

TRANSITARE

Revista de Turismo, Economía y Negocios

transitare.anahuacoaxaca.edu.mx

Artículo de investigación

Proyección del número de turistas mediante un modelo SARIMA

Projecting the Number of Tourists with the SARIMA Model

Silvia Altmark; Gabriela Mordecki; Adrián Riso y Florencia Santiñaque*

*Instituto de Estadística - Instituto de Economía
Facultad de Ciencias Económicas y de Administración
Universidad de la República*

Uruguay

Historia del artículo. *Recibido: 4 de febrero de 2016; aceptado: 13 de julio de 2016*

*Correo electrónico de autor de correspondencia: florsanmes@gmail.com

Esta obra está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Universidad Anáhuac de Oaxaca, Oaxaca, México; 2017.

Abstract. Tourism activity is considered a key sector in Uruguay, as internationally, because of its importance in generation of foreign exchange, employment, and its contribution to local development. Public and private actors need to project the number of tourists to perform efficient planning. At the same time, the profitability of investment opportunities could be better assessed based on more accurate projections. These projections are also necessary for the purposes of positioning a destination in relation to its competitors. Therefore, the objective of the present study is to obtain a model for short-term projection of the tourists entering the country. In particular, Argentines and Brazilians are 80% of total Uruguayan tourists, therefore it is modelled and projected their behavior for 2015 and 2016. Due to the seasonal behavior of the series, we proceed to a SARIMA analysis time series. This methodology stems from the need to develop rigorous but parsimonious models that can be easily transmitted and assimilated by public and private institutions, so that these instruments can be useful. According to the models we could expect a 5.6% increase of Argentinean tourists for 2015 in relation to 2014, while for Brazilians is expected a 5.1% growth for the same period.

Keywords: Tourism, Projections, Seasonal behavior, ARIMA series.

Resumen. La actividad turística se considera un sector clave en Uruguay, al igual que en el ámbito internacional, por su importancia en la generación de divisas, empleo y aporte al desarrollo local. Actores públicos y privados necesitan proyectar el número de turistas para poder realizar una planificación eficiente. A su vez, la rentabilidad de posibles oportunidades de inversión podría evaluarse mejor en base a proyecciones más precisas. Estas proyecciones también son necesarias a los efectos de posicionar un destino en relación a su competencia. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es obtener un modelo que permita realizar proyecciones de corto plazo del número de turistas que ingresan al país. En particular, los argentinos y brasileños representan el 80% del total de turistas que ingresan a Uruguay, por ello se modela y proyecta su comportamiento para el año 2015 y 2016. Debido al comportamiento estacional de las series, se procede a realizar un análisis de series de tiempo mediante modelos SARIMA. Dicha metodología surge de la necesidad de elaborar modelos rigurosos pero parsimoniosos, que puedan ser fácilmente transmitidos y asimilados por las instituciones públicas y privadas, de modo que estos instrumentos sean de utilidad y se les pueda dar continuidad. Según los modelos ajustados a este caso, se prevé para el 2015 un aumento de la cantidad de turistas argentinos del 5,6% respecto al año 2014, mientras que para los brasileños se espera que crezcan un 5,1% en el mismo periodo.

Palabras clave: Actividad turística, Proyecciones, Comportamiento estacional, Series SARIMA.

1. Introducción

El turismo en Uruguay, así como otros sectores de la economía nacional, se enfrenta a nuevos desafíos en el marco del deterioro de la economía global, ya que, a pesar de las fluctuaciones, puede llegar a ser uno de los factores claves que contribuyan a superar las dificultades económicas. Si bien hay algunos trabajos que pueden utilizarse a los efectos de proyectar el número de turistas, en particular aquellos que estudian la demanda, no se han encontrado estudios de investigación que apunten exclusivamente a proyectar los diferentes segmentos del mercado turístico. Entre las debilidades del sector turístico de nuestro país, se señala que la oferta turística se encuentra poco diversificada, concentrada territorialmente y con pocos atractivos reconocidos internacionalmente; la estacionalidad en determinados destinos turísticos genera, consecuentemente, una saturación en temporada alta, lo que afecta la satisfacción y sostenibilidad de la demanda. También existen signos de deterioro ambiental en ciertas zonas de la costa, como consecuencia de una excesiva urbanización y ausencia de planificación territorial actualizada.

Todos estos aspectos mencionados anteriormente, han motivado a los investigadores del presente trabajo, a profundizar en el análisis cuantitativo de la demanda de turismo en Uruguay, para conocer los resultados de los diversos impactos que genera en el país y poder contribuir a la generación de información. De este modo, tanto organismos públicos como empresas privadas cuyo fin sea brindar un servicio de calidad a los turistas que ingresan al país, podrían mejorar su planificación.

En el presente trabajo se hará énfasis en el estudio de modelos utilizados para proyectar la cantidad de turistas que llegan a Uruguay. Varios son los motivos que justifican un análisis de este tipo. A nivel de gobierno, existe una clara necesidad de contar con proyecciones sobre las llegadas de turistas, las cuales pueden contribuir en objetivos múltiples como los siguientes: i) diseñar políticas de desarrollo turístico; ii) evaluar planes de acción y sus posibles desvíos; iii) evaluar inversiones públicas y estimar cuáles deberían ser estos niveles; iv) prever el impacto de las políticas y estrategias en la actividad turística; v) analizar el nivel de competitividad y calidad del destino turístico; vi) analizar la creación de puestos de trabajo, ingreso de divisas, nivel de inversiones y producción.

A nivel del sector privado la importancia de contar con modelos que proyecten la cantidad de turistas también es clara. En primer lugar, las empresas turísticas como hoteles, restaurantes, entre otros, tienen la necesidad de proyectar el mercado a los efectos de prever la cantidad de insumos con que deben contar para la temporada. Una previsión relativamente precisa puede ayudar a no incurrir en costos innecesarios si la temporada no es tan buena, o a obtener mayores ganancias en caso de que la temporada se prevea como muy positiva. A nivel internacional y regional se destaca la importancia de contar con metodologías predictivas. A modo de ejemplo, Chile en su Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020 señala como una línea de acción la de contar con modelos predictivos que permitan la estimación de llegadas anuales de turistas para los principales mercados. De la misma forma, se señala la escasez actual de metodologías de estimación de las principales variables y la

necesidad de proyecciones que sirvan de apoyo a las partes interesadas en el turismo. Uruguay no es ajeno a esto, para el presente estudio se realizaron algunas entrevistas a los efectos de detectar la necesidad real de investigar en este tema. Tanto actores del sector público como analistas privados dan cuenta de la necesidad de contar con buenos modelos de proyección y que todavía hay mucho para avanzar. De la misma forma, considera como positivo el análisis en técnicas de proyección que pueda posteriormente ser utilizado por el sector público y privado. De las entrevistas y antecedentes analizados surge la necesidad de proyectar el número de turistas segmentando según algunas nacionalidades de interés. En primer lugar, el turismo que llega desde el principal mercado emisor que es Argentina. Además, los brasileños, que son el segundo mercado emisor para Uruguay y han presentado un fuerte crecimiento en los últimos años.

