

Regresión Avanzada Proyecto Final: Análisis de la Crisis del Petróleo 2014-2016

Alejandra Lelo de Larrea Ibarra 00012433 Laura López Santibañez
Jácome 000144088 Dante Ruiz Martínez 000183340

10 de diciembre del 2018

- 1 Introducción
- 2 Datos
- 3 Estimación y Comparación de Modelos
- 4 El Mejor Modelo
- 5 Consideraciones Finales

Introducción

- En la actualidad, el crudo es una de las principales materias primas y la principal fuente de energía para la transportación, la generación de electricidad y calefacción.
- El precio del petróleo se determina en el mercado a través de la interacción de la oferta y la demanda. Si el precio del petróleo sube:
 - Consumidor: el precio de los bienes y servicios se incrementa por el aumento en los costos de producción y transporte.
 - Productores de petróleo: pueden rebalancear sus déficits presupuestales, incrementar el gasto público y/o la inversión en capital.
- El West Texas Intermediate (WTI) es una mezcla de crudo producida en Texas y Oklahoma que sirve como **precio de referencia** para otras mezclas

Problema

- Antes de la crisis financiera del 2008, la economía había experimentado un **aumento sostenido** en el precio internacional del petróleo.
 - El WTI llegó a un **máximo de 140 dls/barril** en junio de 2008.
- Como consecuencia, el precio internacional del petróleo se desplomó.
 - El precio del WTI se **depreció 70 %** llegando a su mínimo de cotización de 41.68 dls/barril en enero de 2009.
 - Esta caída en los precios del petróleo afectó a las principales economías productoras del crudo, entre ellos a México.
- Después de alcanzar este mínimo, el **precio del petróleo se recuperó**.
 - El WTI alcanzó un precio 105 dls/barril en junio de 2014, un nivel aún **muy por debajo de los 140 dls/barril** antes de la crisis del 2008.
- En el periodo de jun-14 a ene-16, en plena recuperación de la crisis del 2008, el **precio del petróleo volvió a caer**.
 - El precio del WTI pasó de 105 dls/barril a 33.62 dls/barril (**depreciación de 67 %**).
 - De hecho, los **precios internacionales del petróleo bajaron aún más que durante la crisis financiera**.



Causas de la caída del precio del petróleo 2014-2016

- Dentro de las principales causas en la caída de los precios del petróleo en el 2014-2016 se encuentran:
 - **Independencia energética de Estados Unidos**
 - Paso de ser el principal importador de energía al productor más grande de petróleo y gas gracias a la técnica del “fracking”.
 - **Cambio de objetivos de la OPEP**
 - Aumentaron su producción para mantener precios bajos y competir con los precios de empresas americanas.
 - **Desaceleración de la economía China**
 - China es la segunda economía más grande y el principal consumidor de energía. Está migrando a una economía con un mix energético más limpio.
 - **Levantamiento de sanciones comerciales a Irán**
 - Irán tuvo la capacidad de exportar petróleo nuevamente incrementando la oferta mundial.
 - **Apreciación del dólar estadounidense**
 - Un dólar más fuerte disminuye la demanda en países importadores.

- El principal objetivo de este trabajo es proporcionar una **explicación empírica al comportamiento de los precios internacionales del petróleo durante la crisis petrolera de 2014-2016**, a partir de variables macroeconómicas.
- Para ello, se utiliza como herramienta de análisis distintos modelos de regresión en el contexto de los modelos lineales generalizados (GLM) que expliquen el precio del WTI en función de algunas variables macroeconómicas.
- Como segundo objetivo, se busca **seleccionar un modelo que sirva para ajustar y pronosticar** el precio del WTI.

- **Variable de respuesta:**

- West Texas Intermediate (WTI): precio de los contratos de futuros de la mezcla de petróleo.

