

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SERIES DE TIEMPO

PROYECTO FINAL

Análisis y Pronóstico para el Volumen de Ventas de Gasolina en México

Elaborado por:

Alejandro De Anda - 158382

Rodrigo Sastré - 158406

José Miguel Carmona - 157600

Pablo Barranco Soto - 151528

César Hernández Yépez - 158497

Profesor:

Víctor Manuel Guerrero Guzmán

9 de Diciembre del 2019

Índice

1. Introducción	2
2. Construcción del modelo	3
2.1. Identificación	3
2.2. Estimación	4
2.3. Validación	5
3. Pronóstico	7
4. Conclusiones	8
5. Bibliografía y Referencias	11

1. Introducción

Tras los primeros doce meses de gobierno de Andrés Manuel López Obrador, México ha sufrido múltiples cambios como consecuencia de las decisiones del mandatario. Las políticas públicas empleadas por el actual gobierno han creado controversia entre los diferentes sectores de nuestra sociedad. Como bien sabemos, el primer momento crítico durante su gobierno ocurrió el 27 de diciembre del año pasado, cuando el presidente intentó lidiar con una gran problemática nacional: el huachicol. Además, a principios del año en curso, el país experimentó un desabasto total de gasolina, producto de la primera ofensiva de la administración en contra del huachicol.

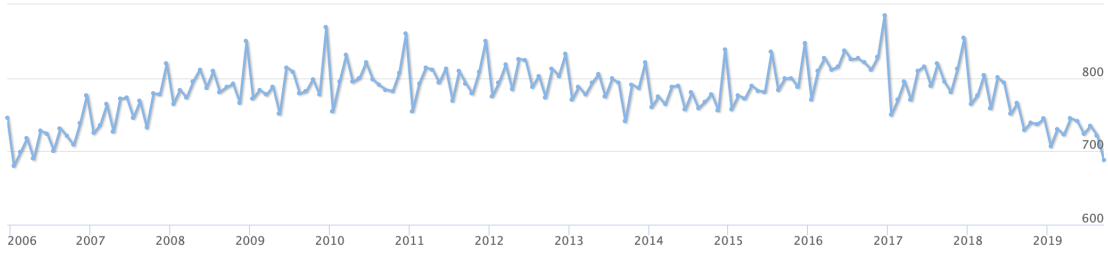
El presente gobierno ha empleado diferentes alternativas conforme a su Plan Nacional de Desarrollo, en particular en materia energética, para lidiar con este gran problema. Una de las maneras de analizar si estas medidas han sido efectivas o no para el país es observando el volumen de ventas de gasolina a nivel nacional.

Este trabajo tiene como objetivo analizar el volumen de ventas de gasolina por parte de Pemex con el propósito de discernir si el plan para el combate del huachicoleo de la actual administración ha sido exitoso. Para ello, utilizaremos los datos de la Secretaría de Energía (SENER) para realizar un pronóstico en espera de que los datos pronosticados reflejen un aumento significativo en las ventas del combustible, lo que implicaría una disminución del huachicol.

2. Construcción del modelo

2.1. Identificación

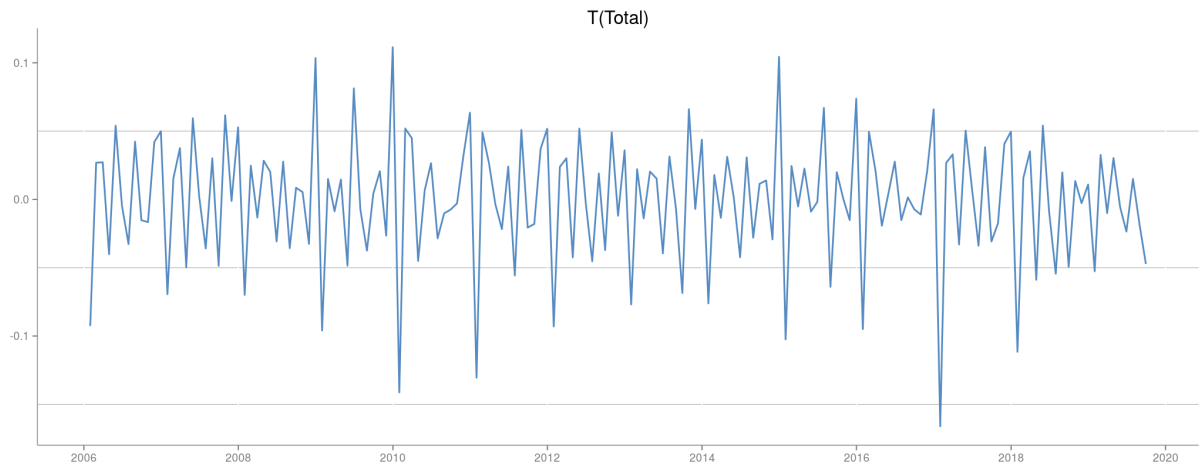
Para construir nuestro modelo tomamos la serie original de valores para el volumen total de ventas nacionales de gasolina por parte de Pemex de diciembre de 2005 a septiembre de 2019, la cual se presenta a continuación.



