42	985831.30	889.30	751258.28	8372.55	107831.26	1339.86																						
3	19838803.94	175370.57	200318.27	2151.79	772686.81	9105.20	126685.37	1448.32	959641.06	918.06	798549.10	8552.31	114843.83	1426.19																						
4	20251027.28	180468.94	219091.90	2210.28	778767.05	9223.13	137545.26	1577.98	897799.86	966.41	819995.32	8690.00	122046.01	1482.18																						
5	20442061.70	183912.60	218472.95	2187.11	756707.32	9408.94	142084.05	1768.96	826777.17	1032.14	806977.05	8928.54	124498.01	1516.42																						
6	19155182.68	178288.43	201960.40	2137.91	658790.71	9090.26	134464.68	1705.01	753908.78	1001.42	647795.11	8906.91	118472.24	1515.82																						
7	20107450.92	186658.87	219912.91	2206.41	686065.87	8948.92	138668.83	1806.44	730232.32	1094.65	775118.74	9244.79	125595.85	1496.62																						
8	20799960.59	200945.89	230510.40	2420.16	698850.51	9316.90	144956.38	1970.34	711663.19	1171.25	824838.47	10242.20	133676.16	1550.20																						
9	21539027.00	206480.28	242758.41	2468.46	726418.11	9681.51	147269.70	2023.94	691262.00	1223.29	870634.53	10190.01	135599.87	1663.03																						
10	21722561.40	206129.99	251657.01	2428.52	733753.71	9426.16	145215.69	2059.26	692549.90	1258.45	864429.38	10455.74	133729.30	1735.55																						
11	22266442.95	208014.90	277675.26	2628.80	760856.97	9815.60	147613.68	2116.50	685992.03	1299.30	902863.24	10551.60	135090.73	1759.80																						
12	22868154.25	212200.82	294497.18	2709.45	795080.75	10011.82	156072.03	2201.65	700310.74	1340.84	897702.10	10462.85	141029.13	1787.27																						
13	23273490.77	218072.29	30795.84	2751.95	828692.25	10457.72	163094.65	2342.48	663239.24	1388.15	901719.48	10211.89	140705.24	1842.08																						

```

# Calculamos los valores medios del dataframe employee_df
#print(datos.mean())
print(datos.select_dtypes(include='number').mean())

```

PIB	CONSUMO EE	PIB	CONSUMO EE	PIB BAJA	CONSUMO EE BAJA	PIB CALIFORNIA	CONSUMO EE CALIFORNIA	PIB CALIFORNIA SUR	CONSUMO EE CALIFORNIA SUR	PIB CAMPECHE	CONSUMO EE CAMPECHE	PIB COAHUILA	CONSUMO EE COAHUILA	PIB COAHUILA SUR	CONSUMO EE COAHUILA SUR	PIB COLIMA	CONSUMO EE COLIMA	PIB CHIAPAS	CONSUMO EE CHIAPAS	PIB CHIHUAHUA	CONSUMO EE CHIHUAHUA	PIB COAHUILA (MDP)	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	PIB COAHUILA (MDP)	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	PIB DURANGO	CONSUMO EE DURANGO	PIB GUANAJAUTICO	CONSUMO EE GUANAJAUTICO	PIB GUERRERO	CONSUMO EE GUERRERO	PIB HIDALGO	CONSUMO EE HIDALGO	PIB JALISCO	CONSUMO EE JALISCO	PIB MORELOS	CONSUMO EE MORELOS	PIB MORELOS	CONSUMO EE MORELOS																																
PIB NACIONAL (MDP)	2.054502e+07	CONSUMO EE NACIONAL (GWH)	1.887919e+05	PIB AGUASCALIENTES (MDP)	2.292859e+05	CONSUMO EE AGUASCALIENTES (GWH)	2.282696e+03	PIB BAJA CALIFORNIA (MDP)	7.352670e+05	CONSUMO EE BAJA CALIFORNIA (GWH)	9.172860e+03	PIB CALIFORNIA SUR (MDP)	1.367713e+05	CONSUMO EE CALIFORNIA SUR (GWH)	1.761653e+03	PIB CAMPECHE (MDP)	8.061463e+05	CONSUMO EE CAMPECHE (GWH)	1.069224e+03	PIB COAHUILA (MDP)	8.089876e+05	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	9.382624e+03	PIB COAHUILA (MDP)	1.247384e+05	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	1.543957e+03	PIB CHIAPAS (MDP)	3.429389e+05	CONSUMO EE CHIAPAS (GWH)	2.465779e+03	PIB CHIHUAHUA (MDP)	6.789072e+05	CONSUMO EE CHIHUAHUA (GWH)	9.867713e+03	PIB COAHUILA (MDP)	3.280359e+06	CONSUMO EE COAHUILA (GWH)	1.382427e+04	PIB DURANGO (MDP)	2.67945e+05	CONSUMO EE DURANGO (GWH)	2.789248e+03	PIB GUANAJAUTICO (MDP)	8.455071e+05	CONSUMO EE GUANAJAUTICO (GWH)	9.274382e+03	PIB GUERRERO (MDP)	2.805956e+05	CONSUMO EE GUERRERO (GWH)	2.678526e+03	PIB HIDALGO (MDP)	3.707745e+05	CONSUMO EE HIDALGO (GWH)	3.358472e+03	PIB JALISCO (MDP)	1.419852e+06	CONSUMO EE JALISCO (GWH)	1.128410e+04	PIB MORELOS (MDP)	1.793016e+06	CONSUMO EE MORELOS (GWH)	1.649307e+04	PIB MICHIGUACAN (MDP)	5.123404e+05	CONSUMO EE MICHIGUACAN (GWH)	7.048743e+03	PIB MORELOS (MDP)	2.414152e+05	CONSUMO EE MORELOS (GWH)	2.3655571e+03