La demanda de turismo en Uruguay ha mostrado un crecimiento importante a lo largo de los últimos años. Según cifras del Ministerio de Turismo (2015), en la última década el número de turistas no residentes ha crecido a una tasa promedio anual del 7%. En particular el grupo de turistas mayoritario durante esta década fue el argentino que, en promedio, representó el 65% y en segundo lugar el brasileño, representando el 16% en promedio respecto del total de turistas no residentes. Estos países son los únicos que tienen límite con Uruguay y en el 2014 constituyeron, en conjunto, el 80% del turismo receptivo.

Considerando los datos trimestrales de 1990 a 2014, se aprecia que el crecimiento de los turistas brasileños fue de 12% promedio anual, superior a la tasa de crecimiento de los turistas totales de 7% promedio anual en ese periodo. Por otro lado, la evolución de la cantidad de turistas argentinos ingresados a nuestro país durante la última década, ha mostrado un crecimiento en promedio anual del 6%. Sin embargo, en el año 2014 los turistas argentinos descendieron 10% respecto del año anterior, mientras que los brasileños mantuvieron una evolución positiva, aumentando un 12% respecto a 2013. Esto remarca la necesidad de analizar cada serie por separado, ya que son países con características socio-demográficas diferentes, lo cual justifica el estudio y proyección de cada uno de ellos individualmente.

El presente trabajo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2, se presentan los antecedentes de trabajos relacionados al turismo en Uruguay, así como a nivel mundial. En la Sección 3, se presenta la metodología aplicada y en la sección 4 la base de datos utilizada. En la Sección 5 se presenta los resultados obtenidos. Finalmente, la sección 6 describe las conclusiones alcanzadas.

2. Antecedentes

Las investigaciones sobre el turismo en Uruguay son recientes y abarcan sólo algunas temáticas, resaltando la necesidad de mayor investigación en el sector. Realizando un repaso sobre los temas investigados en Uruguay, se pueden clasificar los estudios sobre demanda turística, impacto en el crecimiento, impacto en el empleo, estudio de los cruceros.

Los estudios que tratan de entender los determinantes de la demanda turística son varios: Robano (2000) realiza un análisis sobre los principales factores determinantes de la evolución de los ingresos, a partir de la estimación de dos funciones econométricas de demanda internacional de servicios turísticos con datos trimestrales para el período 1987-2000. Se concluye que existe una relación estable a largo plazo entre las exportaciones de servicios turísticos, una variable de ingreso (consumo privado del principal país cliente) y precios relativos. Mantero, Perelmutter & Sueiro (2004) realizan una investigación sobre los determinantes de la demanda de turismo, analizando la variable cantidad de turistas que ingresan al país, a través de dos modelos, uno agregado y otro desagregado por nacionalidades de los turistas. Se concluye que un análisis desagregado contribuye a una mejor caracterización del comportamiento y mayor exactitud en el diagnóstico y, por lo tanto, posibilita la implementación de políticas adecuadas. Servianski (2011) estimó la importancia del costo del transporte en la demanda de turismo receptivo de largo plazo en Uruguay, para los turistas argentinos. El análisis se realiza en base a subgrupos definidos según los grados de cautividad definida en base al alojamiento. Los resultados obtenidos indican que los costos de transporte no son significativos en el largo plazo para los turistas argentinos con menor potencial cautivo, no así para el grupo de mayor potencial cautivo. Altmark, Mordecki, Risso & Santiñaque (2013) estimaron las demandas de turismo argentina y brasileña en Uruguay por separado. Aplicando la metodología de cointegración encontraron relaciones de largo plazo entre el gasto turístico de ambos países, sus respectivos ingresos y el tipo de cambio real turístico. Dentro de los estudios sobre el impacto del turismo en Uruguay se destacan Armellini & Revertía (2003) quienes investigaron el aporte a la economía uruguaya del turismo receptivo en términos de valor agregado, empleo y remuneraciones, utilizando la metodología insumo producto. En términos generales la investigación concluye que, comparando con los principales sectores de exportación de la economía, el turismo receptivo es la principal fuente de demanda externa en términos de generación total de valor agregado y remuneraciones y una de las principales en generación total de empleos. Con otra metodología, Brida, Lanzilotta & Risso (2010) estudian la hipótesis de turismo como propulsor del crecimiento económico, encontrando evidencia

para Uruguay de que el gasto de los turistas argentinos contribuye a incrementar el PIB per cápita del país. Asimismo, Brida, Lanzilotta, Pereyra & Pizzolon (2012) estudia la relación entre turismo y crecimiento económico para los cuatro países del bloque regional MERCOSUR. Los resultados indican, en primer lugar, que el turismo promueve el crecimiento económico en todas las economías consideradas. En segundo lugar, al estudiar en cada país la elasticidad del PIB respecto al turismo, se encuentra que los valores más elevados corresponden a los países más pequeños (Paraguay y Uruguay), mientras que la mayor economía del bloque (Brasil) presenta la menor elasticidad; Argentina se encuentra entre estos dos extremos. Por último, en casi todos los países, la causalidad es unidireccional (desde la actividad turística al crecimiento); la excepción es Uruguay, en donde la relación hallada es bidireccional.

Dentro de aquellos trabajos que estudian el impacto del turismo en el empleo se encuentran Altmark y Larruina (2011), quienes realizaron una investigación cuyo objetivo fue conocer el aporte de la actividad turística en la generación de empleo en el Uruguay. Específicamente, determinar el número de puestos de trabajo generados en dicha actividad, elaborar un indicador de la participación del empleo turístico en el total de la economía y caracterizar la fuerza de trabajo turístico. Los resultados alcanzados, en lo que refiere a la participación del empleo turístico, indican que la misma se mantuvo en el orden del 8% entre 2006 y 2009. En cuanto a la caracterización del empleo en Turismo, en los años analizados se aprecia una alta participación de hombres, jefes de hogar, de hasta 37 años, que son asalariados privados y realizan aportes a la Seguridad Social (BPS).

El turismo de cruceros también ha sido estudiado, destacándose dos estudios para Uruguay: Risso (2012) estudia los determinantes del gasto turístico de los cruceristas y, por su parte Brida, Bukstein & Tealde (2012) realizan un estudio sobre los cruceristas de Montevideo y Punta del Este.