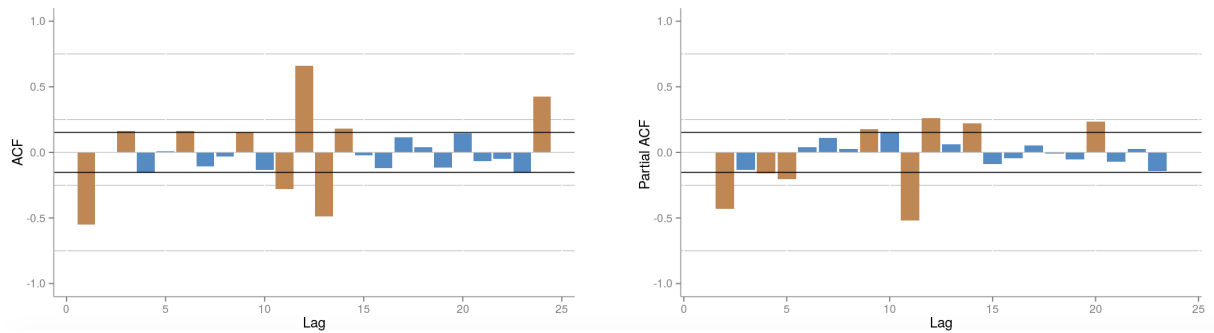
Es claro que tanto la varianza como el nivel no son constantes, entonces buscamos estabilizarlos para poder proceder con el análisis. Para estabilizar la varianza utilizamos el método de la transformación potencia y utilizamos la transformación logaritmo. Para efectos prácticos de nuestro análisis, decidimos utilizar esta transformación para poder darle una interpretación a nuestros datos. En cuanto al nivel, comparamos las siguientes varianzas

$S(0, 0) = 0.047588$
$S(1, 0) = 0.046368$
$S(0, 1) = 0.041538$
$S(1, 1) = 0.037073$
$S(2, 0) = 0.081457$
$S(0, 2) = 0.048325$

de donde concluimos que el valor mínimo es el de $S(1, 1) = 0.037073$. Sin embargo, decidimos utilizar $S(1, 0) = 0.046368$, pues estabiliza también el nivel y permite un mejor análisis de sus funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial. De esta forma obtenemos la siguiente serie de tiempo



donde podemos observar que efectivamente hemos estabilizado tanto el nivel como la varianza de la serie. Al aplicar una diferencia y la transformación logarítmica, la nueva serie puede ser interpretada como la tasa de cambio mensual del volumen de ventas de gasolina. Ahora, procedemos al análisis de las funciones de autocorrelación y autocorreación parcial para proponer un modelo que se ajuste a nuestra serie. De esta forma, obtenemos las siguientes gráficas.



Tras un análisis visual de las gráficas, concluimos que podría tratarse de un modelo $ARIMA(2, 1, 2) \times (0, 0, 2)_{12}$ y para asegurarnos de que nuestro modelo fuera válido procedimos a validar nuestros supuestos.

2.2. Estimación

La estimación de los parámetros del modelo se realizó mediante técnicas no lineales. Obtuvimos así los siguientes parámetros.

