

## DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD AÉREA EN MÉXICO. EL CASO DEL GRUPO AEROPORTUARIO DEL CENTRO NORTE

Josué Adonis Lagunes García<sup>a</sup> y Alfonso Herrera García<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería, Instituto Tecnológico de Orizaba  
Avenida Tecnológico No. 852, Orizaba, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Coordinación de Integración del Transporte, Instituto Mexicano del Transporte  
Km. 12, Carretera Querétaro-Galindo, Sanfandila, Mpio. Pedro Escobedo, C.P. 76703. Querétaro, México.

Email: [aherrera@imt.mx](mailto:aherrera@imt.mx)

### RESUMEN

*En el presente artículo se realizó un diagnóstico de la actividad aérea comercial del Grupo Aeroportuario del Centro Norte. Para su desarrollo se aplicó el método inductivo a la información estadística obtenida, se utilizó un método analítico, aplicando procedimientos matemáticos y estadísticos para establecer y validar los modelos de series de tiempo que emulan el comportamiento de los flujos y se aplicó el método sintético para relacionar los elementos encontrados y emitir conclusiones que explican los resultados. Se encontró que en 2012 este grupo aeroportuario ocupó en México el cuarto lugar en pasajeros y el tercero en carga. Tuvo interacción con el 73% de los aeropuertos mexicanos y 28% con los internacionales. Todos los aeropuertos de este grupo presentaron subutilización en cuanto al movimiento de pasajeros. Se observó estacionalidad en la demanda de pasajeros durante los periodos vacacionales; pero, no así en el comportamiento de la carga. Además, se observaron en este grupo tasas de crecimiento medio anual significativas, tanto para pasajeros como para carga. Para disminuir la subutilización de estos aeropuertos se recomendó establecer un paquete ampliado de servicios (ventas comerciales, servicios turísticos, logísticos y de consultoría) y estrategias para reutilizar espacios dentro del aeropuerto.*

**Palabras clave:** actividad aérea, diagnóstico, modelo, subutilización.

### ABSTRACT

*In this article it was performed a diagnosis of the commercial air activity of the Grupo Aeroportuario del Centro Norte. For the development of this article it was applied an inductive method to the statistical information obtained, later an analytical method was used, applying mathematical and statistical procedures in order to establish and validate the time series models that emulate the behavior of the flows, and finally, a synthetic method was applied to relate the items found and draw conclusions that explain the results. It was established that in 2012 this airport group in Mexico ranked fourth in passengers and third in cargo. This group had interaction with 73% of the Mexican airports and 28% with the international airports. All the airports of this group had underutilization on the movement of passengers. Seasonality was observed in passenger demand during holiday periods, but not in the behavior of the cargo. Furthermore, in this group significant average annual growth rates for passengers and cargo were observed. To reduce the underutilization of these airports, it was recommended to establish an expanded package of services (commercial sales; tourist, logistical and consultancy services) and strategies to reuse spaces inside the airport.*

**Keywords:** air activity, diagnostic, model, underutilization.

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector aéreo es muy sensible a la actividad económica y a los precios de los combustibles fósiles, en particular al costo de la turbosina, dado que es un componente significativo de sus costos de operación y por otra parte, la actividad económica afecta la demanda de movilidad de personas y a ciertas actividades económicas como el turismo, además incentiva el movimiento de bienes.

En 1998 se llevó a cabo la apertura del Sistema Aeroportuario Mexicano a la inversión privada como parte de un programa implementado por el Gobierno Mexicano. En Mayo de 2000, la licitación pública del paquete accionario del Socio Estratégico de Grupo Aeroportuario del Centro Norte fue ganada por la empresa Operadora Mexicana de Aeropuertos (OMA). En septiembre del año 2000, tomó posesión de los 13 aeropuertos que integran al grupo: Acapulco, Ciudad Juárez, Chihuahua, Culiacán, Durango, Mazatlán, Monterrey, Reynosa, San Luis Potosí, Tampico, Torreón, Zacatecas y Zihuatanejo.

Durante 2012 en la República Mexicana se realizaron más de 1 millón de operaciones aéreas entre cada uno de los aeropuertos que conforman los distintos grupos aeroportuarios y los extranjeros. Las operaciones dentro del territorio mexicano superaron los 748 mil vuelos y para el caso de las operaciones internacionales se contabilizaron más de 281 mil vuelos. También en ese mismo año en México se movieron casi 85 millones pasajeros provenientes de territorio nacional como de territorio internacional, la cantidad de pasajeros domésticos transportada en ese año fue de 56.4 millones, mientras que en el aspecto internacional la cantidad fue de 28.4 millones de pasajeros. Por último, en cuanto a la carga aérea se transportaron más de 698 mil toneladas, de las cuales aproximadamente 262 mil toneladas correspondieron al movimiento doméstico y 436 mil toneladas al comercio exterior.

