



## Determinación de arribos de turistas a una unidad aeroportuaria basado en series históricas.

## Determination of arrivals of tourists to an airport unit based on historical series

Elianne Dolón-Diéguez<sup>1</sup>, Manuel de J. Vázquez-Garriga<sup>1</sup>, Arlyne Medina-Enríquez<sup>1</sup>, Dianelys Nogueira-Rivera<sup>1</sup>, Alberto Medina-León<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba y profesor invitado del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

---

Recibido: 01-11-2017

Aceptado: 07-12-2017

Autor corresponsal: **Elianne Dolón-Diéguez** [elianne.dolon@umcc.cu](mailto:elianne.dolon@umcc.cu)

DOI: 10.63728/riisds.v3i1.301

## **Resumen**

Los aeropuertos y en especial el que se presenta como caso de estudio poseen una alta estacionalidad en sus operaciones. La cantidad de arribos de pasajeros y, por tanto, de vuelos resultan las variables de entrada para la proyección de sus sistema logístico y de la organización de sus operaciones en general. El presente estudio propone un procedimiento y su aplicación para la determinación de la previsión de los pasajeros a arribar sobre la base de series históricas en este tipo de instalaciones, a la vez, que brinda la posibilidad la posibilidad a los gestores que sobre la base de las operaciones nuevas confirmadas afecten este pronóstico en busca de un acercamiento a la realidad.

## **Palabras claves**

Pronósticos, serie históricas, procedimiento

## **Abstract**

Airports and especially the one presented as a case study have a high seasonality in their operations. The number of arrivals of passengers and, therefore, flights are the input variables for the projection of their logistics system and the organization of their operations in general. The present study proposes a procedure and its application for the determination of the anticipation of the passengers to arrive on the basis of historical series in this type of facilities, at the same time, which offers the possibility to the managers that on the basis of New confirmed operations affect this forecast in search of an approach to reality.

## **Keywords**

Forecasts, historical series, procedure

## **Introducción**

Históricamente en el contexto empresarial, los responsables de procesos y la alta dirección, centran gran parte de sus preocupaciones en conocer el estado futuro de sus ventas, demanda e insumos y de todo aquello que signifique riesgo u oportunidad de progreso en el manejo de sus finanzas (Pérez, 2015). De esto se deriva la vital importancia que presenta realizar pronósticos certeros para la gestión empresarial, dando mayor prioridad a los procesos más críticos y a sus actividades clave, con el fin de que las decisiones que se tomen sobre estas, generen el mayor impacto posible (Salazar & Cabrera, 2007).

La previsión de la demanda es una de las actividades de mayor relevancia para cualquier empresa, ya que provee los datos básicos de entrada para la planificación y el control de las áreas funcionales. En lo que respecta a la logística los problemas particulares de previsión se enfocan al carácter espacial y temporal de la demanda, y en la variación e irregularidad que posee (Medina León, Nogueira Rivera, & Gonzalez Santoyo, 2002).

Por otro lado, la localización espacial de la demanda y las diferencias geográficas afectan su comportamiento y hacen necesario planificar la ubicación de instalaciones como los almacenes, para:

- ✓ un mejor control de los inventarios a través de la red logística, y
- ✓ un adecuado balance y distribución de los medios de transporte.

(Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2009) Plantean: “En los ámbitos empresarial, económico y político, la predicción y el pronóstico tienen diversos significados. Uno más específico para el pronóstico y otro más amplio para la predicción”. Define que:

**Pronóstico:** Es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro surgido de proyectar hacia el futuro datos del pasado que combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro.

**Predicción o previsión:** Proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos provenientes del pasado; estas consideraciones subjetivas no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada.

En principio, las técnicas pueden clasificarse en dos grandes categorías: técnicas cuantitativas y técnicas cualitativas. Varios autores como (Company, 1990), (Schroeder, 2011), (Zandin & Maynard, 2011), (Hiller & Lieberman, 2001) coinciden en que:

- **Las técnicas cualitativas** se basan fundamentalmente en el conocimiento humano y efectúan las estimaciones futuras a partir de informaciones cualitativas tales como, opiniones de uno o más expertos, analogías, comparaciones, etc. En ocasiones son conocidas como técnicas subjetivas y en ellas, la distinción entre pronóstico y previsión no es tan acusada.