- **Variables explicativas:**

- JPM Dollar Index (JPM Dollar Index)
 - Un dólar más fuerte tiene una **relación negativa** con el precio internacional del petróleo porque al reducirse el poder adquisitivo de los países importadores de petróleo la demanda disminuye.
- Chicago Board Options Exchange SPX Volatility Index (VIX)
 - Mayor incertidumbre en los mercados tiene un impacto negativo en precio de los commodities. Esperamos una **relación negativa**.
- Producción Total de Petróleo de la OPEP (Prod. OPEP)
 - Si la OPEP incrementa su producción, el precio internacional del petróleo . En ese sentido esperamos una **relación negativa**.

- Demanda mundial del petróleo (Dem. Petróleo).
 - Si la economía mundial o de las economías más grandes se desacelera el precio internacional del crudo disminuye. Esperamos una **relación negativa**.
- Tasa de Largo Plazo de Estados Unidos (TBILL-10YR).
 - Esta tasa es un proxy del comportamiento de la inversión a largo plazo. Se espera que ante una caída en los precios del petróleo, se desincentive la inversión física y de proyectos en el sector petrolero; es decir, una **relación positiva**.¹
- Tasa de Corto Plazo de Estados Unidos (TBILL-1YR).
 - Es un indicador del rendimiento de las inversiones a corto plazo. Se espera que haya una **relación negativa** con esta variable.

¹The Economist. (2016)

Datos

Tabla 1: Resumen de los Datos

Código	Variable	Unidades	Fuente	Ticker
WTI	West Texas Intermediate	Dólares por barril	Bloomberg	CL1 Comdty
JPM Dollar Index	JPM Dollar Index	Unidades	Bloomberg	FXJPMECI Index
VIX	Chicago Board Options Exchange SPX Volatility Index	Unidades	Bloomberg	VIX Index
Prod. OPEP	Producción Total de Petróleo de la OPEP	Millones de barriles por día	Bloomberg	OPCRTOTL Index
Dem. Petróleo	Demanda Total de Petróleo de la OPEP	Millones de barriles por día	Bloomberg	OPCBRTOT Index
TBILL-10YR	Tasa de Largo Plazo de Estados Unidos	Por ciento	FRED	DGS10
TBILL-1YR	Tasa de Corto Plazo de Estados Unidos	Por ciento	FRED	DGS1