El objetivo general de este artículo fue realizar un diagnóstico de la actividad aérea comercial del Grupo Aeroportuario del Centro Norte. Para ello, se planteó un análisis integral haciendo uso de métodos inductivos y analíticos así como de la estadística descriptiva y modelos de pronósticos. En la Figura 1 se observa que el grupo OMA se ubica en cuarto lugar (15%) en cuanto a la cantidad de pasajeros totales que se contabilizaron en 2012 en México, mientras que en la Figura 2 se aprecia que el grupo OMA está ubicado en tercer lugar (13%) en lo que respecta a la cantidad de carga total registrada en 2012, por lo que existe una oportunidad de mejora para que este grupo pueda incrementar su participación.

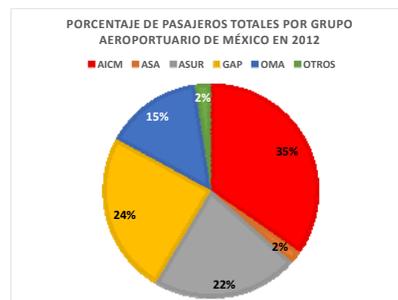


Figura 1. Porcentaje de pasajeros totales por grupo aeroportuario en México durante 2012.

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

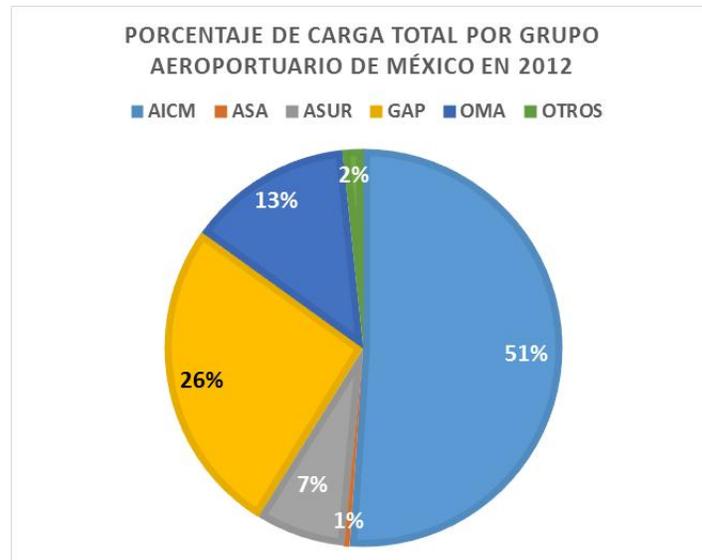


Figura 2. Porcentaje de carga total por grupo aeroportuario de México en 2012.

Un indicador importante en cuanto al crecimiento o decremento porcentual de pasajeros y carga en los aeropuertos es la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) [1], la cual se calcula de la siguiente manera:

$$TCMA = \left[ \sqrt[n]{\frac{V_p}{V_i}} - 1 \right]$$

En donde:

$V_p$  = Es el valor final del periodo que se está analizando.

$V_i$  = Es el valor inicial del periodo que se está analizando.

$n$  = año final – año inicial del periodo analizado.

Debido a la importancia de conocer el crecimiento del grupo OMA se decidió hacer este análisis para cada uno de sus aeropuertos. Se estableció como periodo de análisis el intervalo 2003 – 2012. En las tablas 1 y 2 se consignan dichas tasas de crecimiento.

Tabla 1. TCMA de los pasajeros por aeropuerto de grupo OMA en el periodo 2003 – 2012.