- **Las técnicas cuantitativas** se apoyan en dos técnicas estadísticas convencionales: El análisis de series de tiempo o cronológicas y los modelos causales.

Autores como (Schroeder, 2011), y (Hillier, Hillier, & Lieberman, 2002), refieren a que, en los modelos causales, el tiempo no es la variable independiente “base” para la recogida de la información, sino que se suponen establecidas unas relaciones determinadas entre algunas de las variables que intervienen y se trata de determinar cuáles son “exactamente” estas relaciones. La forma más común de encontrarlas es como ecuaciones de regresión.

Según (Díaz, 1993), los métodos causales de pronóstico desarrollan un modelo de causa y efecto entre la demanda y otras variables. Existen los siguientes métodos: Regresión, Modelos econométricos, Modelos de insumo-producto, Modelos de simulación.

La presente investigación se centra en la necesidad de prever la cantidad de arribos de pasajeros de una unidad aeroportuaria como insumo a su sistema logístico y de gestión de operaciones en particular. El objetivo se centra en determinar el modelo de pronóstico que se puede utilizar como referencia, conocida su serie histórica y en función de los errores determinados y la estacionalidad calculada realizar un estimado de la carga de la instalación.

### **Materiales y Métodos**

Se seleccionan los métodos cuantitativos, que utilizan un modelo básico para llegar al pronóstico y que requieren del uso de datos históricos para predecir sucesos futuros. Dentro de estos métodos se destaca el modelo de análisis de series de tiempo para la estimación de la demanda. Los datos fueron procesados con el software WINQSB, módulo Forecasting.

El desarrollo de la investigación parte del análisis bibliográfico acerca de los distintos procedimientos para el estudio de la demanda con basamento en Series históricas. Se determina utilizar la propuesta de (Medina, Maden, & Rivera, 2008) la que se representa en la Figura 1, sustentados en los preceptos de (Vollmann, Jacobs, Berry, Whybark, & Whybark, 2004), (Heizer & Render, 2005), (Kazmier, 2007), (Krajewsky, Ritzman, & Malhotra, 2008) y (Schroeder, 2011).