Cuadro 1: **Modelo ARIMA(2, 1, 2) × (0, 0, 2)₁₂ , transformación $\lambda = 0$**

Periodo y número de observaciones	Parámetros estimados	Intervalos del 95 % de confianza	Correlación entre parámetros	$m(\hat{a})$ y cociente	$\hat{\sigma}_a$	Q .g.l.	$r_k(\hat{a}) \neq 0$	Residuales grandes
12.2005 – 10.2019 N = 200	$\phi_1 = -0.818$ $\hat{\phi}_2 = -0.331$ $\hat{\theta}_2 = -0.268$ $\hat{\Theta}_1 = -0.582$ $\hat{\Theta}_2 = -0.316$	$(-0.945, -0.691)$ $(-0.486, -0.176)$ $(-0.453, -0.082)$ $(-0.45, -0.7142)$ $(0.192, 0.441)$	$r(\hat{\theta}_2, \hat{\phi}_2) = 0.623$	-0.000066 (-0.032)	0.026	30.442 (0.046)	-	$\hat{a}_{134} = -3.130$

2.3. Validación

1. Supuesto 1: $\{a_t\}$ tiene media cero.

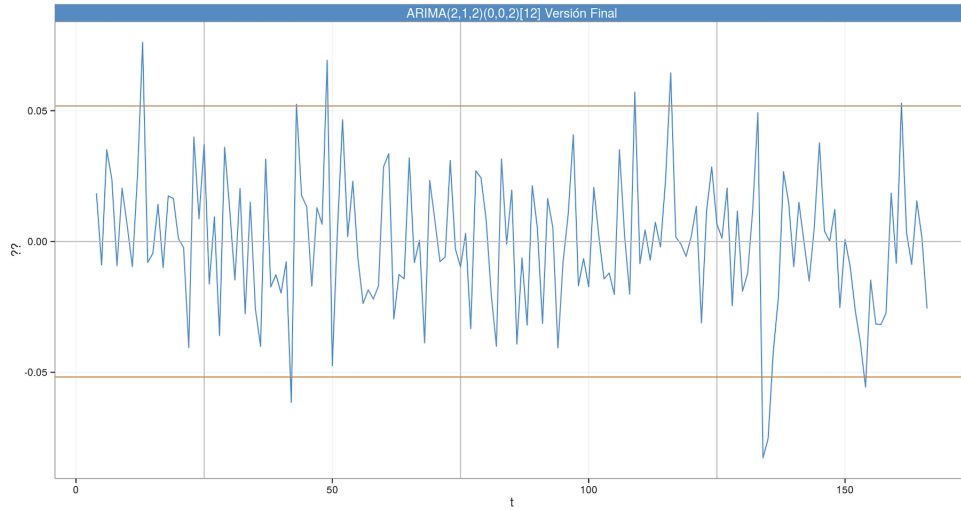
Calculamos la media aritmética y la desviación estándar muestral de los residuos y obtenemos los valores $m(\hat{a}) = -0.000066$ y $\hat{\sigma}_a = 0.026441$ respectivamente. A continuación, calculamos el cociente

$$\sqrt{N - d - p} \frac{m(\hat{a})}{\hat{\sigma}_a} = -0.032 < 2$$

Por lo tanto no hay evidencia de que la media del ruido blanco sea distinta de cero.

2. Supuesto 2: $\{a_t\}$ tiene varianza constante.

Para validar este supuesto graficamos nuestros residuos contra el tiempo y obtenemos la siguiente gráfica donde observamos que la varianza parece ser constante.



3. Supuesto 3: Las variables aleatorias $\{a_t\}$ son mutuamente independientes.

Para este supuesto, calculamos el estadístico Q' de Ljung y Box y obtenemos el valor $Q' = 30.440$

y lo comparamos con los valores en tablas de una $\chi^2_{(19)}$ para realizar las pruebas de significancia. Así, tenemos

$$\chi^2_{0.1}(19) = 27.204 < Q'$$

Por lo que el supuesto se valida.

4. Supuesto 4: a_t tiene distribución normal, para toda t .

Sabemos que para una distribución normal, aproximadamente el 95 % de las observaciones deben estar dentro de un intervalo de más-menos dos desviaciones estándar. Observamos de nuevo la gráfica anterior de residuos contra el tiempo y notamos que únicamente 8 observaciones de un total de 166 están fuera de las bandas. Esto representa un 4.8 % por lo que se verifica el supuesto.

5. Supuesto 5: No existen datos aberrantes.

Existe un dato aberrante en nuestra serie en la observación 134. Sin embargo, esta observación corresponde a la fecha de enero del 2017, cuando tuvo lugar un gasolinazo en el país. Los precios de la gasolina aumentaron en un 20 % y, de hecho, fue el incremento de precios más grande de los últimos 20 años. Como consecuencia, las ventas de gasolinas disminuyeron. De esta forma, el dato es explicable y por lo tanto no viola nuestro supuesto.