AEROPUERTOS	TCMA (2003 - 2012)
ACAPULCO	-86.81%
ZIHUATANEJO	-79.45%
MAZATLAN	-65.98%
ZACATECAS	78.00%
TORREON	82.92%
DURANGO	86.40%
CIUDAD JUAREZ	90.20%
CHIHUAHUA	94.22%
SAN LUIS POTOSI	94.59%
MONTERREY	96.15%
TAMPICO	97.93%
REYNOSA	102.92%
CULIACAN	102.55%

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

**Tabla 2. TCMA de la carga por aeropuerto de grupo OMA en el periodo 2003 – 2012.**

AEROPUERTOS	TCMA (2003 - 2012)
ZACATECAS	-99.12%
ZIHUATANEJO	-94.68%
TAMPICO	-89.06%
DURANGO	-88.05%
TORREON	-87.00%
REYNOSA	-85.46%
CIUDAD JUAREZ	70.65%
MONTERREY	76.20%
MAZATLAN	90.95%
CULIACAN	92.70%
CHIHUAHUA	96.49%
SAN LUIS POTOSI	98.26%
ACAPULCO	99.21%

Estas tasas se utilizarán como uno de los criterios para medir el desempeño de los distintos aeropuertos que conforman al grupo OMA.

Otra forma de medir la eficiencia de un aeropuerto consiste en determinar el porcentaje de subutilización que presentan sus instalaciones, en el caso particular de grupo OMA solo se pudieron obtener datos para calcular el porcentaje de subutilización en cuanto a la cantidad de pasajeros atendidos. En este caso se consideró que cada uno de sus aeropuertos ofrecía como máximo una disponibilidad de 24 horas al día, los 365 días del año. Por otro lado, se obtuvo la capacidad de cada una de sus instalaciones para atender a los pasajeros. De esta forma se determinó la capacidad de cada una de las instalaciones aeroportuarias (oferta) y se comparó con la demanda real de pasajeros en 2012, en cada aeropuerto del grupo OMA. En la tabla siguiente se muestra un resumen de las estimaciones, en términos del porcentaje de subutilización de cada aeropuerto.

**Tabla 3. Porcentaje de subutilización para los aeropuertos del grupo OMA en 2012.**

AEROPUERTOS	SUBUTILIZACION
ACAPULCO	95.81%
MAZATLAN	92.16%
ZACATECAS	92.08%
DURANGO	91.62%
ZIHUATANEJO	90.90%
TAMPICO	89.41%
SAN LUIS POTOSI	88.08%
CIUDAD JUAREZ	80.97%
REYNOSA	78.08%
TORREON	73.33%
CHIHUAHUA	72.44%
MONTERREY	46.98%
CULIACAN	20.42%

Desde luego los aeropuertos que presentan los porcentajes de subutilización más elevados son los que están en un punto crítico en cuanto a la utilización de los espacios para pasajeros en la terminal y este porcentaje también se consideró como un elemento para evaluar la eficiencia de estos aeropuertos.

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

Por otra parte, algunos de los aeropuertos que están a cargo de grupo OMA se ubican en zonas donde predomina la inseguridad, originada principalmente por el crimen organizado. Por lo cual, se determinó la correlación entre el número de pasajeros anuales de cada aeropuerto y la cantidad de delitos anuales en la entidad federativa donde se ubica. Se consideró información estadística del periodo 2003 a 2012. Las estimaciones tanto para pasajeros como para carga se presentan en las tablas 4 y 5 respectivamente.

**Tabla 4. Coeficiente de correlación pasajeros vs. seguridad, en los aeropuertos del grupo OMA.**

AEROPUERTOS	COEFICIENTE DE CORRELACION
ZIHUATANEJO	-75.50%
ACAPULCO	-72.00%
ZACATECAS	-58.33%
DURANGO	-45.41%
REYNOSA	-39.74%
SAN LUIS POTOSI	-35.77%
MAZATLAN	-25.14%
CIUDAD JUAREZ	-22.85%
TORREON	-16.91%
MONTERREY	8.47%
TAMPICO	6.25%
CHIHUAHUA	-4.35%
CULIACAN	N/A

**Tabla 5. Coeficiente de correlación carga vs. seguridad, en los aeropuertos del grupo OMA.**

AEROPUERTOS	COEFICIENTE DE CORRELACION
TORREON	-84.24%
DURANGO	-78.66%
ZACATECAS	-60.08%
ACAPULCO	53.04%
ZIHUATANEJO	-49.11%
SAN LUIS POTOSI	-47.70%
CIUDAD JUAREZ	-37.15%
TAMPICO	36.58%
REYNOSA	16.56%
CHIHUAHUA	9.68%
MONTERREY	-9.14%
MAZATLAN	2.26%
CULIACAN	N/A

De acuerdo con estos valores y considerando que un coeficiente mayor a -50% indica una correlación mínima entre los factores considerados, entonces los aeropuertos que si se ven afectados en alguna medida por la delincuencia son: Zihuatanejo, Acapulco y Zacatecas para pasajeros; y Torreón, Durango, Zacatecas y Acapulco para carga.