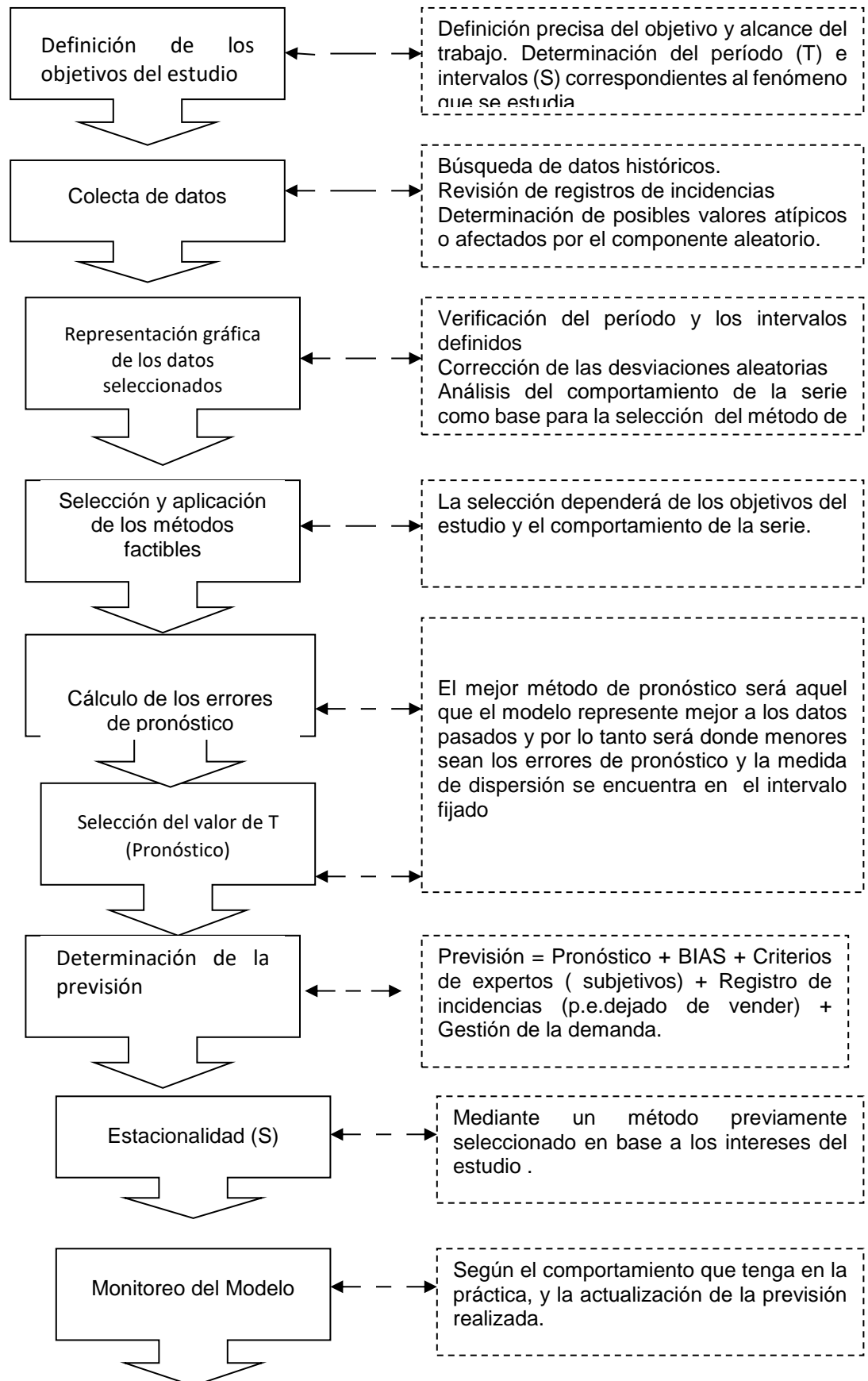


Fig. 1: Procedimiento propuesto para realizar un estudio por el Método de Series Históricas. Fuente (Medina et al., 2008)

## Resultados y discusión

### Paso 1: Definición de los objetivos y el horizonte temporal del estudio

El pronóstico tiene como objetivo fundamental determinar la cantidad de pasajeros que arriban al Aeropuerto en el año 2017. Para ello se cuenta con una serie histórica compuesta por los 12 meses de los años 2011 al 2016. Se considera como tendencia la cantidad de pasajeros anuales y como Estacionalidad los de cada mes. Para la realización del pronóstico se empleará el software WINQSB, con el módulo Forecasting.

### Paso 2: Colecta de datos

La información para el pronóstico se obtuvo a partir del resultado de la revisión y análisis de documentos del Aeropuerto, tabla 1.

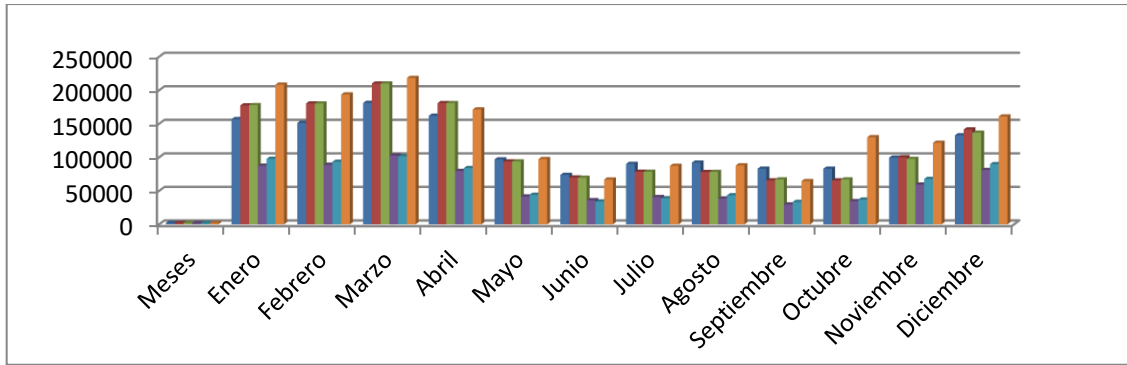
**Tabla 1.** Arribo de turistas mensuales al Aeropuerto.