Fig. 3.35



Fig. 3.36



Fig. 3.37

4. Visualización de datos.

Si bien en los análisis estadísticos realizados en Excel y la parte de Python, se obtienen algunas gráficas, la visualización completa la realice en tableau. A continuación, se muestran imágenes de los dashboards elaborados. Cabe mencionar que, para incluir gráficas de los 32 estados y a nivel nacional, los agrupe de cuatro en cada dashboard. Utilice gráficas combinadas, barras para representar el consumo de energía eléctrica y líneas para indicar el PIB.

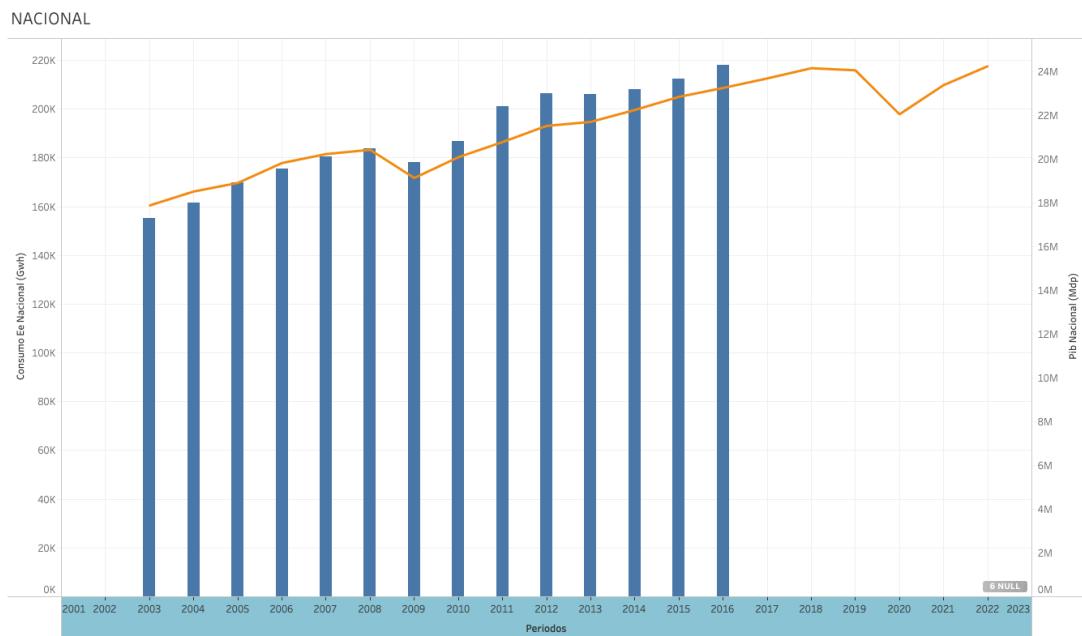


Fig. 4.1

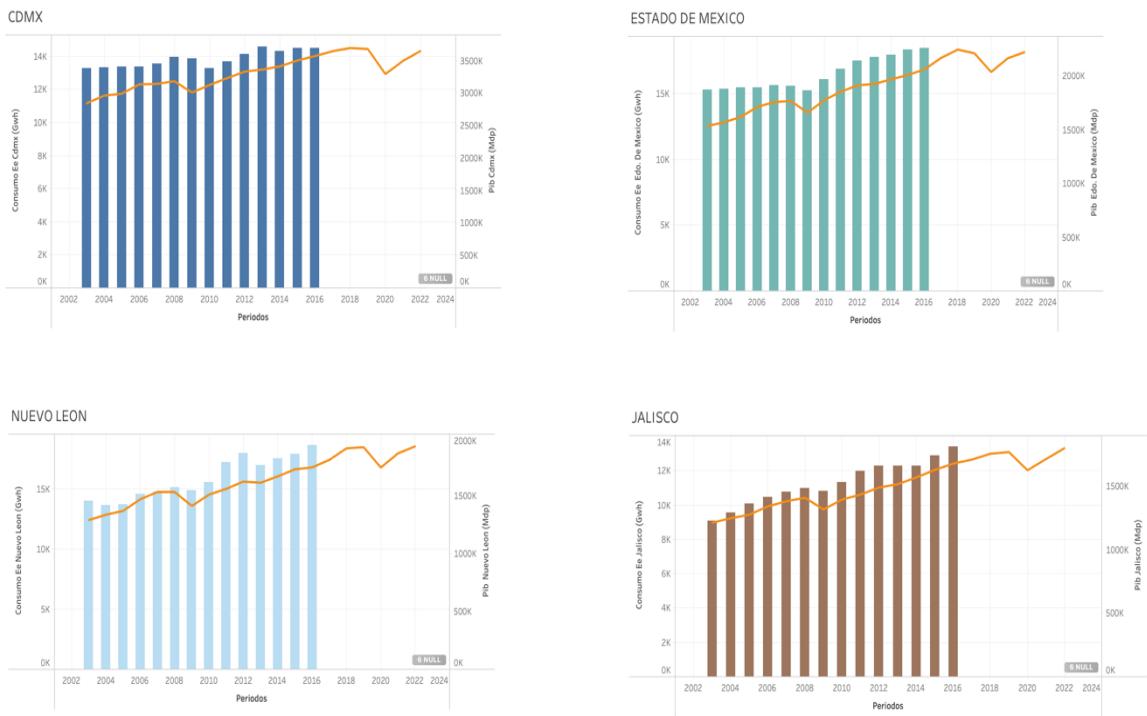


Fig. 4.2

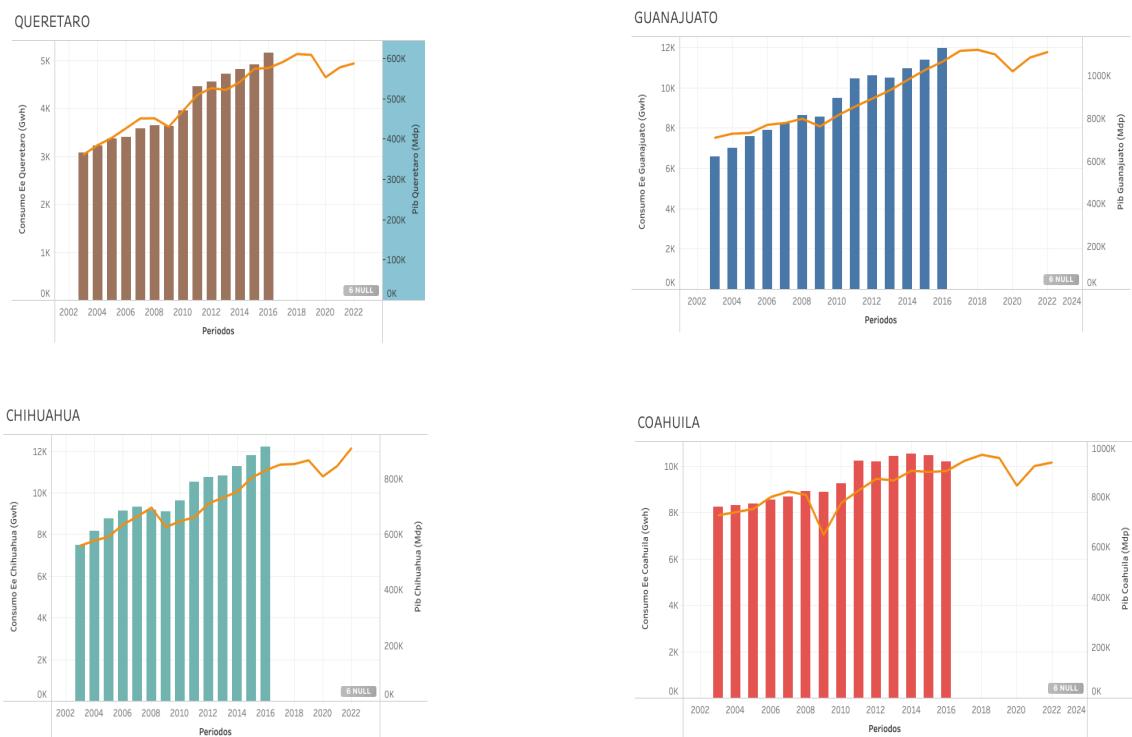


Fig. 4.3

