

# PROSPECTIVA MENSUAL DE LAS REMESAS FAMILIARES EN MÉXICO 2020: UN MODELO ARMA

Plinio Hernández Barriga<sup>1</sup>

Antonio Favila Tello<sup>2</sup>

## RESUMEN

El presente trabajo analiza el comportamiento de las remesas familiares en México desde una perspectiva estadística. El estudio identifica tendencias y movimientos estacionales que permiten la modelización estadística y el pronóstico empleando la metodología de series de tiempo de Box-Jenkins. Los resultados indican que las remesas familiares continuarán aumentando. No obstante, esta tendencia dependerá del desempeño de la economía estadounidense.

## ABSTRACT

This work analyses remittances behavior in Mexico from a statistical point of view. The study identifies trends and seasonal movements that allow statistical modeling and forecast, applying the Box-Jenkins time series methodology. Results point out that remittances will continue to trend upward. Nevertheless, this trend will depend on how the economy of the United States performances.

**Palabras clave:** Remesas Familiares, México, Pronóstico.

**Key words:** Remittances, Mexico, Forecast.

**JEL:** C22, C53, F37

## INTRODUCCIÓN

Desde que el Banco de México comenzó a publicar la información de los flujos de remesas familiares en México, en el año de 1995, éstas han mostrado un alto dinamismo y una tendencia al alza bien definida, que

---

1 Profesor e investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, plinio@umich.mx

2 Profesor e investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, afavila@umich.mx

continúa hasta nuestros días. En el periodo de 1995 al 2007 las remesas familiares crecieron en promedio a tasas anuales de dos dígitos. En ese lapso iniciaron en 3,672 millones de dólares y terminaron en 26,058 millones de dólares (Banxico, 2019). Lo anterior captó la atención del público, y desde entonces se han convertido en un dato estadístico de alto nivel noticioso, a la par de los precios, el producto interno bruto, la balanza comercial, el tipo de cambio y el empleo.

Sin embargo, en el año 2008 las remesas familiares sufrieron una caída importante, producto de la crisis económica que dominó el mundo entero. A esta contracción siguieron otras más hasta el año 2013, año en que la cifra de remesas alcanzó los 22,303 millones de dólares (Banxico, 2019).

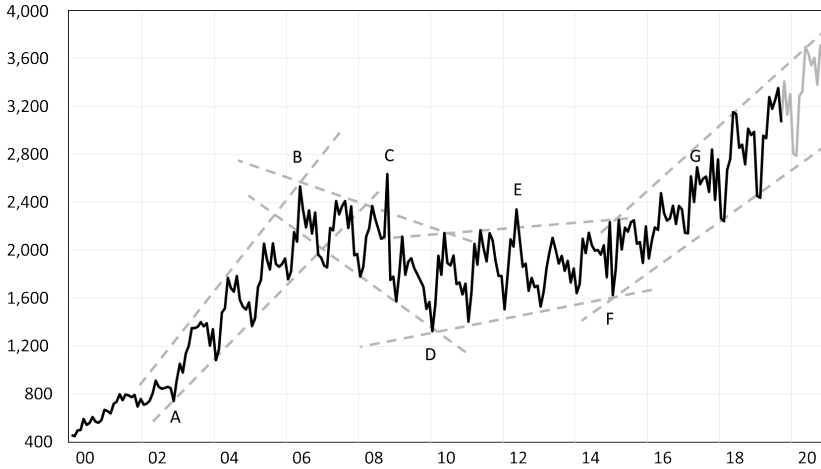
A partir del año 2014 las remesas han mostrado de nueva cuenta una tendencia al alza, alcanzando tasas de crecimiento de dos dígitos en los años 2017 y 2018. Ya en el año 2016 lograron superar la cifra alcanzada en el 2007, con 26,993 millones de dólares, y al cierre del año 2018 se ubicaron en 33,677 millones de dólares (Banxico, 2019). Estas cifras colocan a las remesas como una de las principales fuentes de divisas de México, junto con el turismo, el petróleo y la inversión extranjera directa.