A nivel mundial, varias técnicas han sido aplicadas en las últimas tres décadas. Estos métodos incluyen análisis de series de tiempo, modelos econométricos en general y enfoques de modelización no lineales. Diferentes artículos hacen una revisión sobre los métodos aplicados, ver: Lim, (1999), Li, Song y Witt (2005), Li y Song (2008). Alleyne (2006) aplica un modelo SARIMA para proyectar los turistas en Jamaica. Brida y Risso (2011), aplicando el mismo tipo de modelo proyectan el número de turistas en Tirol del sur (Italia). Brida y Garrido (2011) modelizan a los turistas en las regiones de Chile con el mismo modelo. Du Preez y Witt (2005) encuentran que los turistas de cuatro países

Europeos en Seychelles se pueden proyectar mejor con un modelo ARIMA que con otros modelos univariados y multivariados.

En este sentido, Chatfield (2001) señala que muchos investigadores esperarían que la proyección con modelos multivariados sean, al menos, tan buenas como las que se realizan con modelos univariados, pero esto no es así ni en la teoría ni en la práctica, por las siguientes razones: 1) Es un error común incluir más variables para tener una mejor predicción, ya que, cuantos más parámetros se incluyen, más oportunidad de aumentar la incertidumbre; 2) Más variables para medir implican que más datos pueden estar afectados por errores y outliers; 3) Cuanto más complicado sea el modelo, más probabilidad de especificarlo erróneamente y, en este sentido, los modelos univariados son más robustos que los multivariados.

3. Metodología

La mayoría de las variables económicas y las referentes a la cantidad de turistas, suelen tener comportamientos estacionales y pueden ser modelizadas a través de series de tiempo univariadas denominadas SARIMA (Modelo estacional autorregresivo integrado con medias móviles). Para modelizar los comportamientos estacionales se llevan a cabo, tal como sugieren Box y Jenkins (1970), tres etapas: identificación, estimación y validación del modelo.

Los modelos de serie SARIMA se denotarán como $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$; siendo: p el orden del polinomio autorregresivo de la serie, d el número de diferencias regulares a realizar a la serie para estacionalizarla, q el orden del polinomio de medias móviles de la serie, P el orden del polinomio autorregresivo estacional de la serie, D el número de diferencias estacionales a realizar a la serie para estacionalizarla, Q el orden del polinomio de medias móviles estacionales y s el período estacional de la serie.

Para la etapa de identificación es importante analizar, en primera medida, la *estacionariedad* de la serie de tiempo, ya que las estimaciones y predicciones relacionadas a series no estacionarias pueden provocar resultados espurios. En sentido débil, la estacionariedad refiere a que los momentos de primer y segundo orden sean finitos y que no varíen en función del tiempo.

La ausencia de estacionariedad puede estar dada, tanto por la presencia de una tendencia determinística, como por una tendencia estocástica. La presencia de tendencia determinística refleja

un comportamiento del valor esperado de la variable en aumento o decrecimiento (lineal o cuadrático por lo general) a lo largo del tiempo, lo que contradice el supuesto de media constante. La tendencia estocástica, por lo general, viene dada por un componente estocástico, cuya varianza tiende a infinito a lo largo del tiempo. La transformación mediante primeras diferencias suele ser la solución en este tipo de casos.

Para analizar la estacionariedad de la serie se procede a la aplicación de pruebas de raíces unitarias (regulares y estacionales). Existen diversas pruebas de raíces unitarias, en particular para el estudio de raíces unitarias regulares, en el presente trabajo se aplicará la prueba ADF propuesta por Dickey y Fuller (1981) y, como prueba complementaria, la KPSS propuesta por (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt & Shin, 1992). Ambas pruebas difieren en la hipótesis nula, ya que en la prueba de ADF la hipótesis nula es que la serie es integrada de primer orden ($I(1)$), mientras que en la prueba KPSS la hipótesis nula es que la serie es estacionaria ($I(0)$). Para el estudio de existencia de raíces unitarias estacionales se aplica la prueba OCSB (Osborn, Chui, Smith & Birchenhall, 1988) con hipótesis nula de que la variable en cuestión es integrada $I(0,1)$, es decir que, si se acepta la H_0 , refiere a que el existe una raíz unitaria estacional.

También se complementa la etapa de identificación del comportamiento estacional y regular de la serie a través de la utilización de los gráficos de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF), de los cuales podrían surgir ciertos patrones que complementen el estudio del tipo de modelo que se enfrenta.

Como último paso del proceso de identificación, se analiza la existencia de fenómenos o momentos históricos atípicos, que puedan haber afectado el comportamiento de las series en algún momento o período en particular. Las series se ven, con frecuencia, afectadas por sucesos puntuales conocidos. Si incluimos estos efectos en la serie, podríamos mejorar la precisión de la estimación de los parámetros y de las predicciones.

Se procede luego a seleccionar los mejores modelos a través de procesos iterativos de manera de obtener aquellos con menores AIC (Criterio de información Akaike's). Dicho criterio arroja un valor que, por un lado, recompensa la bondad de ajuste del modelo pero también penaliza la inclusión de un mayor número de parámetros en el mismo. De esta forma, se optimiza la búsqueda a un modelo parsimonioso. De los dos modelos con menor AIC, se procede a comparar sus predicciones “dentro de muestra”, según los errores de predicción (MAPE, MPE, RMSE).

La última etapa consiste en realizar el diagnóstico o validación de los residuos del modelo seleccionado según el paso anterior. Esta etapa consiste en chequear las hipótesis de que los residuos sean incorrelacionados, homocedásticos y que los mismos provengan de una distribución normal. Por último, se procede a realizar proyecciones con la serie finalmente estimada.

4. Base de datos

Para analizar la cantidad de turistas argentinos y brasileños en Uruguay, se trabajó con series de datos trimestrales desde el primer trimestre de 1990 al primer trimestre de 2015. Dichas bases de datos fueron obtenidas del Ministerio de Turismo de Uruguay. Cada serie es analizada por separado, encontrando, en cada caso, el modelo que mejor ajuste, para luego realizar los pronósticos de las mismas para el segundo, tercer y cuarto trimestre de 2015 y para el año 2016.

En la serie de turistas argentinos se estudia la inclusión de los efectos de sucesos atípicos como la crisis del 2002 (Año 2002) y el período de corte de puentes (desde el cuarto trimestre del 2005 al segundo trimestre del 2010). También se ha estudiado el efecto de la inclusión de una variable *dummy* que representa la situación de Argentina sobre las políticas relacionadas a las restricciones para la adquisición de moneda extranjera a sus residentes, a partir del 2012.