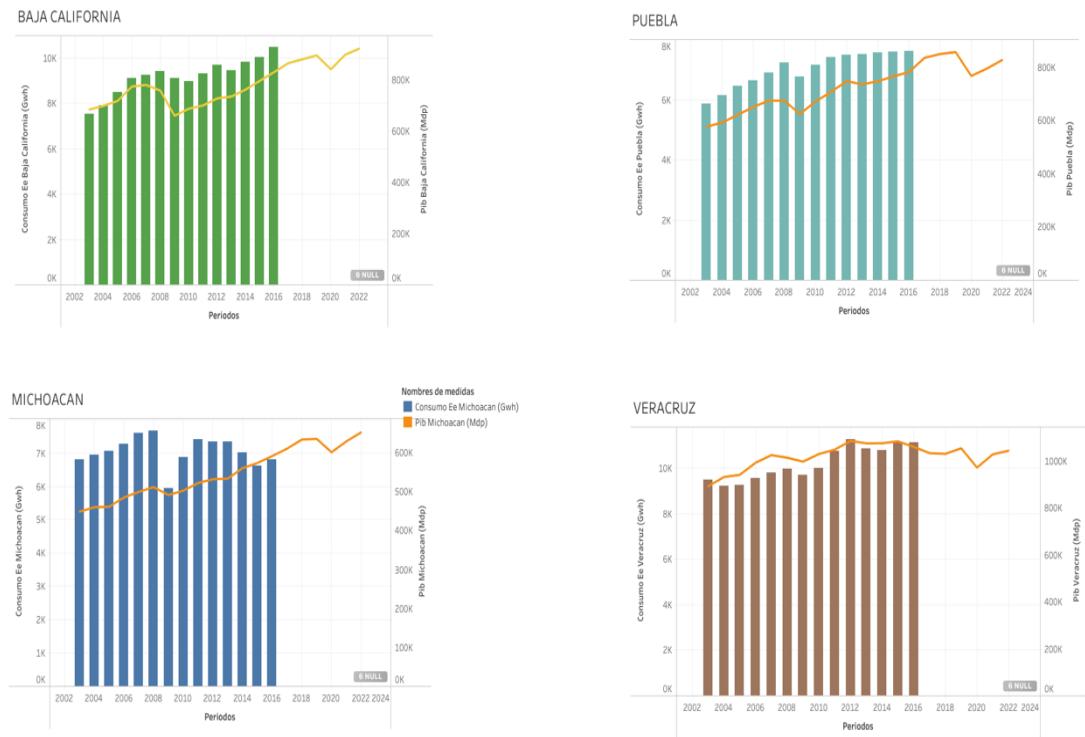


Fig. 4.4

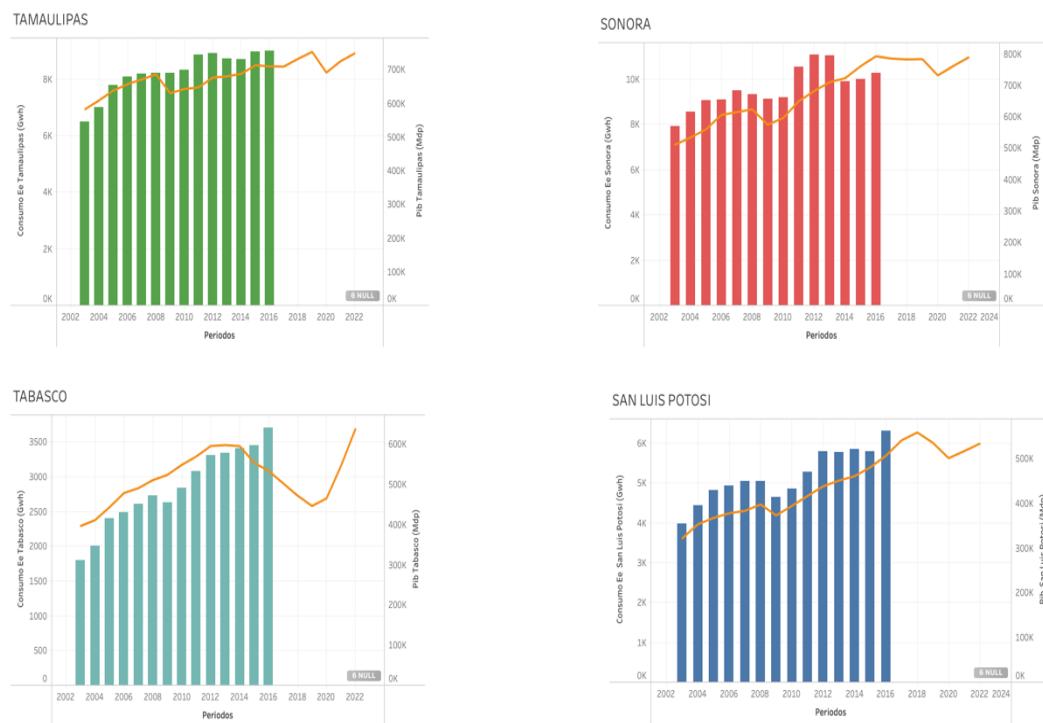


Fig. 4.5

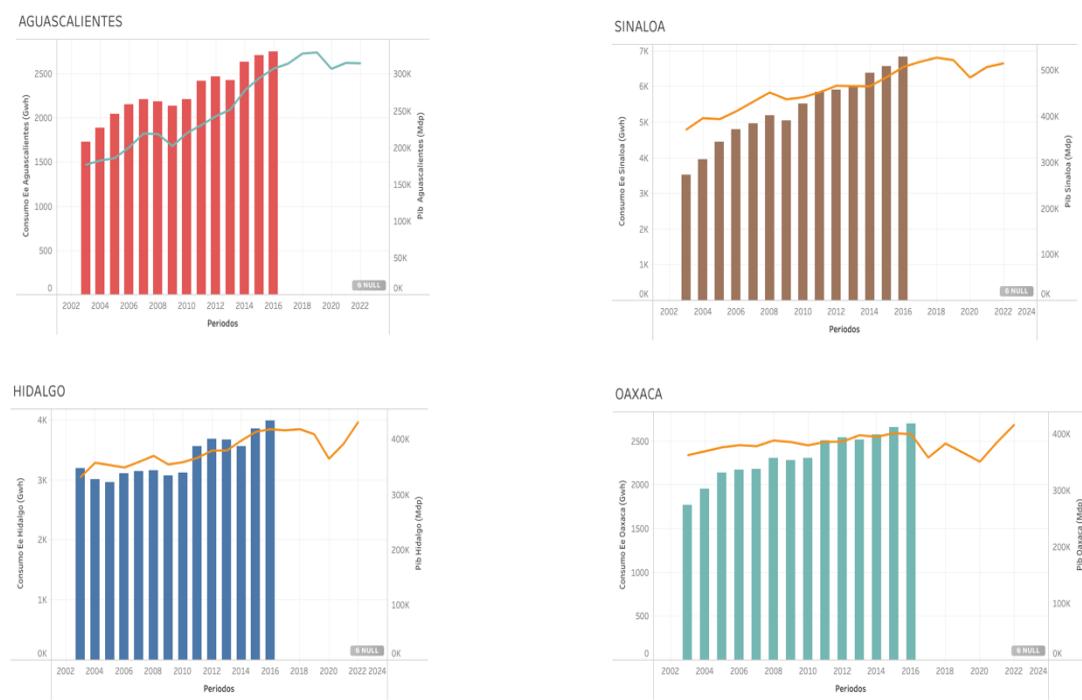


Fig. 4.6

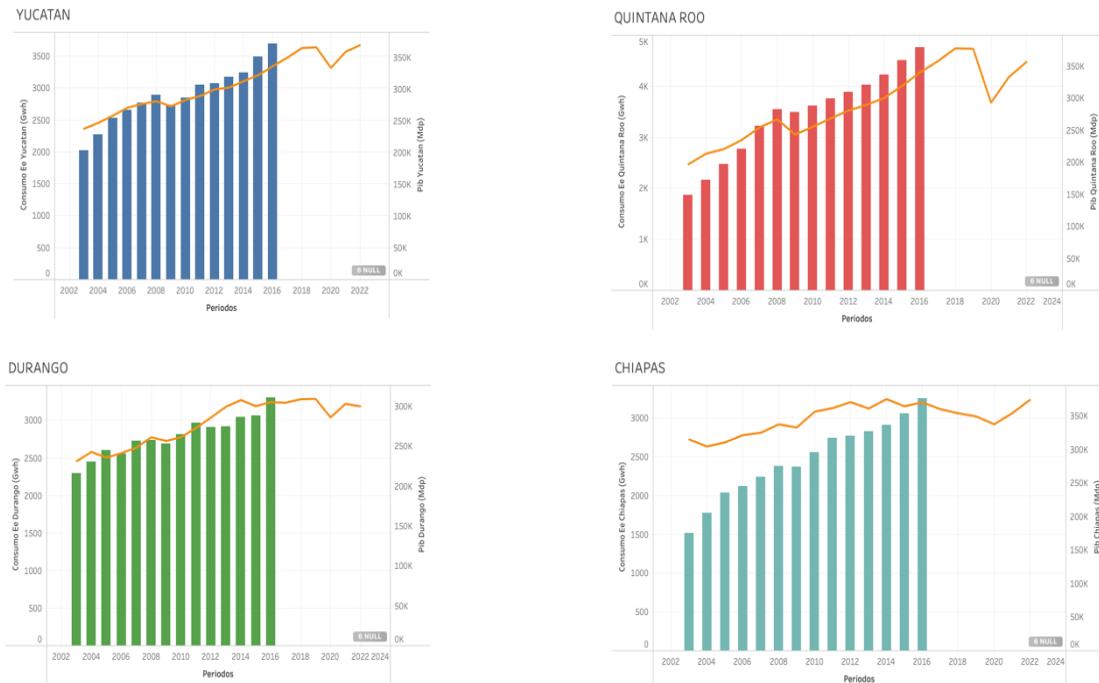


Fig. 4.7

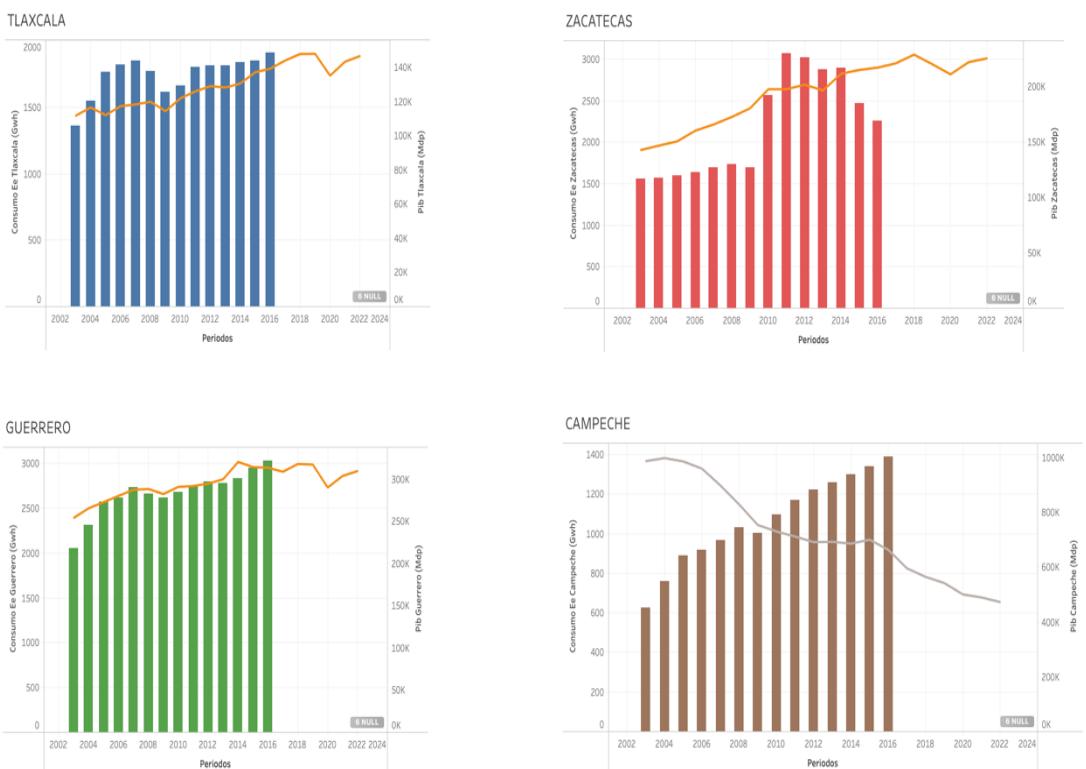


Fig. 4.8

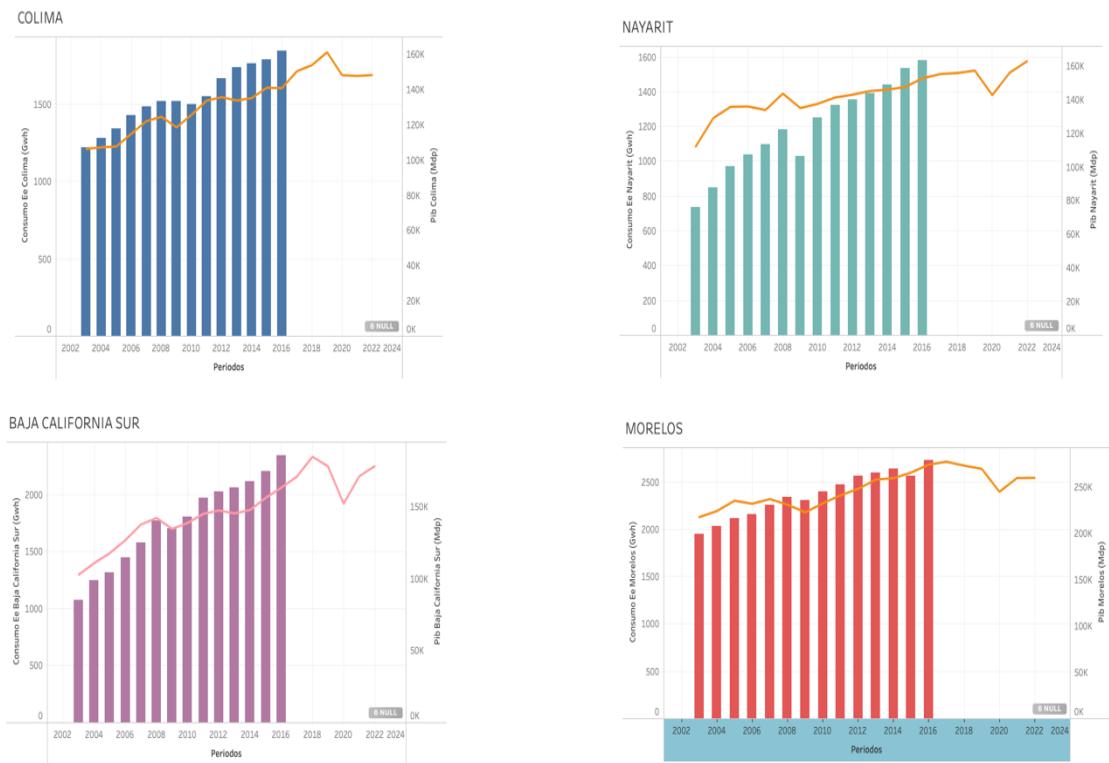


Fig. 4.9

5. Interpretación y conclusiones

En las figuras de la 1.1 a la 1.3 se muestra la definición del PIB, como se obtiene y su segmentación. Asimismo, en las figuras 1.4 y 1.5 se indican las fuentes de la base de datos. Se explica adicionalmente porqué se eligieron estas bases de datos.

La figuras 2.1 y 2.2, son muestra parcial de las fuentes de datos obtenidas. Asimismo, se comenta el tratamiento que se dio a las mismas.