El presente trabajo tiene como propósito estudiar el comportamiento de las remesas familiares en México desde una perspectiva estadística empleando el análisis de series de tiempo. El estudio permite identificar tendencias y movimientos estacionales, a partir de lo cual es posible la modelación estadística y el pronóstico. Los resultados indican que es factible suponer que las remesas continuarán con la tendencia al alza que vienen observando. No obstante, la posibilidad de una contracción económica en los Estados Unidos en el año 2020 podría ajustar a la baja el pronóstico calculado, esta situación es verosímil en el momento en que el crecimiento esperado de las remesas en el 2019 se ha contraído notablemente.

## **LAS REMESAS FAMILIARES EN MÉXICO**

En el gráfico 1 se presenta el comportamiento mensual de las remesas familiares en México, desde el año 2000 al 2020. La línea negra sólida representa los valores observados de las remesas desde enero de 2000 a septiembre de 2019. La línea gris sólida, que da continuidad a la línea negra, representa el pronóstico de octubre de 2019 a diciembre de 2020. Las líneas grises punteadas se colocan para identificar visualmente las tendencias y ciclos que se observa en las remesas.

**Gráfico 1**  
**Remesas Familiares en México, 2000-2019**  
**Miles de Millones de Dólares**



Fuente: Elaboración propia con base en: Banco de México, Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx/SieInternet>. 20 de noviembre de 2019, empleando el software Eviews 11.

Del comportamiento de las remesas familiares en México se puede observar que estas muestran, en lo general, una tendencia principal al alza, y en lo particular, al menos cuatro tendencias secundarias, tres al alza y una a la baja. Las remesas tienen además un marcado movimiento estacional, por lo general los valores más bajos se ubican en el mes de enero y los más altos en el mes de mayo.

A partir del año 2003 (punto A del gráfico) el comportamiento estacional se identifica con gran claridad y puede observarse que los valores mínimos son cada vez más altos, lo que indica una tendencia al alza. La tendencia termina en el año 2007 en que el valor mínimo observado no aumenta conforme el patrón, revelando así un cambio de tendencia. Cabe destacar que hasta ese momento se observó un valor máximo en el mes de mayo de 2006 con un total de 2,535 millones de dólares (punto B del gráfico). La tendencia a la baja se identifica cuando los valores máximos adoptan niveles cada vez menores. Esta tendencia se presenta desde el año 2007 y se prolonga hasta el 2009. Se corresponde claramente con el ciclo económico observado en los Estados Unidos. Si bien los valores máximos son cada vez menores, sobresale un máximo en el mes de octubre de 2008 (punto C del gráfico), que coincide con una fuerte depreciación del peso

mexicano, en que las remesas alcanzaron un máximo de 2,638 millones de dólares. Este monto no fue superado sino hasta nueve años después, en mayo de 2017, en que las remesas alcanzaron 2,695 millones de dólares (punto G del gráfico). La tendencia negativa que inició en el 2007 concluye aproximadamente en enero de 2010 (punto D del gráfico) en donde se observa que los valores mínimos comenzaron a adoptar niveles cada vez más altos. La tendencia al alza se hace más fuerte a partir de enero de 2015 (punto F del gráfico) en que los valores mínimos comienzan a expandirse a una tasa más acelerada y esa tendencia continúa hasta nuestros días.

El pronóstico puntual que se presenta a partir de octubre de 2019 se obtuvo por medio de un análisis de series de tiempo con la metodología de Box-Jenkins (1970). El cálculo puntual de las remesas familiares en México para 2019 es de 36,795 millones de dólares, mientras que el de 2020 es de 41,009 millones de dólares, aunque esa cifra, al basarse exclusivamente en los datos históricos de las remesas depende de que las condiciones económicas actuales se extiendan a lo largo del año entrante.

El método seguido para obtener el cálculo puntual del pronóstico de las remesas familiares en México para fines del 2019 y el 2020 se expone en el siguiente apartado en donde además se presenta la estimación por intervalos de confianza.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En este apartado se exponen los pasos para la obtención del modelo de series de tiempo que se empleó para realizar el pronóstico de las remesas familiares en México. La metodología empleada tiene como característica principal que no estudia el comportamiento de una variable de acuerdo con un marco teórico al cual deba ajustarse, pues la variable se explica a sí misma, de acuerdo con sus valores pasados.