Análisis Exploratorio de los Datos: Variable Respuesta

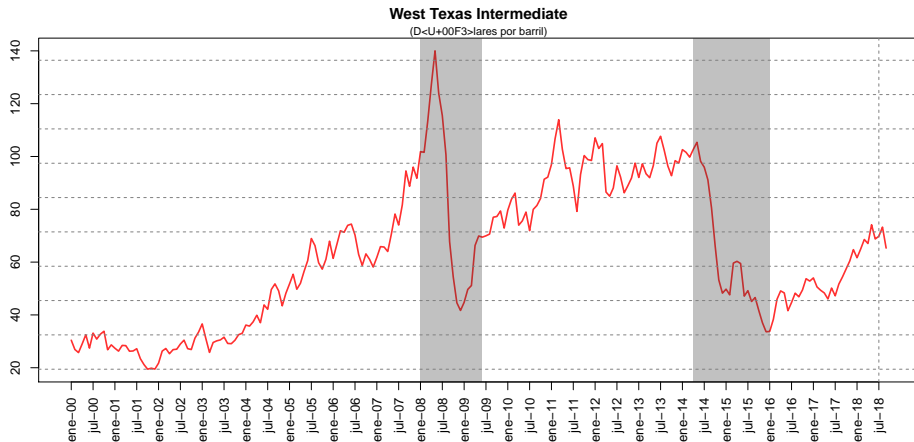


Figura 1: Serie de Tiempo del Precio del West Texas Intermediate

Análisis Exploratorio de los Datos: Variables Explicativas

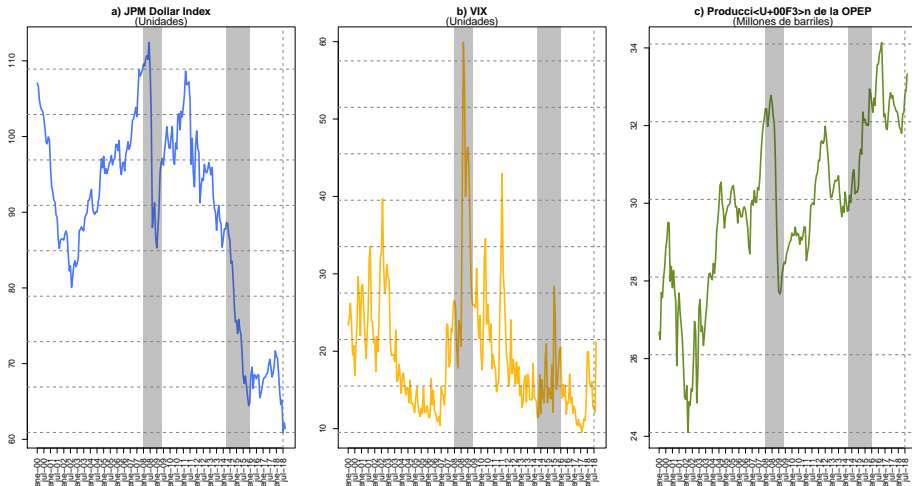


Figura 2: Serie de Tiempo de los Regresores

Análisis Exploratorio de los Datos: Variables Explicativas

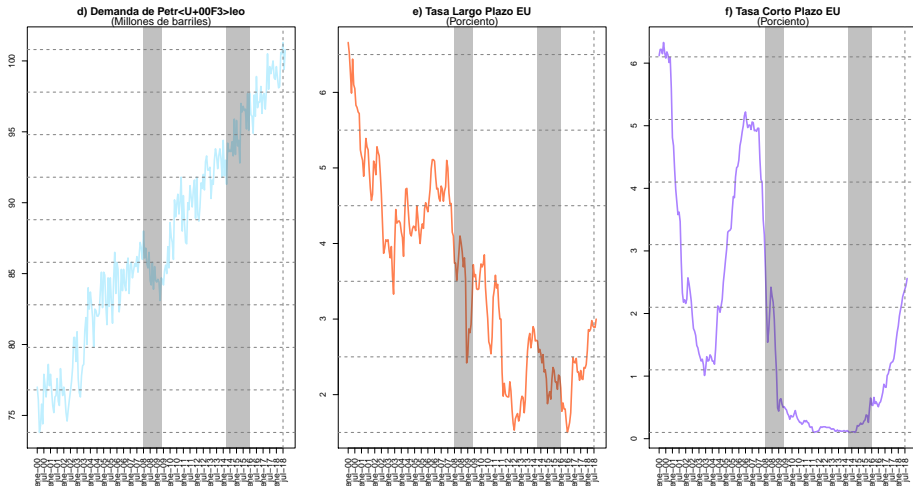


Figura 3: Serie de Tiempo de los Regresores

Matriz de Correlaciones

Tabla 2: Matriz de correlaciones de las variables de estudio

	WTI	JPM Dollar Ind.	VIX	Prod. OPEP	Dem. OPEP	TBILL-10YR	TBILL-1YR
WTI	1.00	0.38	-0.14	0.46	0.44	-0.42	-0.35
JPM Dollar Ind.	0.38	1.00	0.19	-0.34	-0.56	0.50	0.34
VIX	-0.14	0.19	1.00	-0.34	-0.37	0.16	-0.04
Prod. OPEP	0.46	-0.34	-0.34	1.00	0.82	-0.62	-0.23
Dem. OPEP	0.44	-0.56	-0.37	0.82	1.00	-0.84	-0.56
TBILL-10YR	-0.42	0.50	0.16	-0.62	-0.84	1.00	0.84
TBILL-1YR	-0.35	0.34	-0.04	-0.23	-0.56	0.84	1.00

Estimación y Comparación de Modelos

Procedimiento para atacar el problema



Figura 4:

Tabla 3: Pros y Contras

Set de Datos	Pros	Contras
Originales	<ul style="list-style-type: none">- Son interpretables de forma directa	<ul style="list-style-type: none">- Modelo Dinámico Requiere suavizamiento muy grande
Estandarizados	<ul style="list-style-type: none">- Minimiza la posibilidad de errores numéricos- Coeficientes comparables en magnitud	<ul style="list-style-type: none">- Disminuyó el número de modelos con coeficientes significativos- Explica menor variabilidad.
Transformados	<ul style="list-style-type: none">- Menos parámetros porque se elimina el intercepto- Disminuyen los modelos con sobreajuste- Mayor número de coeficientes significativos	<ul style="list-style-type: none">- No son interpretables de forma directa.- Hay que aplicar la transformación inversa

Comparación de Modelos

Tabla 4: Comparacion de Modelos

Datos	Modelo	DIC	pseudoR2	Sobreaaj.	No.Coef.Sig.	JPM.Dollar	VIX	Prod.OPEP	Dem.Petroleo	TasaLP	TasaCP
Originales	Reg. Lineal Multiple Frec.		0.81	No	4	Si	No	Si	Si	No	Si
Originales	GLM Estatico	1807.70	0.79	No	4	Si	Si	No	Si	Si	No
Originales	GLM Dinamico	22587.06	1.00	Si	0	No	No	No	No	No	No
Originales	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=10	384.29	1.00	Si	2*	Si*	Si*	No	No	No	No
Originales	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=100\$	654.60	1.00	Si	0	No	No	No	No	No	No
Originales	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=100,000\$	1774.19	0.98	No	2	Si	Si	No	No	No	No
Estandarizados	Reg. Lineal Multiple Frec.		0.81	No	4	Si	No	Si	Si	No	Si
Estandarizados	GLM Estatico	262.19	0.82	No	4	Si	No	Si	Si	No	Si
Estandarizados	GLM Dinamico	1018.18	1.00	Si	0	No	No	No	No	No	No
Estandarizados	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=10\$	144.02	0.99	Si	0	No	No	No	No	No	No
Estandarizados	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=100\$	406.55	0.96	Si	0	No	No	No	No	No	No
Estandarizados	GLM Dinam. Inter. Estat. & lambda=1,000\$	1720.88	0.90	No	0	No	No	No	No	No	No
Transformados	Reg. Lineal Multiple Frec Sin Inter.		0.99	No	5	Si	Si	Si	Si	No	Si
Transformados	GLM Estatico Sin Inter.	107.98	0.59	No	6	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Transformados	GLM Dinamico Sin Inter.	1772.71	1.00	Si	2*	No	No	Si*	No	Si*	No
Transformados	GLM Dinam. Sin Inter & lambda=10\$	747.90	1.00	Si	2*	Si	No	No	No	Si	No
Transformados	GLM Dinam. Sin Inter. & lambda=100\$	675.22	0.99	No	6	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Transformados	GLM Dinam. Sin Inter. & lambda=1,000\$	2044.59	0.93	No	2	No	No	Si	No	Si	No

Nota: El asterisco que acompaña a algunos valores indica que los regresores sólo fueron significativos en algunos periodos de tiempo.

El Mejor Modelo

Selección del Mejor Modelo

- Tomando en cuenta tanto el DIC, la pseudo R^2 , el número de regresores significativos, el número de parámetros del modelo, el ajuste y la predicción; los candidatos a mejor modelo serían:
 - El modelo estático sin intercepto con datos transformados
 - El modelo dinámico sin intercepto con factor de suavizamiento $\lambda = 100$ y datos transformados
- Aunque el DIC para el primero es mucho menor **se elige como mejor modelo el modelo dinámico sin intercepto y factor de suavizamiento $\lambda = 100$** pues con el estático no se puede analizar como ha ido evolucionando la relación entre las variables explicativas y el precio del WTI a lo largo de la muestra que es el objetivo principal de este análisis.