Meses	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	156843	177288	177718	87414	97614	208253
Febrero	151198	180236	180236	88812	93232	193716
Marzo	180996	209914	209983	102646	101515	218250
Abril	161823	180725	180734	79589	83887	171237
Mayo	96818	93705	93705	41479	44059	97356
Junio	73703	69749	69399	36054	33969	66756
Julio	89967	78360	78360	40648	38792	87163
Agosto	91940	78035	78130	38446	43235	87823
Septiembre	82904	65455	66939	29524	33363	64437
Octubre	82904	65455	66939	34643	36918	729831
Noviembre	99419	99942	97473	59299	67596	121570
Diciembre	132651	141351	136552	81019	89657	160780
Total	1401166	1440215	1436168	719573	763837	2207172

**Fuente:** Aeropuerto

### Paso 3: Representación gráfica de los datos

En la Figura 2 se observa el comportamiento de la serie histórica por meses. Permite la preselección de los métodos de pronóstico a utilizar.



**Figura 2.** Comportamiento del arribo de turistas al Aeropuerto

#### Paso 4: Selección y aplicación de los métodos factibles de pronóstico

Para esta investigación fueron empleados seis (6) de los métodos disponibles y el apoyo del software WINQSB, según se muestra:

Simple average (SA), en español promedio simple.

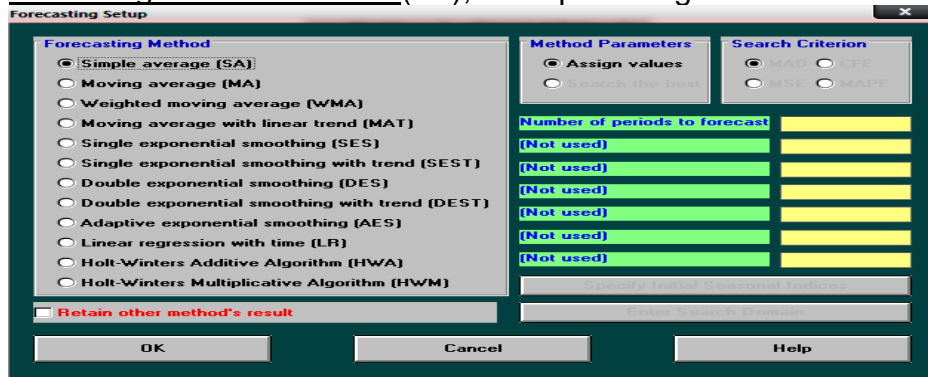
Moving average (MA), en español promedio móvil.

Weighted moving average (WMA), en español promedio móvil ponderado.

Moving average with linear tendency (MAT), en español promedio móvil con tendencia lineal.

Single exponential smoothing (SES), en español suavizado exponencial simple.

Linear regression with time (LR), en español regression lineal.



**Figura 3.** Métodos de pronósticos disponibles en el software WINQSB. **Fuente:** Pantalla de inicio del software WINQSB.

#### Pasos 4 y 5: Selección del valor de T (Pronóstico) y Cálculo de los errores de pronóstico

Para determinar el método más factible de pronóstico es preciso centrar la atención hacia dos criterios fundamentales:

1. Seleccionar aquel método cuyo error de pronóstico (MAD) sea menor.
2. Se debe cumplir que el valor de la señal de rastreo se encuentre dentro de los límites de  $\pm 6$ .

El primer paso es ingresar el título del problema: Arribo de turistas, luego ingresar la unidad de tiempo que en este caso es años, y la cantidad de años con que cuenta la serie histórica figura 4.

**Figura 4.** Ventana para introducir datos. **Fuente:** Pantalla del software WINQSB.

Luego de registrar los datos de los seis años correspondientes a la serie histórica en la figura 5 se procede a hallar el pronóstico por el método de la media simple, que se aprecia en la fig. 6.

Years	Historical Data
1	1401166
2	1440215
3	1436168
4	719573
5	763837
6	2207172

**Figura 5.** Ventana para introducir las cifras de la serie histórica. **Fuente:** Pantalla del software WINQSB.

05-12-2017 Years	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	1401166								
2	1440215	1401166	39049	39049	39049	1.524824E+09	2.711331	1	1
3	1436168	1420691	15477.5	54526.5	27263.25	8.821887E+08	1.894513	2	1
4	719573	1425850	-706276.6	-651750.1	253601	1.668637E+11	33.9804	-2.569982	0.412253
5	763837	1249281	-485443.5	-1137194	311561.7	1.840616E+11	41.37362	-3.649979	0.708654
6	2207172	1152192	1054980	-82213.38	460245.4	3.698459E+11	42.65846	-0.1786294	4.173397E-02
7		1328022							
CFE		-82213.38							
MAD		460245.4							
MSE		3.698459E+11							
MAPE		42.65846							
Trk.Signal		-0.1786294							
R-sqaure		4.173397E-02							