En modelo de pronóstico se obtiene a partir de la metodología de Box-Jenkins (1970). Los pasos son los siguientes: análisis de integración, especificación del modelo, pruebas sobre los supuestos de normalidad, no autocorrelación y homocedasticidad, y pronóstico.

Todo modelo de series de tiempo debe iniciar con el análisis de estacionalidad de las variables empleadas (Charemza y Deadman, 2001). Esto es, se ha de definir el grado de integración de las series. El grado de integración debe ser cero,  $I(0)$ , lo que significa que las series han de tener una media constante, de otra manera se tiende a la obtención de relaciones espurias, calculadas con base en la tendencia a largo plazo de la serie antes que de su comportamiento a corto plazo.

El análisis de estacionalidad de la serie de las remesas familiares en México se llevó a cabo transformando la serie a sus logaritmos y posteriormente aplicando las pruebas de raíces unitarias de Dickey-Fuller (1979) Aumentada, (ADF) por sus siglas en inglés, y de Phillips-Perron (1988) (PP). La prueba ADF y PP tienen como fin el determinar la existencia o no de una raíz unitaria en la serie estadística. Los resultados de la prueba son los siguientes.

**Tabla 1**  
**Prueba de Raíces Unitarias del logaritmo de**  
**Remesas Familiares en México 2000-2019**

Prueba	Nivel	Primera diferencia
ADF	-2.4382	-9.3516***
PP	-2.0481	-28.477***

Fuente: Elaboración propia con base en: Banco de México (2019 Banco de México, Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx/SieInternet>. 20 de noviembre de 2019, empleando el software Eviews 11.

\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 90%

\*\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 95%

\*\*\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 99%

Los estadísticos ADF y PP indican que la serie en nivel tiene raíz unitaria mientras que su primera diferencia no, es decir, el grado de integración de la serie remesas familiares en México es I(1). El proceso siguiente es encontrar el modelo ARMA correspondiente a la primera diferencia del logaritmo de la serie de las remesas familiares, para ello se llevó a cabo un estudio exploratorio con base en el análisis de las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales de la serie.

El modelo ARMA se compone de variables autorregresivas (AR) y de variables de Promedios Móviles (MA). Los procesos AR se computan introduciendo a la variable de estudio con n periodos de rezago como la variable explicativa, mientras que los procesos MA se logran al introducir los residuos del modelo, en un proceso de dos etapas, como variable explicativa con n rezagos (Enders, 1995). Así, el modelo ARMA (p,q) puede expresarse en los siguientes términos.

$$Y_t = \beta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + U_t + \theta_1 U_{t-1} + \dots + \theta_q U_{t-q} \quad (1)$$

Las variables AR y MA se identificaron a través de un proceso iterativo haciendo uso del correlograma de los residuos de la regresión, hasta el punto

en que ninguno de los coeficientes calculados fuera significativamente diferente de cero y en el correlograma todos los coeficientes fueran estadísticamente no significativos (Diebold, 2001). La especificación final del modelo de series fue la siguiente:

**Tabla 2**  
**Modelo ARMA de las remesas familiares en México**  
**2000-2019**

Variable	Coefficiente
C	0.006399
AR(4)	-0.207230**
SAR(24)	0.408393***
SAR(12)	0.467602***
MA(1)	-0.674505***
Supuestos	
Jarque-Bera	0.4097
ARCH	0.2364
Pronóstico	
Theil	0.0669

Fuente: Elaboración propia con base en: Banco de México, Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx/SieInternet>. 20 de noviembre de 2019, empleando el software Eviews 11.