Otro factor importante en la operación de cualquier aeropuerto se relaciona con su demanda futura. Aunque ésta no se puede determinar con una exactitud del 100%, mediante pronósticos se puede

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

obtener una buena aproximación. Para el caso de los aeropuertos del grupo OMA se definió una metodología basada en modelos de pronósticos, considerando que solo se tienen series de tiempo para pasajeros y carga. En el caso de las series para pasajeros se consideraron los movimientos mensuales, para el periodo 2008 – 2012, con objeto de detectar periodos estacionales. En el caso de las series de tiempo para la carga fueron considerados los movimientos anuales, para el periodo 2003 – 2012. El detalle de la metodología utilizada se presenta a continuación

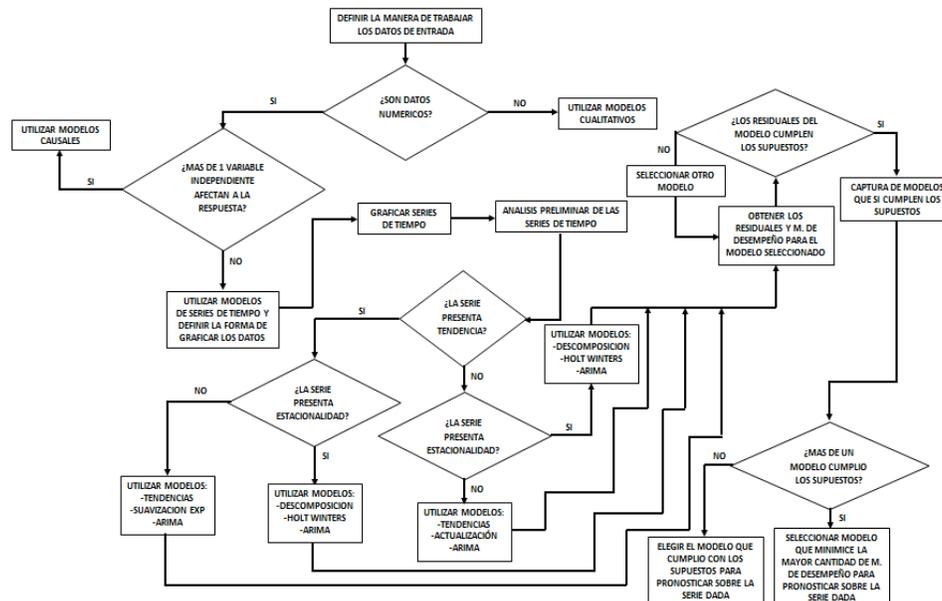
**METODOLOGÍA**

De acuerdo con lo señalado en la introducción, la metodología utilizada consideró a los modelos de series de tiempo. Éstos permiten trabajar con datos históricos, sus características se resumen en la Tabla 5 [2].

**Tabla 5. Modelos de series de tiempo.**

MODELOS DE SERIES DE TIEMPO	CARACTERÍSTICAS
Método de análisis de tendencias	Recomendable si no hay estacionalidad.
Método de descomposición	Recomendable cuando existe estacionalidad.
Promedios Móviles	Cuando no se presenta ni tendencia ni estacionalidad.
Suavización exponencial simple	Cuando no hay tendencia ni estacionalidad.
Suavización exponencial doble	Presencia de tendencia pero no de estacionalidad.
Holt Winters	Cuando existe estacionalidad.
ARIMA	Cuando haya tendencia o estacionalidad o ambas.

Los modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) se basan principalmente en identificar comportamientos autorregresivos o de medias móviles en los diagramas de autocorrelación y autocorrelación parcial. Se recomienda utilizarlos cuando existan más de 50 datos. La metodología utilizada para definir modelos confiables de pronósticos de cada serie de tiempo se presenta en la Figura 4. Ésta con base en los objetivos establecidos, la definición de funciones, el establecimiento de requerimientos de diseño y la evaluación de alternativas, sigue una serie de pasos para establecer cada modelo [3].



**Figura 4. Metodología para establecer los modelos de pronóstico de las series de tiempo.**

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

Debido a que esta metodología aplica a modelos de series de tiempo, como primer paso se requiere graficar las series de tiempo para pasajeros y carga de cada aeropuerto. A continuación se presenta un ejemplo, para el caso del aeropuerto de Monterrey (figuras 5 y 6).