6. Supuesto 6: El modelo es considerado parsimonioso.

Después de varios intentos para modelar la serie, utilizamos el menor número posible de coeficientes y ninguno de ellos atraviesa el cero en su respectivo intervalo de confianza.

7. Supuesto 7: El modelo es admisible.

A continuación presentamos en una tabla los valores estimados obtenidos.

$\hat{\phi}_1 = -0.818$
$\hat{\phi}_2 = -0.331$
$\hat{\theta}_2 = -0.268$
$\hat{\Theta}_1 = 0.528$
$\hat{\Theta}_2 = 0.316$

Podemos observar que todos los parámetros son menores a uno. Además, se satisface que $\hat{\phi}_2 + \hat{\phi}_1 < 1$ y que $\hat{\Theta}_2 + \hat{\Theta}_1 < 1$. De esta forma podemos concluir que el modelo es admisible.

8. Supuesto 8: El modelo es estable en los parámetros.

Notamos que la correlación entre $\hat{\theta}_2$ y $\hat{\phi}_2$ es alta. De hecho, tenemos

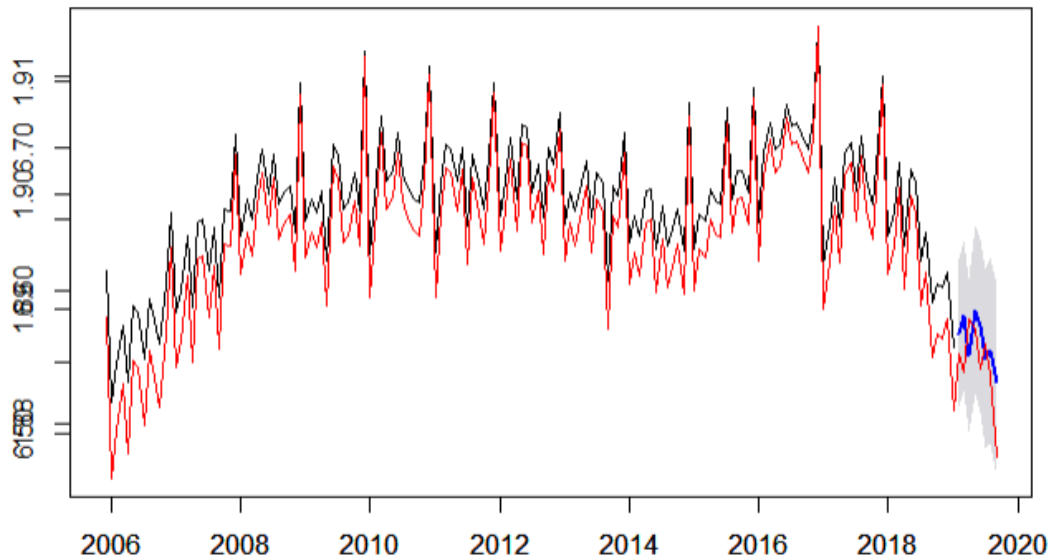
$$r(\hat{\theta}_2, \hat{\phi}_2) = -0.623$$

Se intentó corregir esta violación mediante la cancelación de alguno de los parámetros correlacionados. Sin embargo, estas modificaciones invalidaban otros supuestos ya validados. De esta forma concluimos que la inclusión de dichos parámetros era necesaria para la representación adecuada de nuestra serie.