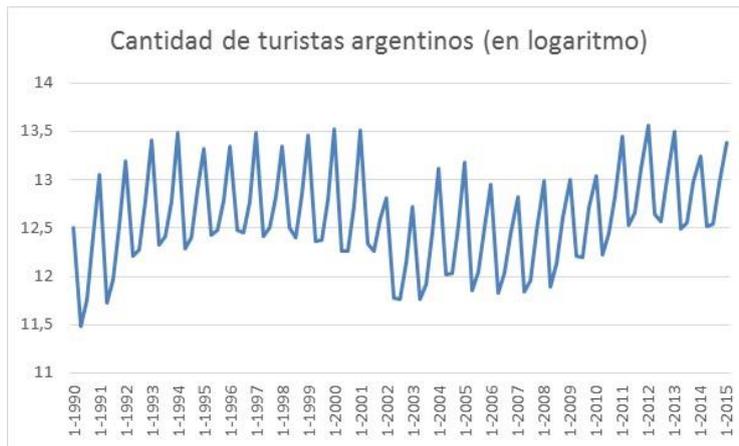
En cuanto a la serie de turistas brasileños, se estudia la repercusión en la misma de los valores atípicos conocidos: el Plan Real (segundo trimestre del 1994), la devaluación brasileña (primer trimestre del 1999) y la crisis del 2002 (segundo trimestre del 2002).

5. Evidencia empírica

5.1. Análisis de cantidad de turistas argentinos

En esta parte se analiza la serie de turistas provenientes de Argentina, tomando los datos arrojados a partir del primer trimestre de 1990 y hasta el primer trimestre 2015.

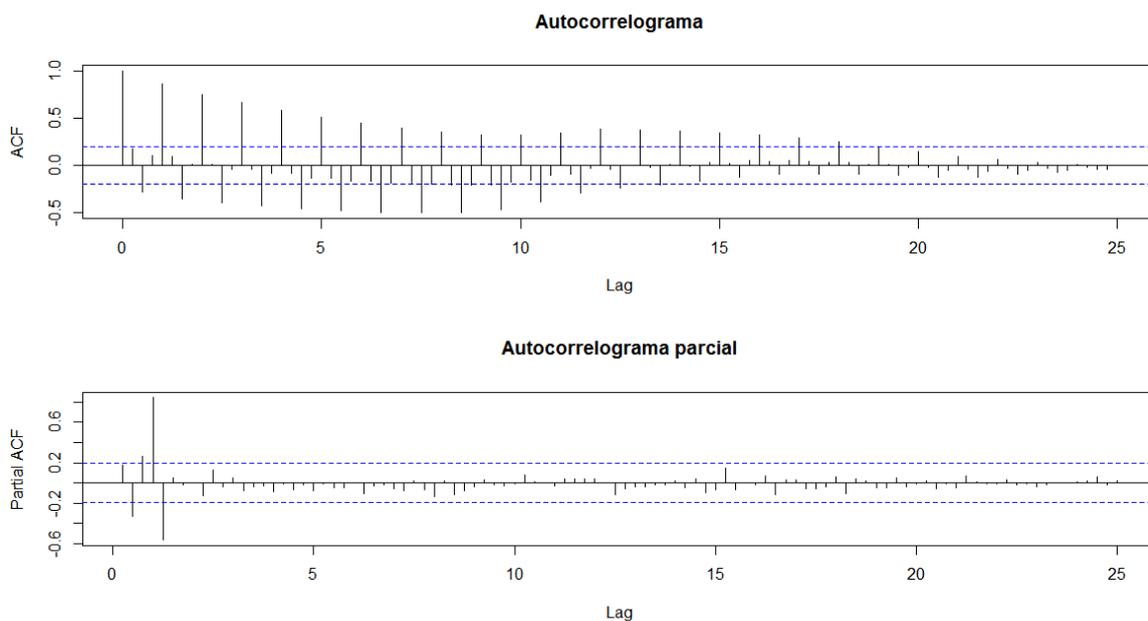
Figura 1. *Serie de turistas argentinos en logaritmo.*



Nota: Elaborado con base en los datos obtenidos por el Ministerio de Turismo y Deporte de Uruguay.

Según se puede observar en la Figura 1, la serie de turistas argentinos en el periodo estudiado tiene un comportamiento estacional con tendencia (determinística o estocástica), lo que determina que la serie es no estacionaria. Tal como puede apreciarse en la Figura 2, tanto el gráfico del ACF y PACF estarían complementando la hipótesis de que la serie en estudio es no estacionaria.

Figura 2. *Autocorrelograma y Autocorrelograma Parcial*



Nota: Elaboración propia.

Para ajustar el mejor modelo a los datos, se procede a cortar la muestra de datos, dejando observaciones fuera, para luego comparar los pronósticos realizados. Se trabajará con la muestra de datos de turistas desde el primer trimestre 1990 al cuarto trimestre 2012, dejando fuera los restantes datos de la serie, para posterior comparación.

Tabla 1. *Prueba ADF y KPSS de raíces unitarias para turistas argentinos*

		Log(Serie)	Δ Log(Serie)	Δ^2 Log(Serie)
ADF	Estadístico	- 1,757	- 3,175	- 7,402
	p-valor	0,676	0,097	0,010
KPSS	Estadístico	0,227		
	p-valor	0,100		

Nota: Elaboración propia.

La Tabla 1 muestra los resultados del estudio sobre la existencia de raíces unitarias regulares. Se puede observar que, según la prueba ADF de la Tabla 1, al 5% de significación, la serie podría ser integrada de segundo orden I (2), es decir, es necesario diferenciarla dos veces para obtener una serie estacionaria. Sin embargo, al aplicar la prueba KPSS, la misma verifica al 5% de significación que la serie estudiada es estacionaria. Respecto de la existencia de raíces unitarias estacionales, la prueba OCSB detecta la existencia de una raíz unitaria estacional significativa al 5%, es decir la serie podría ser I (1,1).

Se procede a analizar diferentes modelos SARIMA, estudiando su comportamiento de acuerdo a si se asume la existencia de una o dos raíces unitarias regulares y la existencia de una raíz estacional. También se estudia el comportamiento de las series intervenidas con las variables atípicas anteriormente descriptas. Los tres modelos que mejor ajustan a la serie en estudio, según el criterio AIC son los siguientes:

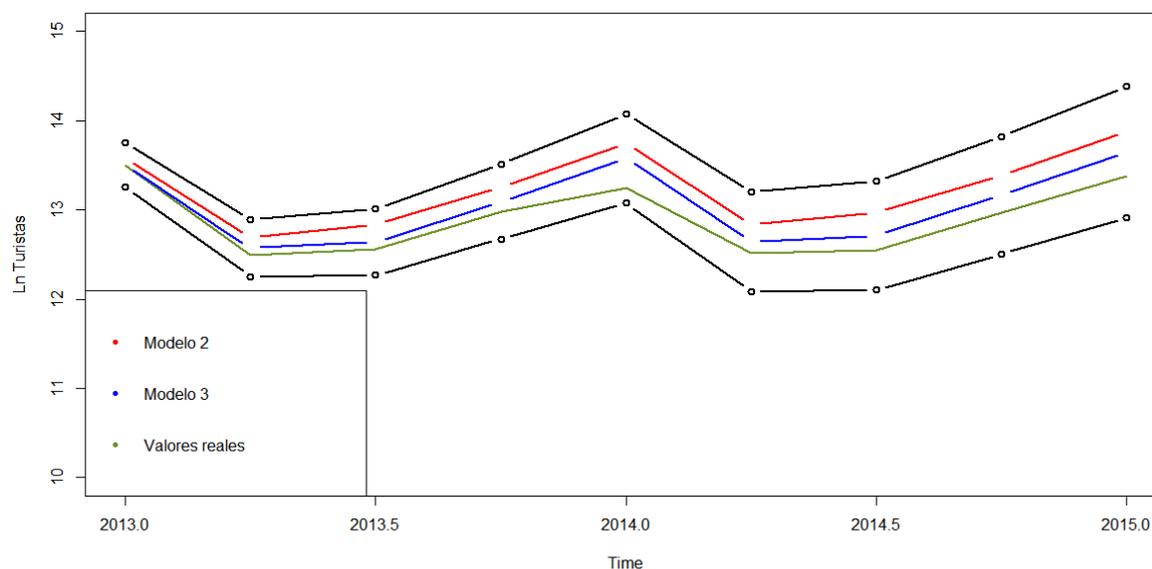
1. Modelo 1: ARIMA (2,1,2) (0,0,1) [4] intervenido (AIC: -3.98)
2. Modelo 2: ARIMA (0,1,1) (0,1,1) [4] intervenido (AIC: -101.86)
3. Modelo 3: ARIMA (0,1,1) (0,1,1) [4] (AIC: -101.27)

Según estos resultados, es significativa la existencia de una única raíz estacional y una única raíz unitaria regular, ya que los valores mínimos de AIC se encuentran en los modelos 2 y 3.

A continuación, se procede a analizar los errores de predicción de los dos modelos pre-seleccionados. Se procede a estimar los valores de la serie, desde el primer trimestre de 2013 al primer

trimestre de 2015, con los modelos pre-seleccionados para luego comparar con los valores reales dejados de lado al inicio. En la Figura 3 se visualiza la predicción de los modelos seleccionados.

Figura 3. *Comparación estimaciones "dentro de muestra"*



Nota: Elaboración propia

Los errores de estimación de cada modelo respecto a los valores reales se resumen en la Tabla 2. Según estos resultados, el modelo que mejor ajusta es el modelo 3; sin embargo al realizar la validación del modelo, se rechaza la hipótesis de que los residuos sean normales.

Tabla 2. *Errores de estimación.*

	Modelo 3	Modelo 4
MAPE	2,5758	1,1786
MPE	-2,5758	-1,1786
RMSE	0,35867	0,17965
Theil's U	0,0020963	0,0010644

Nota: Elaboración propia.

Se observa un valor atípico en el año 2002 en los residuos de la serie estimada (causada por el fenómeno de la crisis mencionado anteriormente), por lo que se interviene dicha serie con una variable dummy que toma el valor 1 para los trimestres del año 2002 y cero en el resto de los trimestres de estudio (It_{2002}). Dicha inclusión resulta significativa al 5% para el modelo. Mientras que la inclusión de la variable dummy, correspondiente a la situación argentina respecto de las restricciones para la adquisición de moneda extranjera en dicho país, resulta no significativa.

Se re-estiman los valores con la serie entera intervenida y a continuación se resumen los valores estimados de los parámetros involucrados en el mismo. El modelo 4 intervenido es un $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{[4]}$:

$$(1-L)(1-L_4)y_t=(1+\theta_1L)(1+\theta_2L_4)\varepsilon_t + w.It_{2002}$$

La Tabla 3 presenta las estimaciones y desvíos de los parámetros involucrados en dicho modelo.

Tabla 3. *Estimación y significación de parámetros para modelo de turistas argentinos*

	Significación de parámetros				
	Estimación	Desvío	t-valor	Pr(> t)	sig
(ma1) θ^*_1	-0,328	0,102	-3,193	7,04E-04	***
(Sma1) θ^*_2	-0,651	0,104	-6,218	2,51E-10	***
w*	-0,22	0,0715	-3,0891	1,00E-03	**

Nota: Elaboración propia. Código de significación: *** 0,001 **0,01

Se realizó la validación del modelo, realizando pruebas de homocedasticidad, normalidad e incorrelación a los residuos. Con el modelo anteriormente descrito, se procede a predecir los valores futuros de la cantidad de turistas argentinos como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. *Predicción de turistas argentinos*

	Predicción de cantidad de Turistas Argentinos			
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		269.055	283.172	436.033
2016	657.519	273.744	288.107	443.632

Nota: Elaboración propia con los valores obtenidos del modelo estimado.

Esta obra está bajo Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Universidad Anáhuac de Oaxaca, Oaxaca, México; 2017.

La Tabla 5 muestra los valores de los intervalos de confianza al 95%.

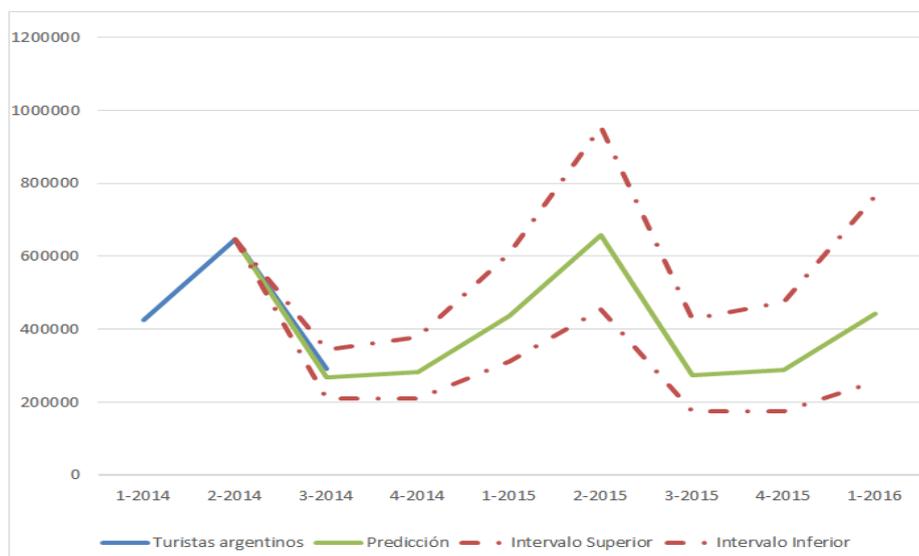
Tabla 5. *Mejor y peor escenario de la predicción de turistas argentinos.*

Intervalos de confianza al 95%				
Límite superior				
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		342.926	379.295	609.322
2016	954.018	428.035	474.118	764.679
Límite inferior				
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		211.097	211.409	312.027
2016	453.170	175.069	175.074	257.376

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 4 se aprecie la estimación de la cantidad de turistas argentinos para los trimestres 2, 3 y 4 del 2015 así como la estimación para el año 2016.