En referencia a las figuras de la 3.1 a la 3.33, se muestran la base de datos parcial a nivel nacional y por cada entidad federativa, en donde se muestran datos estadísticos como son media, mediana, desviación estándar y factor de correlación entre el PIB y consumo de energía.

En particular la fig. 3.1, muestra el consumo de energía y el PIB a nivel nacional utilizando líneas. Cabe reiterar que, se dispone de datos del PIB para el periodo 2003-2022 y de consumo de energía del 2003 al 2016. En la gráfica se observa, una depresión en 2009-2010 a consecuencia de la pandemia de influenza y que provocó una contracción de la economía y en 2020 una mayor contracción a causa de la pandemia del COVID 19. Resalta la correlación positiva entre ambas curvas.

El PIB a nivel nacional al cierre de 2022 fue de \$24,268,261.335 MDP, es decir \$24.26 Billones de pesos, derivado del análisis se observa la mayor aportación al PIB fue de:

ESTADO	CONTRIBUCIÓN AL PIB (MDP)
CDMX	\$3,650,106.891
Estado de México	\$2,220,002.448
Nuevo León	\$1,926,151.315
Jalisco	\$1,798,206.222
Guanajuato	\$1,109,908.061
Veracruz	\$1,043,010.288
Coahuila	\$935,373.432
Baja California	\$920,338.120
Chihuahua	\$910,158.006

La aportación es de \$14,513,254.760 MDP, que representa el 60% del total.

Referente al consumo nacional de energía de 2016 (último dato certero) fue de 218,072.29 GWH, derivado del análisis se observa la mayor aportación al consumo fue de:

ESTADO	CONSUMO DE E.E. (GWH)
Estado de México	18,428.51
Nuevo León	17,864.14
CDMX	14,500.02
Jalisco	13,370.62
Chihuahua	12,197.42
Guanajuato	11,943.12
Veracruz	11,142.22
Baja California	10,457.72
Coahuila	10,211.89

La aportación al consumo es de 120,115.67 GWH, que representa el 55% del total.

Ahora bien, en las gráficas 3.1 a 3.33 y 4.1 a 4.9 se presenta entre otras cosas la correlación entre el PIB y el consumo de energía eléctrica a nivel nacional y los 32 estados (incluyendo la CDMX), merecen atención especial dos casos donde la correlación es negativa y casi cero.