\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 90%

\*\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 95%

\*\*\* Indica rechazo de la hipótesis nula a un nivel de confianza de 99%

El modelo final presenta un componente de promedios móviles de orden 1, así como procesos autoregresivos de orden 4, 12 y 24. Todas las variables son estadísticamente significativas, diferentes de cero, y menores a la unidad, así como sus raíces características, lo que asegura las condiciones de existencia y convergencia del modelo (ver tabla A1 del anexo). El supuesto de que los residuales se encuentran normalmente distribuidos se corrobora, de acuerdo con la prueba de normalidad de Jarque- Bera (1980), así como la inexistencia de heterocedasticidad condicional autorregresiva (ARCH, por sus siglas en inglés).

El supuesto de autocorrelación se verificó por medio del correlograma de los errores del modelo, esta herramienta nos indica si éstos se encuentran autocorrelacionados o si se comportan como ruido blanco. Del análisis del correlograma se determina que los errores no se encuentran correlacionados (ver tabla 2A del anexo). El supuesto de homocedasticidad se comprobó mediante el empleo de correlograma de los residuos al cuadrado del modelo. A partir de este se concluye que la varianza del modelo es constante. (ver tabla A3 del anexo).

Finalmente se evaluó la capacidad del modelo para el pronóstico con fundamento en el coeficiente de Theil (1967), tomando como criterio de bondad de pronóstico que éste estadístico adoptara un valor inferior a las dos unidades (Pindick y Rubinfeld, 2001), los resultados ratifican la capacidad de pronóstico del modelo.

## RESULTADOS

Comprobada la validez de los supuestos de regresión, así como demostrada su capacidad para el pronóstico, pasamos a la aplicación del modelo ARMA para la proyección de las remesas familiares.

El pronóstico por intervalos se presenta en la tabla 3. En la columna de las remesas se presenta una estimación puntual de las mismas mes a mes. Con base en el error estándar de la estimación se especifica un intervalo de confianza de aproximadamente un 95%, que se obtiene sumando y restando dos errores estándar al dato puntual de las remesas.

**Tabla 3**  
**Pronóstico de las Remesas Familiares en México 2019-2020**  
**Millones de Dólares**

Fecha	Remesas	Valor Máximo	Valor Mínimo
2019M10	3412.310	3808.419	3016.200
2019M11	3133.447	3521.223	2745.672
2019M12	3307.459	3734.549	2880.369
<b>2019</b>	<b>36,794.81</b>	<b>38,005.79</b>	<b>35,583.84</b>
2020M01	2809.284	3186.624	2431.945
2020M02	2789.829	3166.828	2412.830
2020M03	3291.302	3744.353	2838.252
2020M04	3328.865	3799.129	2858.602
2020M05	3699.504	4237.030	3161.978
2020M06	3642.999	4189.654	3096.344
2020M07	3544.801	4085.855	3003.747
2020M08	3609.230	4173.362	3045.098
2020M09	3384.250	3924.121	2844.377
2020M10	3712.5186	4386.986	3038.051
2020M11	3545.114	4214.223	2876.005
2020M12	3652.080	4366.971	2937.188
<b>2020</b>	<b>41,009.78</b>	<b>47,475.14</b>	<b>34,544.42</b>

Fuente: Elaboración propia con base en: Banco de México, Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx/SieInternet>. 20 de noviembre de 2019, empleando el software Eviews 11.

## CONCLUSIONES

La estimación puntual de las remesas para el cierre de 2019 es de 36,795 millones de dólares, mientras que el pronóstico puntual para el 2020 alcanza la cifra de 41,009 millones de dólares, es decir, en promedio se espera que la tendencia al alza de las remesas que se ha observado desde 2010 sea continuada, expandiéndose en 9.26% en 2019 y en 11.46% en el 2020. Sin embargo, la estimación por intervalos indica que, para el año 2020 los ingresos por remesas pueden encontrarse entre los 47,475 y 34,544 millones de dólares, a un nivel de confianza de 95%.