**Figura 6.** Método de la media simple. **Fuente:** Pantalla del software WINQSB.

En la Tabla 2 se encuentran los valores pronosticados para los arribos de turistas de 2017 por el software WINQSB, donde se muestran parámetros como el error acumulado del pronóstico (CFE), la desviación media absoluta (MAD), la señal de rastreo (SR), la desviación cuadrática media (M.S.E), el error porcentual medio absoluto (MAPE), la desviación típica y el valor del sesgo o BIAS. Este proceder se repite para los siguientes métodos y alternativas a considerar. Los resultados se resumen en la tabla 2. El mejor método de pronóstico es el modelo que represente mejor a los datos pasados y por lo tanto es donde menores son los errores de pronóstico y la medida de dispersión se encuentra en el intervalo fijado.

### **Cálculo de los errores de pronóstico y selección del valor de T (Pronóstico)**

Tabla 2. Valores de pronóstico de arribos de turistas para 2017.

Método	Característica	Y <sup>^</sup>	CFE	MAD	MSE	MAPE	SR	BIAS
Media	—	1328022	-82213,38	460245,4	3,69	42,65	-0,17	-13702,23
Media	n=2	1485505	448292,5	628399,1	6,90	52,11	0,71	74715,41
	n=3	1230194	92887	791690	7,36	70,32	0,11	15481,16
	n=4	1281688	631780,3	801333,6	7,41	57,08	0,78	105296,71
Media Móvil Ponderada	n=2 0.7 y 0.3	1774172	575758,4	588201,4	6,66	47,15	0,97	95959,73
	n=2 0.2 y 0.8	1918505	639491,1	568102,5	6,58	44,68	1,12	106581,85
	n=2 0.1 y 0.9	2062839	703224,3	548074,7	6,52	42,20	1,28	117204,05
	n=3 0.3, 0.3 y 0.4	1327892	160699,3	783043,5	7,41	68,60	0,20	26783,16
	n=3 0.2, 0.3 y 0.5	956489	149185,6	912123,2	9,76	80,17	0,16	24864,16
Media Móvil con	n=2	3650507	1404286	728893,5	7,61	66,25	1,92	234047,66
	n=3	2717793	1450859	977805,3	1,42	75,60	1,48	241809,83
Suavizado Exponenci	Alpha=0.2 F(0)=22071	1591223	-2273737	762721	6,26	75,01	-2,98	-378956,16
	Alpha=0.2 F(0)=13280	1360759	90546,25	473725,2	3,59	42,85	0,19	15091,04
Regresión	-	1456452	-0,125	415340	2,44	39,33	-3,0	-0,041

Fuente: Elaboración propia.

### Paso 6: Selección del pronóstico

El pronóstico seleccionado es el que mejor represente los datos del pasado por lo que es el que tenga menor MAD y su señal de rastreo se encuentre entre -6 y 6. En este caso el que cumple las condiciones planteadas anteriormente es el método de Regresión Lineal que estima un valor de 1 456 452 turistas que arribarán en el año 2017 al Aeropuerto, con un MAD equivalente a 415 340, una señal de rastreo de -3,0 y un BIAS de -0,041.

### Paso 7: Determinación de la previsión

Previsión = Pronóstico + BIAS, Previsión = 1 456 452 + (-0,041), Previsión = 1 456 452 turistas

### Paso 8: Estacionalidad

Para hallar la estacionalidad se utiliza el método del porcentaje promedio, el cual suministra un procedimiento rápido y simple para elaborar un índice estacional. El primer paso consiste en expresar la información de cada mes (o sub periodos) correspondientes, se promedian para obtener el conjunto de números que constituyen el índice estacional.

En la tabla 3 se encuentra la información correspondiente a la serie histórica analizada y en la última fila su promedio mensual correspondiente.