- **Estado de Campeche:** En las figuras 3.5 y 4.8 muestran una correlación negativa y se observa que a partir de 2003 el PIB tiene una tendencia a la baja, caso contrario al consumo de energía que tiende a incrementarse desde 2003. La causa de la caída en el PIB de manera constante durante los últimos años, es por la baja producción petrolera, el PIB dependía en un 80% de la actividad petrolera, por ello la economía del estado ha colapsado y se adapta al nuevo entorno económico.
- **Estado de Michoacán:** Las figuras 3.17 y 4.4 muestran una correlación mínima y un comportamiento del PIB incrementándose de manera natural desde 2003, con las caídas en 2009 y 2020 causadas por las pandemias de influenza y COVID-19 respectivamente. Ahora bien, el consumo de energía presenta una caída muy pronunciada. Al ser un estado poco industrializado, prácticamente solo la industria siderúrgica del puerto Lázaro Cárdenas es el principal impulsor. La caída en el consumo en 2009 interrumpió la tendencia al alza que se venía presentando y la recuperación aún no ha llegado, esto por diversos factores, la inseguridad y las huelgas que aquejan a esa industria.

A continuación, se muestra un mapa que refleja el porcentaje de participación en el PIB nacional de cada entidad federativa al cierre de 2022.

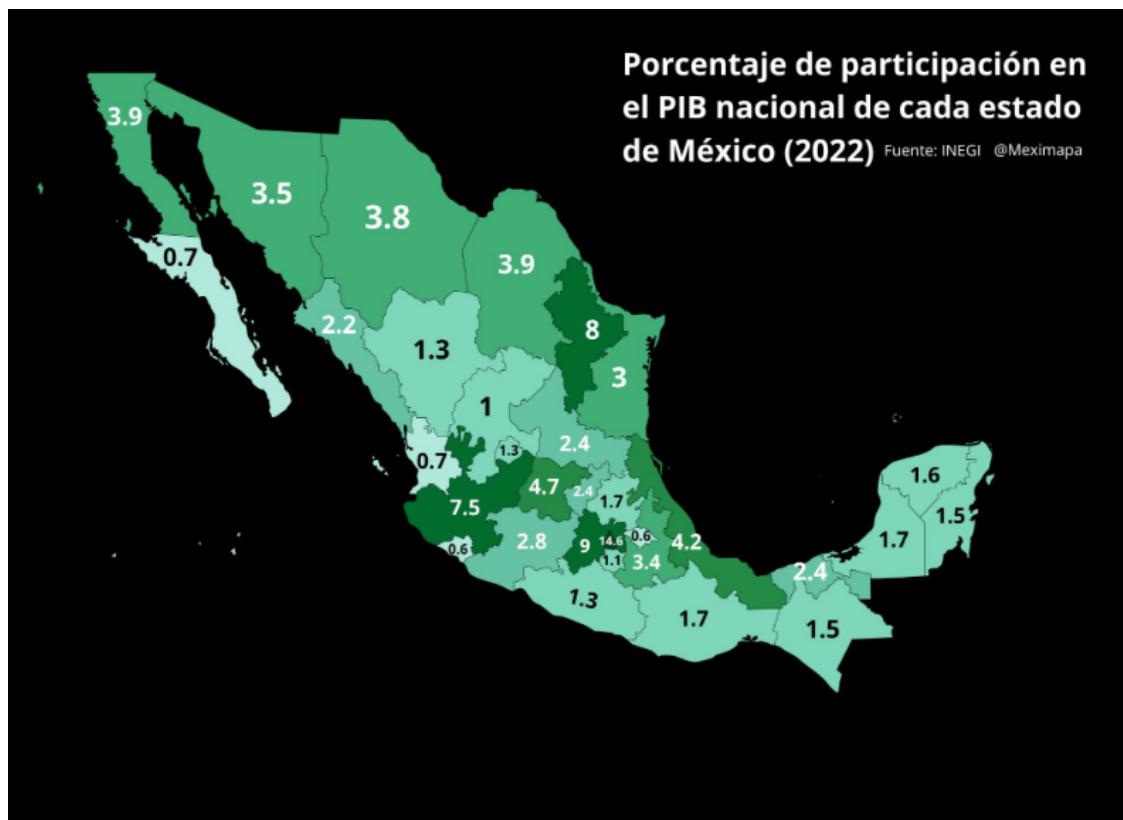


Fig. 5.1

A continuación, se muestra un mapa que refleja el consumo de energía eléctrica en GWH en el ámbito regional al cierre de 2022.



FUENTE: Elaborado por SENER con información de CENACE.

Fig. 5.2

CONCLUSIONES

● LECCIONES APRENDIDAS

1. Como resultado del análisis podemos concluir que el Comportamiento del producto interno bruto (PIB) y el consumo de energía eléctrica en una región y durante un periodo, presentan una correlación positiva, hay contadas excepciones que no se cumple y donde la causa raíz es un evento atípico que influye en el comportamiento de las variables mencionadas. La figura 5.3 muestra un histograma formado con los factores de correlación obtenidos en el análisis estadístico, el 96.96% presenta una correlación positiva.
2. Con base a lo anterior, podemos afirmar que sin energía eléctrica para actividades primarias, secundarias o terciarias no hay crecimiento económico, no hay generación de empleos y en si, generación de riqueza en una región.
3. La relocalización de empresas que actualmente están o estaban en China y han optado por instalarse en nuestro país (NEARSHORING), buscan instalarse en sitios donde se disponga de entre otras cosas, de red eléctrica para formar parques industriales que satisfagan la demanda de energía eléctrica. Asimismo, buscan condiciones de servicios básicos como agua, seguridad, certidumbre jurídica y acceso a medios de transporte con rutas a Estados Unidos de América principalmente.
4. México dispone de un potencial para generar energías limpias (Sol y viento), la figura 5.4 muestra los mapas por separado. Asimismo, el mapa final de la figura 5.4, muestra el pronóstico de crecimiento por región del consumo de energía eléctrica.