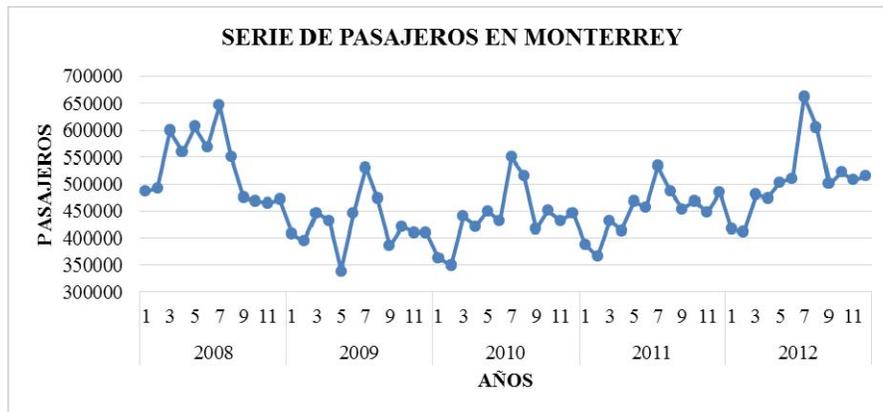


Figura 5. Serie de tiempo de pasajeros en el aeropuerto de Monterrey.

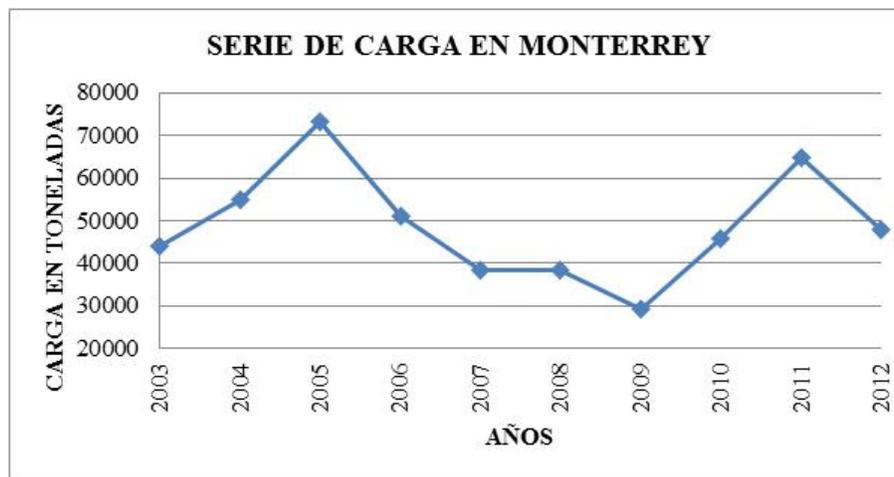


Figura 6. Serie de tiempo de carga en el aeropuerto de Monterrey.

Las series de tiempo presentan distintos comportamientos, por ejemplo, su tendencia puede ser creciente o decreciente. Otro factor es la estacionalidad, la cual se observa dentro de un periodo anual, ésta se presentará comúnmente en series cuyos periodos tienen variaciones con comportamientos similares de un mes a otro en diferentes años. Otro posible comportamiento es la ciclicidad, ésta es más difícil de observar ya que se presenta en periodos de tiempo mayores a un año y su comportamiento se debe a eventos no previstos dentro del curso de la serie de tiempo. Por lo anterior, para definir un modelo adecuado se tiene que saber primero que componentes se presentan en cada serie de tiempo y para ello se deben realizar varias pruebas [4].

En el caso de los pasajeros, para detectar si una serie presenta tendencia o no, se pueden utilizar las pruebas de Pearson, Mann Kendall y/o mínimos cuadrados. Mientras que para las de carga, debido a que se presenta un número menor de datos, sólo se utilizó la prueba de Pearson. Cada una de las pruebas tuvo como planteamiento en sus hipótesis las siguientes consideraciones:

$H_0: \rho = 0$ , la serie no presenta tendencia

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

Ha:  $\rho \neq 0$ , la serie presenta tendencia

Por lo tanto, si  $F \leq \alpha$ , se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la serie tiene tendencia. El valor de  $\alpha$  se consideró igual a 0.05, es decir, se estableció un nivel de confianza de 95%.

Para el caso de la prueba de mínimos cuadrados, la zona de rechazo de  $H_0$  es la siguiente:  $|t_r| > t$ , si esto llega a suceder se concluiría que la serie presenta tendencia. El valor de  $\alpha$  será nuevamente de 0.05, es decir un 95% de confianza para los resultados.