Figura 4. *Proyección de turistas argentinos.*

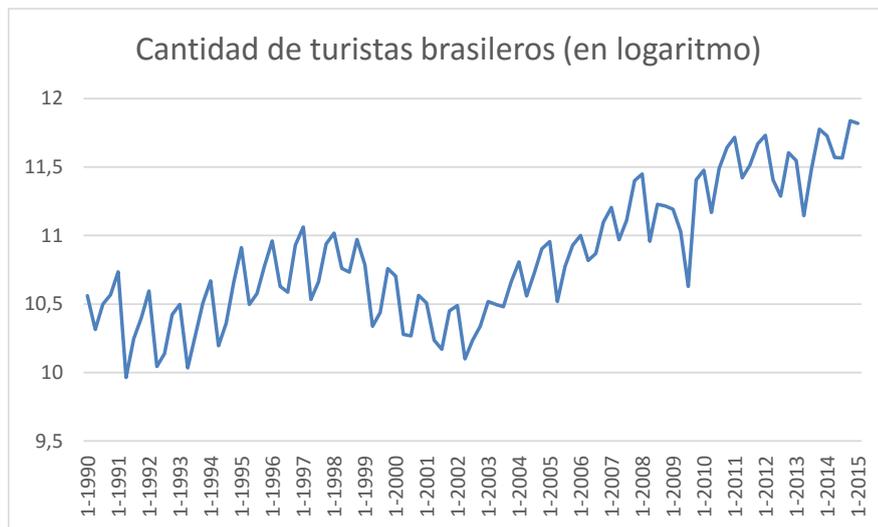


Nota: Elaboración propia con los valores obtenidos del modelo estimado.

5.2. Análisis de cantidad de turistas brasileños

En la Figura 5 se observan a los turistas brasileños, quienes muestran un comportamiento con tendencia creciente, por lo tanto la serie sería no estacionaria.

Figura 5. *Serie de turistas brasileños en logaritmo.*

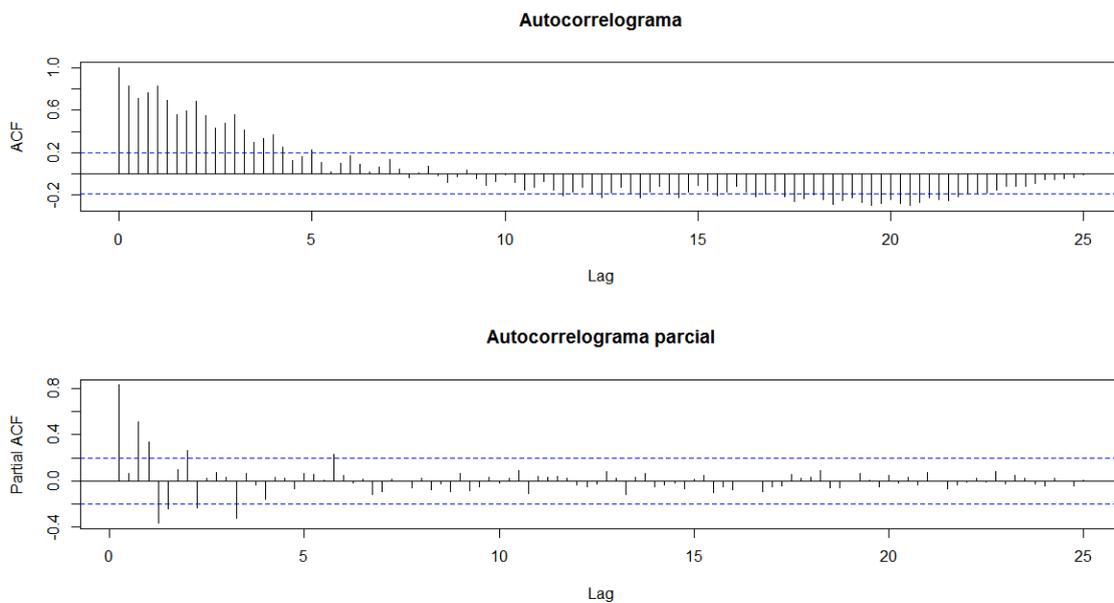


Nota: Elaborado en base a los datos obtenidos del Ministerio de Turismo y Deporte de Uruguay.

Para verificar la existencia de una tendencia determinística o estocástica, se procederá a analizar la existencia de raíces unitarias, regulares y estacionales, así como analizar la existencia de un componente AR, MA o ambas estacionales.

Al igual que como se analizó la cantidad de turistas argentinos, se corta la serie de turistas brasileños, hasta el cuarto trimestre de 2012, dejando el resto de los valores fuera de estudio momentáneamente, de manera de poder comparar luego, estos valores reales con los predichos por los modelos pre-seleccionados.

Figura 6. *Autocorrelograma y Autocorrelograma Parcial*



Nota: Elaboración propia

Los resultados de la Tabla 6 muestran la posible existencia de dos raíces unitarias, ya que al realizar la prueba ADF para la serie en la primera diferencia, la existencia de una raíz unitaria sigue dando significativa al 5%. Esto daría la pauta que la serie en estudio es I (2). Sin embargo, al realizar la prueba de raíz unitaria KPSS, sugiere la existencia de una única raíz unitaria. En este caso la serie en cuestión sería I (1).

Tabla 6. *Prueba ADF y KPSS de raíces unitarias para turistas brasileños.*

		Log(Serie)	Δ Log(Serie)	Δ^2 Log(Serie)
ADF	Estadístico	- 1,846	- 3,254	- 8,451
	p-valor	0,640	0,084	0,010
KPSS	Estadístico	2,041	0,073	
	p-valor	0,010	0,100	

Nota: Elaboración propia

Según la prueba OCSB es significativa al 5% la existencia de una raíz unitaria estacional.

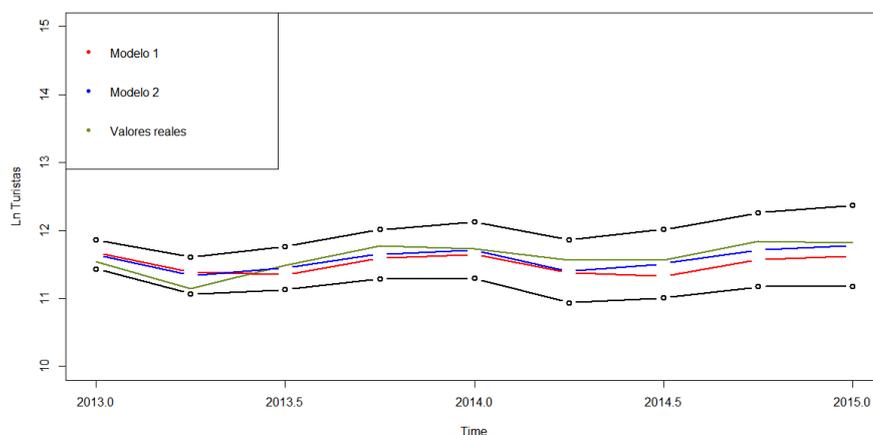
A partir de estos resultados, se analizarán diferentes modelos, tratando de estudiar la posible existencia de una o dos raíces unitarias regulares, y la existencia de una raíz unitaria estacional. Ninguna de las variables dummy relacionadas con los momentos atípicos mencionados en la Sección 4 resultaron significativas al 5%, sin embargo, se observa la existencia de otros valores atípicos significativos en los residuos correspondientes al tercer trimestre de 2009 (It2009), segundo trimestre de 1991 (It1991) y segundo trimestre de 2003 (It2003). Se estudiará la incorporación de dichas variables en el modelo.