La estimación puntual indica una continuación de la tendencia de las remesas familiares en México. Sin embargo, parte del supuesto de que las condiciones económicas que se han presentado en los últimos años continúen en el futuro. Este supuesto puede no acercarse a la realidad de la economía mundial y la estadounidense que han venido mostrando un crecimiento más moderado que en años anteriores y ello podría agudizarse para el 2020. El pronóstico, no obstante, nos indica que en el peor de los escenarios las remesas alcanzarían un monto de 34,544 millones de dólares, es decir podría haber una reducción de 6.12%. El indicador clave que puede indicar el desarrollo ulterior de las remesas en el 2020 será el relativo a octubre, noviembre y diciembre de 2019 que, en caso de quedar por debajo del pronóstico puntual podrían indicar un ajuste en la tendencia por lo que el pronóstico habría de revisarse a la baja.

## LITERATURA CITADA

- Banco de México, *Sistema de Información Económica*, <https://www.banxico.org.mx/SieInternet>. 20 de noviembre de 2019.
- Box G. y Jenkins G. *Time series analysis: forecasting and control*, Holden-Day. 1970.
- Charemza W. y Deadman D. *New directions in econometric practice*, Edward Elgar. 1997
- Dickey D. y Fuller W. "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root," *Journal of the American Statistical Association*, 74. 1979.
- Diebold F. *Elementos de pronósticos*, Thomson. 2001.
- Enders W. *Applied Econometric Time Series*, Wiley. 1995.
- Jarque C. y Bera A. "Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals". *Economics Letters* 6 (3). 1980.



Phillips P. y Perron P. "Testing for a unit root in time series regression," *Biometrika*, 75. 1988.

Pindyck R. y Rubinfeld D. *Econometría, modelos y pronósticos*, 4a Ed. Mc Graw Hill. 2001.

Theil H. *Economics and Information Theory*. Rand McNally and Company. 1967.

**ANEXOS**

**A1**

Dependent Variable: DLOG(REM)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 01/21/20 Time: 15:31				
Sample: 2010M01 2019M09				
Included observations: 117				
Convergence achieved after 22 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006399	0.007831	0.817064	0.415600
AR(4)	-0.207230	0.104744	-1.978453	0.050400
SAR(24)	0.408393	0.089368	4.569772	0.000000
SAR(12)	0.467602	0.088863	5.262068	0.000000
MA(1)	-0.674505	0.071681	-9.409779	0.000000
SIGMASQ	0.003157	0.000407	7.751611	0.000000
R-squared	0.72640	Mean dependent var		0.00574
Adjusted R-squared	0.71408	S.D. dependent var		0.10788
S.E. of regression	0.05769	Akaike info criterion		-2.67265
Sum squared resid	0.36938	Schwarz criterion		-2.53100
Log likelihood	162.350	Hannan-Quinn criter.		-2.61514
F-statistic	58.9414	Durbin-Watson stat		1.99067
Prob(F-statistic)	0.00000			
Inverted AR Roots	0.99	.90-.24i	.90+.24i	.86-.50i
	.86+.50i	.66+.66i	.66+.66i	.50-.86i
	.50+.86i	.48-.48i	.48+.48i	.24-.90i
	.24+.90i	.00-.99i	-.00+.99i	-.24-.90i
	-.24+.90i	-.48+.48i	-.48+.48i	-.50-.86i
	-.50+.86i	-.66+.66i	-.66+.66i	-.86+.50i
	-.86-.50i	-.90-.24i	-.90+.24i	-0.99
Inverted MA Roots	0.67			