MES/AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>ENE</b>	156843	177288	177718	87414	97614	208253
<b>FEB</b>	151198	180236	180236	88812	93232	193716
<b>MAR</b>	180996	209914	209983	102646	101515	218250
<b>ABR</b>	161823	180725	180734	79589	83887	171237
<b>MAY</b>	96818	93705	93705	41479	44059	97356
<b>JUN</b>	73703	69749	69399	36054	33969	66756
<b>JUL</b>	89967	78360	78360	40648	38792	87163
<b>AGO</b>	91940	78035	78130	38446	43235	87823
<b>SEP</b>	82904	65455	66939	29524	33363	64437
<b>OCT</b>	82904	65455	66939	34643	36918	729831
<b>NOV</b>	99419	99942	97473	59299	67596	121570
<b>DIC</b>	132651	141351	136552	81019	89657	160780
<b>Σ</b>	<b>1401166</b>	<b>1440215</b>	<b>1436168</b>	<b>719573</b>	<b>763837</b>	<b>2207172</b>
<b>Xmed</b>	<b>116763,833</b>	<b>120017,917</b>	<b>119680,667</b>	<b>59964,4167</b>	<b>63653,0833</b>	<b>183931</b>

**Tabla 3.** Cálculo del promedio mensual del arribo de turistas al aeropuerto. **Fuente:** elaboración propia en Microsoft Office Excel.

En la tabla 4 las columnas con los años 2011 al 2016 es resultado de dividir el valor real de cada mes entre el promedio mensual para el año, expresado en por ciento.

MES/AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>ENE</b>	134,324984	147,717945	148,493491	145,776454	153,353137	113,223437
<b>FEB</b>	129,490439	150,174245	150,597423	148,107836	146,468946	105,31993
<b>MAR</b>	155,010327	174,902219	175,452733	171,178185	159,48167	118,658627
<b>ABR</b>	138,590003	150,581684	151,01353	132,727048	131,787803	93,0984989
<b>MAY</b>	82,9177985	78,0758428	78,295854	69,1726899	69,2173854	52,9307186
<b>JUN</b>	63,1214289	58,1154897	57,9868093	60,1256579	53,3658359	36,294045
<b>JUL</b>	77,0503995	65,2902518	65,4742342	67,786868	60,9428451	47,3889665
<b>AGO</b>	78,740135	65,0194589	65,2820561	64,1146902	67,9228684	47,7477967
<b>SEP</b>	71,0014374	54,5376906	55,9313395	49,2358663	52,4138003	35,0332462
<b>OCT</b>	71,0014374	54,5376906	55,9313395	57,7725957	57,9987615	396,796081
<b>NOV</b>	85,1453718	83,2725669	81,4442322	98,8903141	106,194384	66,095438
<b>DIC</b>	113,606239	117,774916	114,096958	135,111795	140,852564	87,4132147

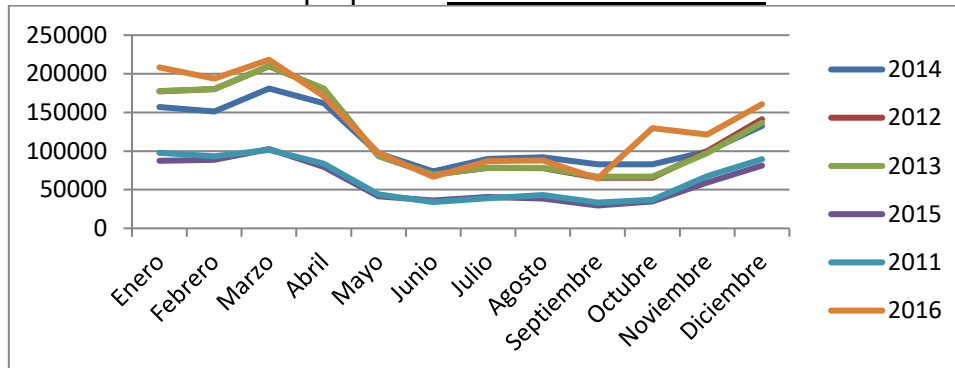
**Tabla 4.** Valor real de cada mes dividido entre el promedio mensual para el año en por ciento. **Fuente:** Elaboración propia en Microsoft Office Excel.