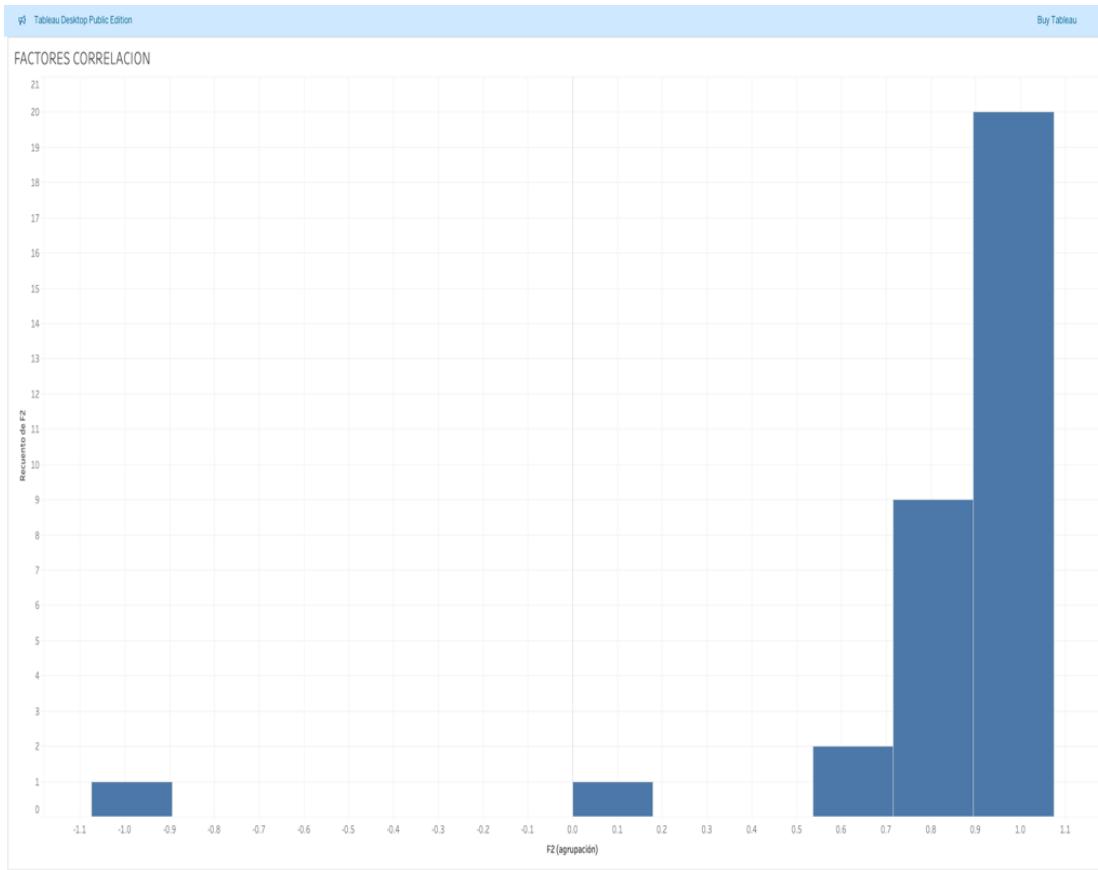


Fig. 5.3

Figura 8.1. Zonas con alto potencial de generación solar

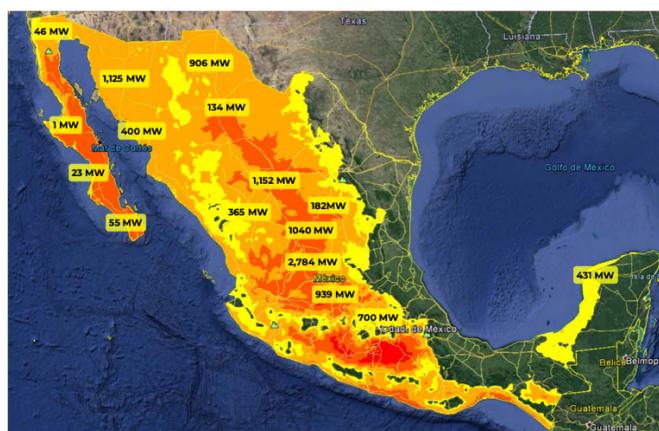


Figura 8.2. Zonas con alto potencial de generación eólica



FIGURA 3.23 PRONÓSTICO REGIONAL DEL CONSUMO NETO 2024-2029 Y 2024-2038, ESCENARIO DE PLANEACIÓN



^Vtmca, año de referencia 2023.

FUENTE: Elaborado por SENER con información de CENACE.

Figuras integradas 5.4



PASOS A SEGUIR

1. Con la entrada de la nueva administración, se espera que estén disponibles nuevamente las bases de datos del consumo de energía eléctrica por estados y municipios.
2. Con base a lo anterior, realizar un nuevo análisis y contrastarlo con los mapas actuales donde se indique el potencial de energías limpias (Solar y eólica).
3. El país requiere de energía para estar en movimiento, con este análisis se tienen identificadas las zonas donde hay bajo crecimiento económico y que se dispone de red y capacidad eléctrica, de igual forma zonas en las que estratégicamente se debe desarrollar infraestructura eléctrica, si el próximo Gobierno decide hacer inversiones públicas, privadas o mixtas, bienvenidas por el bien de México.