## A2

Date: 01/23/20 Time: 02:06							
Sample: 2010M01 2020M12							
Included observations: 117							
Q-statistic probabilities adjusted for 4 ARMA terms							
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	.	1	-0.006	-0.006	0.0043		
.*	.*	2	0.112	0.112	1.5199		
* .	* .	3	-0.096	-0.096	2.6477		
. .	.	4	0.001	-0.012	2.6478		
. .	.	5	0.020	0.042	2.6960	0.101	
. .	.	6	0.055	0.048	3.0793	0.214	
. .	.	7	-0.034	-0.044	3.2259	0.358	
* .	* .	8	-0.098	-0.107	4.4602	0.347	
. .	.*	9	0.067	0.090	5.0354	0.412	
* .	* .	10	-0.123	-0.111	6.9979	0.321	
. .*	.	11	0.078	0.041	7.7946	0.351	
* .	* .	12	-0.104	-0.072	9.2393	0.323	
. .	.	13	0.043	0.025	9.4873	0.394	
. .*	.*	14	0.085	0.124	10.455	0.402	
. .	* .	15	-0.042	-0.088	10.698	0.469	
. .	.	16	-0.037	-0.047	10.888	0.539	
. .	.*	17	0.045	0.090	11.168	0.597	
. .	.	18	-0.023	-0.042	11.240	0.667	
. .	.	19	-0.011	-0.025	11.256	0.734	
. .	.	20	0.037	0.010	11.448	0.781	
. .	.*	21	0.017	0.077	11.492	0.830	
. .	* .	22	-0.049	-0.080	11.849	0.855	
. .*	.*	23	0.158	0.149	15.529	0.688	
* .	* .	24	-0.182	-0.169	20.464	0.429	
. .	.	25	0.031	-0.001	20.606	0.483	
. .	.	26	-0.050	0.020	20.984	0.522	
* .	* .	27	-0.079	-0.139	21.958	0.523	
* .	* .	28	-0.073	-0.084	22.782	0.533	
* .	.	29	-0.090	-0.050	24.066	0.516	
. .	.	30	-0.038	-0.021	24.294	0.559	
* .	* .	31	-0.066	-0.072	25.002	0.574	
. .	.	32	0.032	-0.017	25.166	0.619	
. .	.	33	-0.052	0.052	25.621	0.646	
. .*	.	34	0.153	0.058	29.563	0.488	
* .	* .	35	-0.111	-0.076	31.649	0.434	
. .	* .	36	-0.055	-0.142	32.163	0.459	

A3

Date: 01/23/20 Time: 02:17  
 Sample: 2010M01 2020M12  
 Included observations: 117

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *	. *	1	0.110	0.110	1.461	0.227
. *	. *	2	0.096	0.085	2.575	0.276
. .	* .	3	-0.062	-0.082	3.040	0.386
. .	. .	4	-0.055	-0.049	3.406	0.492
* .	* .	5	-0.164	-0.143	6.730	0.241
. .	. .	6	-0.015	0.022	6.759	0.344
. .	. .	7	-0.013	0.009	6.780	0.452
. .	. .	8	0.037	0.016	6.953	0.542
* .	* .	9	-0.111	-0.136	8.530	0.482
. .	. .	10	-0.006	-0.011	8.535	0.577
. .	. .	11	-0.012	0.017	8.554	0.663
. .	. .	12	-0.011	-0.020	8.569	0.739
* .	* .	13	-0.069	-0.074	9.197	0.758
* .	* .	14	-0.072	-0.102	9.897	0.770
. .	. .	15	0.000	0.027	9.897	0.826
* .	* .	16	-0.075	-0.076	10.675	0.829
* .	* .	17	-0.074	-0.082	11.436	0.833
. .	. .	18	-0.031	-0.055	11.567	0.869
. .	. .	19	-0.015	-0.035	11.598	0.902
. .	. .	20	-0.028	-0.033	11.707	0.926
. .	. .	21	-0.013	-0.047	11.730	0.947
. .	. .	22	-0.010	-0.055	11.746	0.962
. .	. .	23	0.026	-0.015	11.843	0.973
. .	. .	24	0.000	-0.010	11.843	0.982
* .	* .	25	-0.088	-0.141	13.005	0.976
. .	. .	26	-0.002	-0.033	13.006	0.984
. **	. **	27	0.217	0.226	20.299	0.818
. *	. *	28	0.209	0.177	27.120	0.512
. *	. .	29	0.077	-0.036	28.055	0.515
. .	. .	30	0.046	-0.056	28.388	0.550
* .	* .	31	-0.128	-0.134	31.023	0.465
* .	. .	32	-0.092	0.023	32.420	0.446
. .	. .	33	-0.049	0.054	32.825	0.476
. *	. *	34	0.136	0.120	35.911	0.379
. .	* .	35	-0.008	-0.094	35.923	0.425
. .	* .	36	-0.020	-0.076	35.991	0.469