Se analizan 3 modelos que se detallan a continuación:

- Modelo 1: ARIMA(1,1,1)(2,0,0)₄ intervenido (AIC= -119.06)
- Modelo 2: ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₄ intervenido (AIC= -119.84)
- Modelo 3: ARIMA(0,1,2)(0,0,1)₄ (AIC= -88.49)

Según estos resultados, los modelos con una única raíz unitaria regular se ajustan mejor a los datos, ya que los modelos con menor AIC son el modelo 1 y 2. Se pasará a analizar los errores de predicción, “dentro de muestra”, de ambos modelos. En la Figura 7 se puede apreciar las estimaciones de ambos modelos respecto de la serie observada.

Figura 7. *Comparación estimaciones “dentro de muestra”*



Nota: Elaboración propia

Tabla 7. *Errores de estimación para turistas brasileños.*

	Modelo 1	Modelo 2
MAPE	1,587	0,834
MPE	0,871	0,252
RMSE	0,194	0,112
Theil's U	0,001	0,001

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se detallan los errores de estimación arrojado por ambos modelos. Según los resultados anteriores, el modelo que mejor ajusta es el modelo 2. Se re-estima el modelo con toda la serie entera y se verifica que los residuos estimados cumplan con todas las etapas del diagnóstico. Finalmente el modelo a utilizar es el siguiente: ARIMA (0,1,1)(0,1,1)_[4]

$$(1-L)(1-L_4)y_t=(1+\theta_1L)(1+\theta_2L_4)\varepsilon_t+w_1It_{2009}+w_2It_{1991}+w_3It_{2003}$$

La Tabla 8 muestra la estimación de los parámetros, así como su desvío y significación.

Tabla 8. *Reestimación de parámetros del modelo 2 para serie turistas brasileños.*

Significación de parámetros					
	Estimación	Desvío	t-valor	Pr(> t)	sig
θ^*_1	-0,23662	0,093901	-2,5199	5,87E-03	**
θ^*_2	-0,82615	0,08264	-9,997	0,00E+00	***
w^*_1	-0,54679	0,084144	-6,4983	4,06E-11	***
w^*_2	-0,25843	0,08546	-3,024	1,25E-03	**
w^*_3	0,238	0,082542	2,8834	1,97E-03	**

Nota: Elaboración propia. Código de significación: *** 0,001 **0,01

La Tabla 9 presenta las predicciones estimadas para el segundo, tercer y cuarto trimestre del año 2015, así como para los trimestres del año 2016.

Tabla 9. *Predicción de la cantidad de turistas brasileños.*

Predicción de cantidad de Turistas Brasileños				
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		101.826	115.372	145.020
2016	147.624	109.724	124.320	156.268

Nota: Elaboración propia con los valores obtenidos del modelo estimado.

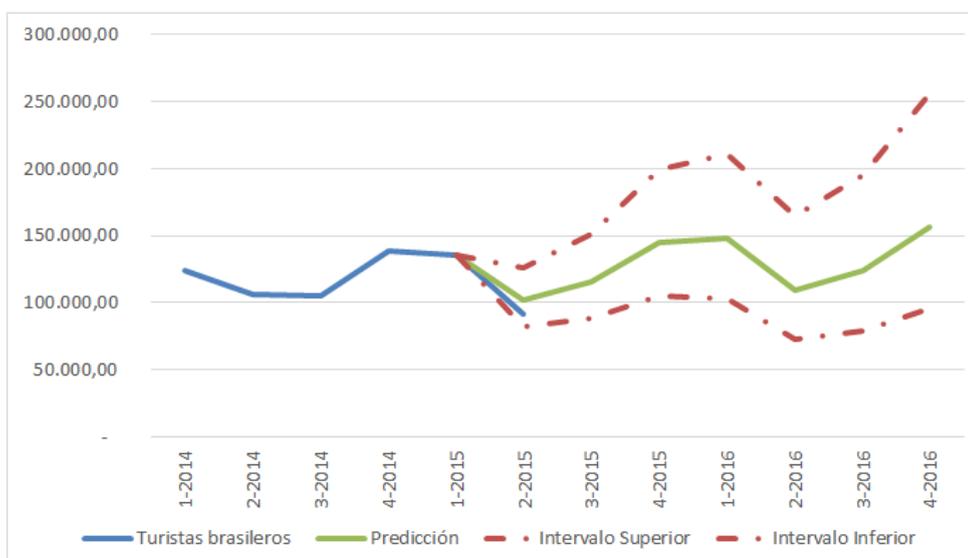
Por otro lado, en la Tabla 10 se muestran los intervalos de confianza al 95% para las proyecciones realizadas.

Tabla 10. *Mejor y peor estimación de la cantidad de turistas brasileños.*

Intervalos de confianza al 95%				
Límite superior				
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		126.235	151.183	198.955
2016	210.797	165.204	195.412	255.471
Límite inferior				
	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
2015		82.137	88.043	105.706
2016	103.384	72.876	79.092	95.587

Nota: Elaboración propia con los valores obtenidos del modelo estimado.

La Figura 8 muestra la proyección obtenida del modelo 2 estimado para la cantidad de turistas brasileños, así como el intervalo de confianza para el 95%.

Figura 8. *Proyección de turistas brasileños vs. valores observados*

Nota: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Se encontraron dos modelos con ajuste estacional para estimar el número de turistas argentinos y brasileños. En el modelo estimado para los turistas argentinos, se verifica la existencia de una raíz unitaria regular y una raíz unitaria estacional. También se encontró significativa la existencia de un componente MA estacional y regular. La incorporación de la variable “período de corte de puentes”, suceso atípico que a priori se pensó podría influir en el modelo, no fue significativa al 5%. Sin embargo, la inclusión de la variable dummy “Crisis del año 2002” sí fue significativa al 5% para el modelo. Se podría concluir que si bien el corte de puentes afectó en alguna medida el pasaje de turistas de un país a otro, existieron otras vías mayormente utilizada por los turistas argentinos (vía marítima o aérea) por lo cual no afectó significativamente al turismo. Sin embargo, la crisis 2002 que no solo afectó a Uruguay sino también a los países limítrofes, causó un impacto negativo en el comportamiento de la llegada de turistas argentinos durante ese año.