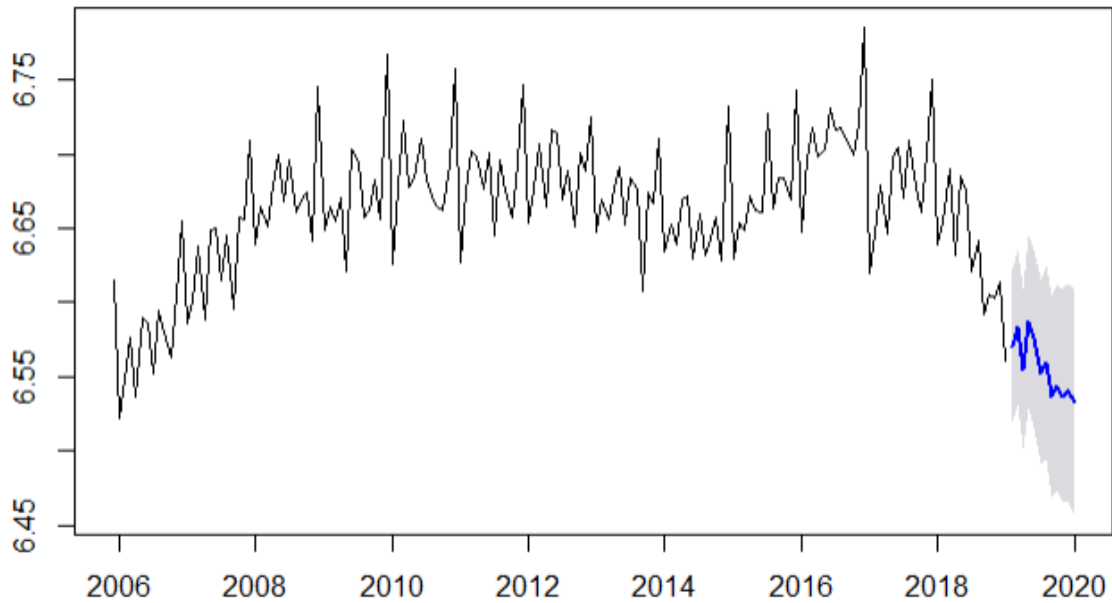
3. Pronóstico

Una vez validado el modelo $ARIMA(2,1,2) \times (0,0,2)_{12}$, procedemos a pronosticar el periodo comprendido entre enero de 2019 y septiembre del 2019.

En la siguiente gráfica podemos observar de color negro el modelo ajustado y de color rojo la serie con los datos observados, junto con el pronóstico enero-septiembre 2019.



Podemos observar en esta gráfica que el pronóstico ajusta bien la tendencia de los datos observados. Calculando los intervalos con 95% de probabilidad, notamos que la mayoría de los datos observados están por debajo de nuestro pronóstico. En particular, los últimos datos parecen mostrar un decaimiento más rápido que nuestro pronóstico. Esto significa que la tasa de crecimiento del volumen de las ventas de gasolina está decayendo más rápido de lo previsto.



Si extendemos nuestro pronóstico hasta diciembre del 2019, notaremos que la tendencia sigue siendo decreciente. Y, si se sigue asumiendo que nuestro pronóstico está sobreestimando los datos observados, entonces es de esperar que las ventas caigan todavía más.

4. Conclusiones

Posterior al análisis de nuestro pronóstico, notamos que el volumen de ventas tiende a la baja, incluso hasta diciembre del 2019. El presidente Andrés Manuel ha mencionado en múltiples ocasiones, durante sus conferencias mañaneras, que la estrategia empleada para combatir el huachicoleo está dando resultados. De ser cierta dicha afirmación, nuestros pronósticos deberían subestimar los datos observados y se debería mostrar un cambio en la tendencia. Todo lo anterior nos lleva a pensar que en realidad su estrategia no está funcionando. Por el contrario, la problemática sigue agravándose.

Supongamos entonces que las afirmaciones del presidente son parcialmente ciertas. ¿Qué otros factores pueden estar contribuyendo a la disminución del volumen de ventas de gasolina?[6]

1. Un posible incremento en el precio de la gasolina que haya disminuido el volumen de ventas.

No ha ocurrido. El precio se ha mantenido parcialmente constante, entre los \$19.45 y \$20.85 para la gasolina tipo magna. Y el comportamiento de los otros refinados es similar según los datos de

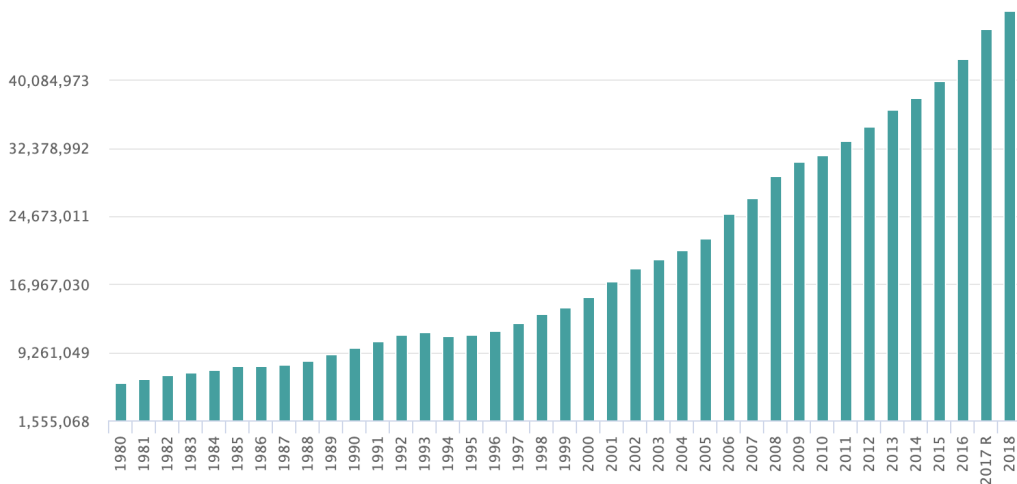
PetroIntelligence[7].