Modelo Dinámico sin Intercepto, factor de suavizamiento $\lambda = 100$ y Datos Transformados

$$\begin{aligned}\log(WTI)_t &= \beta_{1,t}\log(JPM)_t + \beta_{2,t}\log(VIX)_t + \beta_{3,t}\log(ProdOPEP)_t \\ &\quad + \beta_{4,t}\log(DemPet)_t + \beta_{5,t}\log(TBILL10)_t + \beta_{6,t}\log(TBILL1) \\ \beta_{j,t} &= \beta_{j,t-1} + \omega_t \\ \omega_t &= \lambda \epsilon_t\end{aligned}$$

donde $\epsilon_t \sim N(0, V^{-1})$, $\omega_t \sim N(0, W^{-1})$ y $\lambda = 100$.

- Distribución inicial de coeficientes: $\beta_{j,0} \sim N(0, 0.001)$.
- Distribución inicial ϵ_0 : $\epsilon_0 \sim \text{gamma}(0.1, 0.1)$.
- La estimación del modelo se realizó utilizando JAGS en R.
 - 2 cadenas, 20,000 iteraciones, periodo de calentamiento de 2,000 iteraciones, sin adelgazamiento de la cadena.
- $DIC = 675.22$
- $\text{Pseudo-}R^2 = 0.99$

Ajuste del Modelo

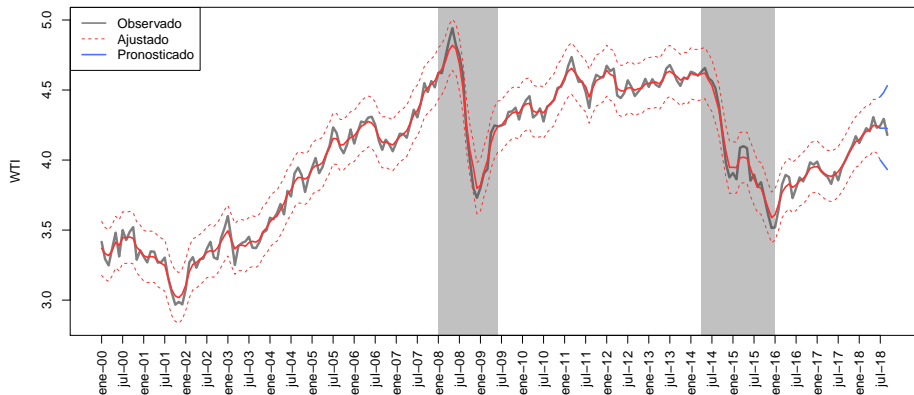
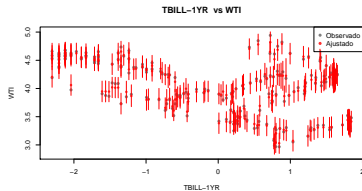
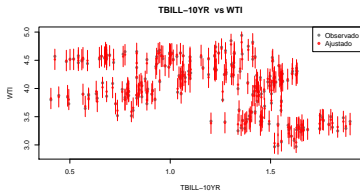
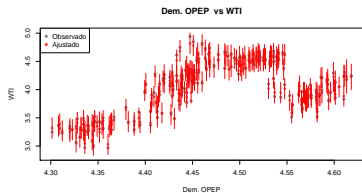
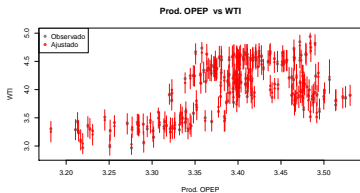
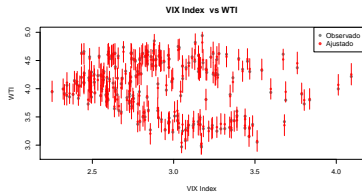
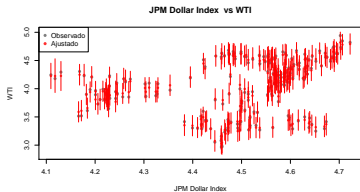
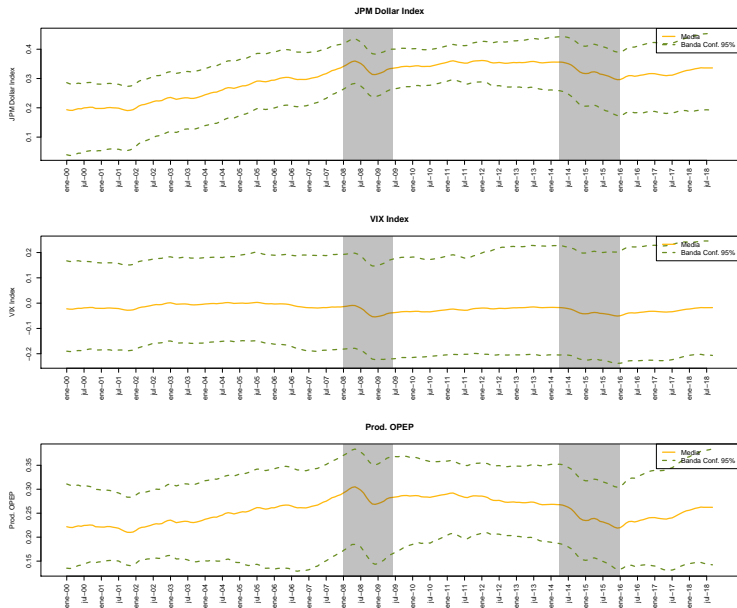