Para el caso de la estacionalidad, sólo se consideró la prueba de mínimos cuadrados, que fue aplicada para las series de pasajeros, en este caso, su prueba de hipótesis fue:

$H_0: \rho = 0$ , la serie no presenta estacionalidad

Ha:  $\rho \neq 0$ , la serie presenta estacionalidad

La zona de rechazo de  $H_0$  es  $F_{calc} > F_{tab}$ , esto quiere decir que se rechazaría la hipótesis nula y la conclusión que se tendría es que la serie presenta estacionalidad, de lo contrario no se presentaría. El valor de  $\alpha$  utilizado fue de 0.05, o dicho de otra manera la prueba se realizará con un 95% de confianza [5].

Una vez obtenidos dichos resultados se establecieron los modelos a probar para cada serie, los cuales para las series que presentaban tendencia y estacionalidad fueron: modelo de descomposición, Holt Winters y ARIMA; para series con solo tendencia: modelos de tendencias, modelo de suavización exponencial y ARIMA; para series con solo estacionalidad: modelo de descomposición, Holt Winters y ARIMA; y para series sin tendencia y sin estacionalidad: modelos de tendencia, actualización y ARIMA. Cabe mencionar que si la serie presentaba menos de 50 datos, los modelos ARIMA fueron descartados, y ante cualquier indicio visual de tendencia o estacionalidad se tomaron en cuenta más modelos.

Posteriormente, se probaron los supuestos de normalidad (pruebas de Anderson, Ryan y Kolmogorov) e independencia (prueba de rachas) sobre los residuales de cada modelo establecido, con la finalidad de utilizar los modelos más confiables. Considerándolo como confiable cuando se aceptaba la hipótesis nula en dos o más pruebas de normalidad, lo cual dicta que los datos siguen una distribución normal, y cuando se aceptaba la hipótesis nula en la prueba de rachas, que dicta que los datos son independientes y aleatorios. Los supuestos anteriores sólo aplicaron a las series de pasajeros, ya que en el caso de las series de carga, debido a que se utilizan menos datos lo más recomendable fue evaluar las medidas de desempeño.

La siguiente etapa consistió en evaluar las medidas de desempeño de los modelos que previamente habían cumplido con los supuestos antes mencionados, para las series de pasajeros. También, se evaluaron dichas medidas para los modelos probados sobre las series de carga. En ambos casos se obtuvo un modelo que minimiza la mayor cantidad de medidas de desempeño. Dichas medidas son:

Desviación media absoluta (MAD) [4]

Mide la precisión por el promedio de las magnitudes de los errores del pronóstico, son valores absolutos para evitar hacer eliminación entre valores positivos y negativos.

$$MAD = \frac{\sum |e_t|}{n} \quad (1)$$

En donde:

$e_t$  = El error, que es la diferencia entre el valor real y el valor pronosticado en el periodo t.

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

$\sum_{t=1}^n |e_t|$  = La sumatoria desde  $i = 1$  hasta  $n$  del valor absoluto del error en el periodo  $t$ .  
 $n$  = El número de periodos sobre el cual se hicieron las estimaciones.

Error medio cuadrado (MSE) [4]

Es similar a MAD pero aquí se elevan los errores al cuadrado

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (2)$$

En donde:

$\sum_{t=1}^n e_t^2$  = La sumatoria desde  $i = 1$  hasta  $n$  del error al cuadrado en el tiempo  $t$ .  
 $n$  = El número de periodos sobre el cual se hicieron las estimaciones.

Raíz del error medio cuadrado (RMSE) [4]

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (3)$$

En donde:

$MSE$  = El error medio cuadrado.

Porcentaje medio de error absoluto (MAPE) [4]

Se expresa como un porcentaje del error relativo para introducir una única escala de evaluación.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right|}{n} * 100\% \quad (4)$$

En donde:

$\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right|$  = La sumatoria desde  $i = 1$  hasta  $n$  del valor absoluto del cociente del error entre el valor real en el periodo  $t$ .  
 $n$  = El número de periodos sobre el cual se hicieron las estimaciones.