2. Un posible estancamiento de la economía que frene el consumo de gasolina.

Tampoco ha ocurrido. El producto interno bruto de México en el tercer trimestre se ha mantenido constante respecto al trimestre anterior. Lo cual indica un crecimiento nulo, por lo que el consumo de gasolina debería permanecer constante.[5]

3. La cantidad de autos posiblemente habrá ido a la baja.

Tampoco es el caso. Según los datos del INEGI hay 560,000 vehículos más desde diciembre del 2018[4]. Los vehículos de motor registrados en circulación han aumentado de manera exponencial a lo largo de las últimas dos décadas como se muestra en la siguiente gráfica.



Lo que nos llevaría a pensar que el consumo de gasolina debería ir a la alza o al menos mantenerse constante.

4. Un menor uso del vehículo como respuesta a la crisis ambiental.

Tampoco es así. En lo que va del año del mandatario, se llegó a una cifra histórica de partículas suspendidas PM2.5 en la Ciudad de México, alcanzando los 155 puntos. Dato que proporciona la *Comisión Ambiental de la Megalópolis*. [8]

5. Otro factor a considerar sería la

6. La última posible explicación sería la gasolina que no vende Pemex.

La reforma energética implementada el sexenio pasado por Enrique Peña Nieto liberó del monopolio al mercado de gasolina en diciembre de 2013. Pero según la *Comisión Federal de Competencia*

Económica[9], Pemex abastece el 94 % del combustible vendido por el sector extranjero. Por lo que ese pequeño 6 % podría ser el factor de decaimiento de la serie.

La serie muestra un cambio de tendencia en junio de 2018 que podría interpretarse como consecuencia al mediano plazo de la reforma energética. Cabe destacar que tambien fue en 2018 el año en que se elevaron al máximo las cifras del robo de combustible. Por lo que podemos atribuir que el fenómeno analizado pueda deberse o a ese 6 % de venta del sector extranjero o a una fallida estrategia ante el huachicoleo.

5. Bibliografía y Referencias

Referencias

- [1] Victor Guerrero Guzmán *Análisis estadístico y pronóstico de series de tiempo económicas* V. M. (2009), 3ª edición. México: Just in Time Press.
- [2] Box, G. E. P., Jenkins, G. M. y Reinsel *Time series analysis: forecasting and control*. G. C. (2008), 4a edición. Hoboken, N. J.: John Wiley and Sons.
- [3] Sistema de Información Energética *Petroleos mexicanos*
<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadrovecua=PMXE2C01>
- [4] INEGI *Vehiculos*
<https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos>
- [5] Datos Macro *La economía en México permanece sin cambios*
<https://datosmacro.expansion.com/pib/mexico>
- [6] Carlos Loret de Mola *Eso de que el Huachicoleo bajo es un cuento...*
<https://www.eluniversal.com.mx/opinion/carlos-loret-de-mola/eso-de-que-bajo-el-huachicol-es-un-cuento-aqui-estan-los-datos-reales>
- [7] MRA *Precio de la Gasolina*
<https://www.milenio.com/negocios/precio-gasolina-viernes-6-diciembre-2019-mexico>
- [8] Comision Ambiental de la Megalópolis *Calidad del Aire*
<https://www.gob.mx/comisionambiental>
- [9] Animal Político *AMLO dice que la Reforma Energética es un fracaso*
<https://www.animalpolitico.com/elsabueso/reforma-energetica-amlo-fracaso-resultados/>
- [10] PEMEX *Volumen de Ventas Extranjeras*
<https://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Indicadores20Petroleros/eexpogas_esp.pdf/>