Se estima que la cantidad de turistas argentinos que ingresarían a Uruguay, se incrementarían un 5,6% para el año 2015 respecto del 2014. El modelo estima un aumento del 7,4% para el año 2016 de ingreso de turistas argentinos respecto del 2014.

El modelo encontrado para la estimación de la cantidad de turistas brasileños que ingresan a Uruguay, también verificó la existencia de una raíz unitaria regular y estacional. También se verifica la existencia de un componente MA regular y otro estacional. Las variables atípicas consideradas inicialmente (Plan Real, Crisis 2002 y la devaluación brasileña del año 1999) resultaron no significativas para el modelo al 5%.

Sin embargo, se incluyeron al modelo las variables dummy It2009, It1991, It2003, que describen valores atípicos encontrados en los residuos, resultando las mismas significativas al 5%. La proyección realizada según el modelo encontrado, estima un incremento para el año 2015 del 5,1% respecto del año 2014. Se prevé un aumento del ingreso de brasileños del 13,5% para el año 2016, respecto del año 2014.

6. Referencias

- Alleyne, D., (2006). Can Seasonal Unit Root Testing Improve the Forecasting Accuracy of Tourist Arrivals? *Tourism Economics*, 12, pp. 45-64.
- Altmark, S., Larruina, K., (2011). Cuantificación y caracterización general del empleo turístico en Uruguay. *Quantum*, VI (1), pp.80-97
- Altmark, S., Mordecki, G., Risso, W. A. & Santiñaque, F., (2013). Argentinian and Brazilian Demands for Tourism in Uruguay. *Tourism Analysis*, 18 (2), pp. 173-182
- Armellini, M., & Revertía, I. (2003). *Turismo receptivo en Uruguay: una evaluación del aporte al producto, el empleo y las remuneraciones*. Proceedings of the XVIII, Jornadas de Economía del Banco Central del Uruguay, Montevideo.
- Box G., Jenkins G. (1970). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. San Francisco, CA.: Holden-Day.
- Brida, J., Lanzilotta, B. & Risso, W. A. (2010). The Tourism-Led Growth Hypothesis for Uruguay. *Tourism Economics*, 16 (3), pp. 765-771.
- Brida J. G. & Risso W. A. (2011). Research Note: Tourism Demand Forecasting with SARIMA Models – The Case of South Tyrol. *Tourism Economics*, 17 (1), pp. 209-221.
- Brida J. G., Garrido N. (2011). Tourism Forecasting Using SARIMA Models in Chilean Regions. *International Journal of Leisure and Tourism Marketing*, 2(2), pp. 176-190.
- Brida, J., Lanzilotta, B., Pereyra, J. & Pizzolon, F. (2012). El turismo como Factor del Crecimiento Económico: un estudio comparativo de los países del MERCOSUR. *Revista de Economía Mundial*, 34, pp. 75-96.
- Brida, J., Bukstein, D. & Tealde, E. (2012). Patrones de gasto de cruceristas en dos puertos uruguayos. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 21 (5), pp.1190-1210.
- Chang, C.L., Sriboonchitta, S. & Wiboonpongse, A. (2009). Modelling and Forecasting Tourism from East Asia to Thailand under Temporal and Spatial Aggregation. *Mathematics and Computers in Simulation*, 79, pp 1730–1744.
- Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasting*. Florida: Chapman & Hall/CRC
- Chu, F. (2008a). A Fractionally Integrated Autoregressive Moving Average Approach to Forecasting Tourism Demand. *Tourism Management*, 29, pp 79–88.

- Chu, F. (2008b). Analyzing and Forecasting Tourism Demand with ARAR Algorithm. *Tourism Management*, 29, pp 1185–1196.
- Chu, F. (2009). Forecasting Tourism Demand with ARMA-Based Methods. *Tourism Management*, 30 (5), pp. 740–751.
- Coshall, J.T. (2009). Combining Volatility and Smoothing Forecasts of UK Demand for International Tourism. *Tourism Management*, 30 (4), pp 495–511.
- Dickey, D. & Fuller, W. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49, pp. 1057-1071.
- Du Preez, J. y Witt, S. (2003). Univariate versus multivariate time series forecasting: An application to international tourism demand. *International Journal of Forecasting*, 19, pp. 435-451.
- Kwiatkowski, D, Phillips, P., Schmidt, P. & Shin, Y. (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of a Unit Root. *Journal of Econometrics*, 54, 159–178.
- Li, G. & Song, H. (2008). Tourism Demand Modeling and Forecasting – A Review of Recent Research. *Tourism Management*, 29 (2), pp. 203-220.
- Li, G., Song, H. & Witt, S., (2005). Recent Developments in Econometric Modelling and Forecasting. *Tourism Management*, 29, pp. 203-220.
- Lim, C. (1999). A meta-analysis review of international tourism demand. *Journal of Travel Research*, 37, pp. 273-284.
- Mantero, R., Perelmuter, N. & Sueiro, I. (2004). *Determinantes económicos del turismo receptivo en Uruguay*. CINVE, trabajo no publicado.
- Ministerio de Turismo (2015). *Anuario Estadístico 2014*. Obtenido de www.mintur.gub.uy
- Osborn, D.R., Chui, A. P. L., Smith J. & Birchenhall, C. R. (1988). Seasonality and the Order of Integration for Consumption. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 50 (4), pp.361-377.
- Risso, W.A. (2012). El gasto de los cruceristas en Uruguay 2008-2010. *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 10 (3), pp. 393-406.
- Robano, V. (2000). *Determinantes del turismo receptivo en Uruguay*. Trabajo presentado en las XV Jornadas de Economía del Banco Central del Uruguay, Montevideo.

- Santos, G.E. de Oliveira (2009). Forecasting Tourism Demand by Disaggregated Time Series—Empirical Evidence from Spain. *Tourism Economics*, 15(2), pp 467–472.
- Serviansky, M., (2011), *El impacto del costo del transporte en la demanda de turismo receptivo argentino en Uruguay. Un análisis desagregado de cointegración y causalidad*. Tesis presentada para el grado de Maestría en Economía, Montevideo, Uruguay.
- Song, H., Witt, S. F., Wong, K. F. & Wu, D. C. (2009). An Empirical Study of Forecast Combination in Tourism. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 33(1), pp 3–39.
- Vu, J. C. & Turner, L. W. (2005). Data Disaggregation in Demand Forecasting. *Tourism and Hospitality Research*, 6(1), pp 38–52.
- Vu, J. C. & Turner, L. W. (2006). Regional Data Forecasting Accuracy: The Case of Thailand. *Journal of Travel Research*, 45, pp 186–193.

Para citar este artículo (estilo APA):

Altmark, S., Mordecki, G., Risso, A. y Santiñaque, F. (2017). Proyección del número de turistas mediante un modelo SARIMA. *Transitare*, 3, 139-162