Por tal motivo, los modelos seleccionados para pronosticar sobre las series de pasajeros y carga de los aeropuertos de grupo OMA fueron:

**Tabla 6. Modelos seleccionados para establecer pronósticos sobre las series de pasajeros.**

AEROPUERTO	SERIE	MODELO SELECCIONADO
ACAPULCO	PASAJEROS	ARIMA (0,1,1)(1,2,1) con constante
CHIHUAHUA	PASAJEROS	ARIMA (0,1,1)(0,1,1) con constante
CIUDAD JUAREZ	PASAJEROS	ARIMA (1,1,0)(0,1,1) con constante
CULIACAN	PASAJEROS	ARIMA (1,1,0)(0,1,1) con constante
DURANGO	PASAJEROS	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) sin constante
MAZATLAN	PASAJEROS	ARIMA (1,0,0)(2,1,0) sin constante
MONTERREY	PASAJEROS	ARIMA (0,1,1)(1,1,1) con constante
REYNOSA	PASAJEROS	ARIMA (0,1,0)(1,1,1) con constante
SAN LUIS POTOSI	PASAJEROS	ARIMA (0,1,1)(2,1,1) con constante
TAMPICO	PASAJEROS	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) sin constante
TORREON	PASAJEROS	ARIMA (0,1,1)(0,1,1) con constante
ZACATECAS	PASAJEROS	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) sin constante
ZIHUATANEJO	PASAJEROS	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) con constante
GRUPO OMA	PASAJEROS	ARIMA (1,0,1)(0,2,2) sin constante

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

**Tabla 7. Modelos seleccionados para establecer pronósticos sobre las series de carga**

SERIE	MODELO SELECCIONADO
ACAPULCO CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
CHIHUAHUA CARGA	PROMEDIO MOVIL 3
CIUDAD JUAREZ CARGA	PROMEDIO MOVIL 3
CULIACAN CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
DURANGO CARGA	PROMEDIO MOVIL 3
MAZATLAN CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
MONTERREY CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
REYNOSA CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
SAN LUIS POTOSI CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
TAMPICO CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
TORREON CARGA	PROMEDIO MOVIL 3
ZACATECAS CARGA	-
ZIHUATANEJO CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA
GRUPO OMA CARGA	TENDENCIA CUADRÁTICA

Con base en las capacidades de los modelos utilizados, el horizonte para los pronósticos de pasajeros fue de 2013 a 2014 en meses, y para los de carga solamente para el valor anual de 2013.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados al aplicar los modelos previamente establecidos para cada serie se muestran de una manera resumida en las tablas 8 y 9.

**Tabla 8. Pronósticos para el flujo de pasajeros en los aeropuertos de grupo OMA (2013-2014).**

AEROPUERTOS	PRONOSTICOS
DURANGO	Decrecimiento
MAZATLAN	Decrecimiento
ZIHUATANEJO	Decrecimiento
ACAPULCO	Crecimiento
CHIHUAHUA	Crecimiento
CIUDAD JUAREZ	Crecimiento
CULIACAN	Crecimiento
MONTERREY	Crecimiento
REYNOSA	Crecimiento
SAN LUIS POTOSI	Crecimiento
TAMPICO	Crecimiento
TORREON	Crecimiento
ZACATECAS	Crecimiento

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

**Tabla 9. Pronósticos para el flujo de carga en los aeropuertos de grupo OMA (2013-2014).**

AEROPUERTOS	PRONOSTICOS
CHIHUAHUA	Decrecimiento
CIUDAD JUAREZ	Decrecimiento
CULIACAN	Decrecimiento
DURANGO	Decrecimiento
REYNOSA	Decrecimiento
TAMPICO	Decrecimiento
TORREON	Decrecimiento
ZACATECAS	Decrecimiento
ZIHUATANEJO	Decrecimiento
ACAPULCO	Crecimiento
MAZATLAN	Crecimiento
MONTERREY	Crecimiento
SAN LUIS POTOSI	Crecimiento

En este caso los aeropuertos críticos son aquellos en los que se estimó un decremento de sus flujos, ya sea de pasajeros o carga.

Con base en los comportamientos estimados para cada aeropuerto, en cuanto a flujo de pasajeros y carga, se elaboró un cuadro comparativo en el que se consideraron los siguientes criterios para medir el desempeño de cada aeropuerto: para el flujo de pasajeros la TCMA, el porcentaje de subutilización, el coeficiente de correlación y el comportamiento futuro de los flujos (pronósticos), y para el flujo de carga los mismos, excepto el porcentaje de subutilización, dándoles un punto a aquellos aeropuertos que en cada criterio establecido superen el valor crítico que previamente se señaló. En la Tabla 10 se muestra la puntuación para cada aeropuerto, considerando por separado los flujos de pasajeros y los de carga, y en la Tabla 11 la evaluación considerando ambos criterios.