Figura 5: Ajuste: Modelo Lineal Generalizado Dinámico Sin Intercepto con Suavizamiento $\lambda = 100$

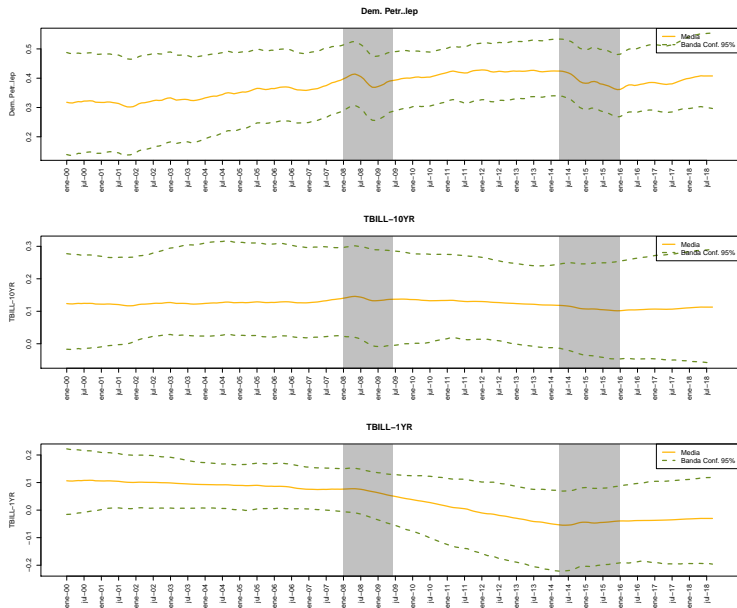
Regresores vs Precio del WTI



Coeficientes Estimados



Coeficientes Estimados



Consideraciones Finales

Consideraciones Finales

- La flexibilidad de los modelos dinámicos generalizados nos permitió construir un modelo capaz de proporcionar una explicación de la crisis del petróleo en 2014-2016 acorde con las hipótesis del proyecto.
- El comportamiento de los coeficientes a lo largo del tiempo permitió confirmar que las variables que más contribuyeron a la caída en los precios del petróleo fueron la apreciación del dólar, el aumento en la producción de la OPEP y la desaceleración de la demanda mundial del crudo.
- La transformación de los datos a escala logarítmica, el suavizamiento, combinar distintas medidas de ajuste y las hipótesis a priori sobre el comportamiento de las variables macroeconómicas fueron clave en la estimación, evaluación y selección del mejor modelo.