A continuación se promedian los porcentajes de los mismos meses; para determinar el índice estacional, se utiliza una media o mediana. En este caso utilizaremos la media como se muestra en la tabla 5. En la figura 3

**Tabla 5.** Porcentajes de los meses promediados para la determinación del índice estacional.

MES/AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	MES/AÑO	Xmedia	Pronóstico
ENE	134,324984	147,717945	148,493491	145,776454	153,353137	113,223437	ENE	140,481574	170501,981
FEB	129,490439	150,174245	150,597423	148,107836	146,468946	105,31993	FEB	138,359803	167928,676
MAR	155,010327	174,902219	175,452733	171,178185	159,48167	118,658627	MAR	159,11396	193118,204
ABR	138,590003	150,581684	151,01353	132,727048	131,787803	93,0984989	ABR	132,966428	161382,683
MAY	82,9177985	78,0758428	78,295854	69,1726899	69,2173854	52,9307186	MAY	71,7683815	87106,0023
JUN	63,1214289	58,1154897	57,9868093	60,1256579	53,3658359	36,294045	JUN	54,8348778	66553,6395
JUL	77,0503995	65,2902518	65,4742342	67,786868	60,9428451	47,3889665	JUL	63,9889275	77664,0012
AGO	78,740135	65,0194589	65,2820561	64,1146902	67,9228684	47,7477967	AGO	64,8045009	78653,8708
SEP	71,0014374	54,5376906	55,9313395	49,2358663	52,4138003	35,0332462	SEP	53,0255634	64357,6565
OCT	71,0014374	54,5376906	55,9313395	57,7725957	57,9987615	396,796081	OCT	115,672984	140393,458
NOV	85,1453718	83,2725669	81,4442322	98,8903141	106,194384	66,095438	NOV	86,8403846	105399,043
DIC	113,606239	117,774916	114,096958	135,111795	140,852564	87,4132147	DIC	118,142615	143390,873

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Office Excel.



**Figura 3** Arribo de turistas por mes en los años comprendidos entre 2011 y 2016 al Aeropuerto. **Fuente:** elaboración propia.

Una vez calculados los números índices, se requiere de afectar el pronóstico calculado para el año próximo por este índice para obtener su correspondiente estimación mensual. Se observa en la tabla 5 y en la Figura 3 que para los meses de enero, febrero y marzo los arribos de turistas al Aeropuerto son mayores mientras que son menores en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

## Conclusiones

El uso del pronóstico es útil para el cálculo de demanda en instalaciones aeroportuarias, y constituye una herramienta en la planificación efectiva y la tomar decisiones.

Para determinar el pronóstico de demanda se propone el procedimiento propuesto por (Medina et al., 2008), para la realización de un pronósticos.

Analizados los valores reales del primer cuatrimestre del 2017 se observa un incremento de 18 % respecto al valor calculado y esto viene dado por el aumento en un 4 % del de arribos de turistas procedentes de nuevos mercados emisores.

### Referencias bibliográficas

- Company's, R. (1990). *Previsión tecnológica de la demanda*. Barcelona.
- Díaz, A. (1993). *Producción Gestión y Control*. Barcelona.
- Heizer, J., & Render, B. (2005). *Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas* (6ta Edición ed.). Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Hiller, F. S., & Lieberman, G. J. (2001). *Investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Hillier, F. S., Hillier, M. S., & Lieberman, G. J. (2002). *Métodos cuantitativos para administración*. México: McGraw Hill.
- Kazmier, L. J. (2007). *Estadística aplicada a administración y economía (4a ed.)*. México: McGraw-Hill.
- Krajewsky, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Aministración de operaciones* (Octava Edición ed.). México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Medina, A., Maden, R. H., & Rivera, D. N. (2008). *Fundamentos Generales de la logística. Capítulo 5*. La Habana.
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., & Gonzalez Santoyo, F. (2002). *Técnicas de análisis empresariales en la certeza e incertidumbre*. Morelia, Michoacán: Editorial FeGoSa Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2009). *Introduction to time series analysis and forecasting*. New York: Wiley.
- Pérez, L. (2015). Sistema de predicción financiera para hoteles mediante Redes Neuronales Artificiales. *Revista Retos Turísticos*, 10(2).
- Salazar, M. A., & Cabrera, M. (2007). Pronóstico de demandas por medio de redes neuronales artificiales. *Revista Ingeniería Industrial*, XXXII(3).
- Schroeder, R. (2011). *Administración de Operaciones. casos y conceptos contemporáneos*. (Segunda Edición ed.). México D.F.
- Vollmann, T. E., Jacobs, F. R., Berry, W. L., Whybark, O. C., & Whybark, D. C. (2004). *Manufacturing planning and control for supply management* (5a. ed ed.). Nueva York: McGraw -Hill.
- Zandin, K., & Maynard. (2011). *Maynard, Manual de Ingeniero Industrial (2 Vols) (5a ed)*. México: MC Graw Hill.