**Tabla 10. Aeropuertos del Grupo OMA con mayor cantidad de puntos críticos.**

CRITERIOS PARA PASAJEROS		CRITERIOS PARA CARGA	
AEROPUERTO	CRITERIOS	AEROPUERTO	CRITERIOS
ZIHUATANEJO	4	DURANGO	3
ACAPULCO	3	TORREON	3
MAZATLAN	3	ZACATECAS	3
DURANGO	2	REYNOSA	2
ZACATECAS	2	TAMPICO	2
CHIHUAHUA	1	ZIHUATANEJO	2
CIUDAD JUAREZ	1	CHIHUAHUA	1
REYNOSA	1	CIUDAD JUAREZ	1
SAN LUIS POTOSI	1	CULIACAN	1
TAMPICO	1	ACAPULCO	0
TORREON	1	MAZATLAN	0
CULIACAN	0	MONTERREY	0
MONTERREY	0	SAN LUIS POTOSI	0

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

**Tabla 11. Aeropuertos del Grupo OMA con mayor cantidad de puntos críticos en total.**

AEROPUERTO	SUMA DE CRITERIOS
ZIHUATANEJO	6
DURANGO	5
ZACATECAS	5
TORREON	4
ACAPULCO	3
MAZATLAN	3
REYNOSA	3
TAMPICO	3
CHIHUAHUA	2
CIUDAD JUAREZ	2
CULIACAN	1
SAN LUIS POTOSI	1
MONTERREY	0

## CONCLUSIONES

En relación con los flujos de pasajeros, los aeropuertos que presentan los valores más críticos en orden descendente son: Zihuatanejo, Acapulco, Mazatlán, Durango y Zacatecas. Para estos aeropuertos se recomienda una estrategia que incluya un paquete ampliado de servicios, el cual consiste en servicios de ventas comerciales, turísticos, de congresos y de consultoría [6]. Todos estos servicios podrían generar e incrementar los flujos de pasajeros. Dentro de las estrategias para la reutilización de instalaciones aeroportuarias se recomienda el establecimiento de una aerolínea de reemplazo y la reutilización adaptativa [7]. En particular, para el caso del aeropuerto de Acapulco, en donde si bien los pronósticos son prometedores para los siguientes periodos, se tiene que propiciar un mayor nivel de seguridad en la entidad donde se ubica (Guerrero).

Por otro lado, en relación con los flujos de carga aérea, los aeropuertos que presentan la situación más crítica en orden descendente son: Durango, Torreón, Zacatecas, Reynosa, Tampico y Zihuatanejo. Para estos aeropuertos se recomienda evaluar una estrategia que ofrezca servicios logísticos [6] y dentro de las estrategias para la reutilización de sus instalaciones, el establecer una aerolínea de reemplazo y la reutilización adaptativa [7].

En forma global, considerando todos los criterios críticos, tanto de pasajeros como de carga, resulta que los aeropuertos del grupo OMA con las mayores oportunidades de mejora son: Zihuatanejo, Durango, Zacatecas y Torreón. Estos aeropuertos presentan condiciones críticas totales por arriba de la media del valor máximo observado. Por otro lado, el aeropuerto de Monterrey aparece como el aeropuerto con el mejor desempeño.

## REFERENCIAS

- [1] Herrera García Alfonso. 2006. Alternativas de solución para problemas de capacidad aeroportuaria. Publicación Técnica No. 284. Instituto Mexicano del Transporte. México.
- [2] Bowerman Bruce L., Anne B. Koehler y Richard T. O'connell. 2007. Pronósticos, series de tiempo y regresión. Un enfoque aplicado. Cenage Learning. Cuarta Edición. México.

Lagunes y Herrera – Diagnóstico de la actividad aérea en México. El caso del Grupo Aeroportuario del Centro Norte.

- [3] Cross Nigel. 1999. Métodos de diseño, estrategias para el diseño de productos. Editorial LIMUSA. México.
- [4] Diebold Francis X. 2001. Elementos de pronósticos. Thomson Learning. México.
- [5] Farnum Nicholas R. 1989. Quantitative forecasting methods. PWS-Kent. USA.
- [6] Rico Galeana Oscar A. 2002. Estrategias de actuación comercial para las terminales con baja utilización en la nueva estructura aeroportuaria mexicana. Publicación Técnica No. 212. Instituto Mexicano del Transporte. México.
- [7] Transportation Research Board. 2011. Strategies for reuse of underutilized or vacant airport facilities. ARCP, 2011. - Vol. Synthesis 25. Washington D.C. USA.