



*Certificación ISO 9001:2008 Ú*

---

---

# DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE AÉREO COMERCIAL EN EL ESTADO DE OAXACA

**Alfonso Herrera García  
Jorge Jerónimo Martínez Antonio  
María Aurora Moreno Martínez  
Jonatan Omar González Moreno  
Miguel Ángel Backhoff Pohls  
Emmanuel Mauro García**

**Publicación Técnica No. 421  
Sanfandila, Qro, 2014**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Diagnóstico del transporte aéreo comercial en el  
estado de Oaxaca**

**Publicación Técnica No. 421**  
**Sanfandila, Qro, 2014**

---



Este trabajo fue realizado en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), por el Dr. Alfonso Herrera García, el M.I. Jorge Jerónimo Martínez Antonio y la M.I. María Aurora Moreno Martínez, investigadores de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT); y por el M. en C. Jonatan Omar González Moreno y el M. en G. Miguel Ángel Backhoff Pohls, investigador y Jefe de la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial (USIG), respectivamente, de la Coordinación de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales (CIPSG).

Se reconoce la colaboración que brindó, el M. en I. Emmanuel Mauro García, durante su estadía en el IMT como tesista de maestría del Instituto Tecnológico de Orizaba.

Los autores agradecen los comentarios, sugerencias y apoyo del Coordinador de la CIT, Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue.



# Contenido

---

<b>Contenido</b>	V
<b>Resumen</b>	VII
<b>Abstract</b>	IX
<b>Resumen ejecutivo</b>	XI
<b>1 Introducción</b>	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	4
1.3 Alcances	4
1.4 Metodología	5
<b>2 Los flujos de pasajeros y carga en el estado de Oaxaca</b>	7
2.1 Características y retos del estado de Oaxaca	7
2.2 El transporte y Oaxaca	9
2.3 Los aeropuertos del estado de Oaxaca	12
2.3.1 El aeropuerto de Bahías de Huatulco	12
2.3.2 El aeropuerto de Oaxaca	12
2.3.3 El aeropuerto de Puerto Escondido	13
2.4 Perspectiva general del sector aéreo en el estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2013	14
2.5 Perspectiva individual de los aeropuertos del estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2013	19
2.6 Pasajeros y carga atendidos en los aeropuertos mexicanos durante 2013	21
2.7 Conectividad de los aeropuertos del estado de Oaxaca durante 2013	23
2.7.1 Conectividad nacional	23
2.7.2 Conectividad internacional	26
<b>3 Pronósticos de pasajeros y carga en los aeropuertos del estado de Oaxaca</b>	29
3.1 Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Bahías de Huatulco	31
3.2 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Bahías de Huatulco	33
3.3 Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Oaxaca	36
3.4 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Oaxaca	38
3.5 Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Puerto Escondido	40
3.6 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Puerto Escondido	42
<b>4 Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial</b>	47
4.1 Generalidades	47
4.2 Área de estudio y escenarios	48
4.3 Isócronas de recorrido	50
4.4 Áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca	53
4.5 La marginación en las áreas de influencia del estado de Oaxaca para	

los servicios aéreos domésticos	55
4.6 Algunas relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial de Oaxaca	59
4.6.1 Características del territorio y la población	59
4.6.1.1 Servicios nacionales	59
4.6.1.2 Servicios internacionales	61
4.6.2 Grados de marginación	63
<b>5 Conclusiones y recomendaciones</b>	67
<b>6 Bibliografía</b>	71
<b>Anexo A.</b>	73
<b>Anexo B.</b>	97

## Resumen

---

En este trabajo se realiza un análisis de la actividad aérea comercial en el estado de Oaxaca. Se presenta un panorama de su estado actual y de sus perspectivas a futuro. Para ello, se utilizaron series históricas de información operativa de sus aeropuertos, se desarrollaron modelos matemáticos para elaborar los pronósticos y, además mediante una plataforma geoinformática se determinó la zona de influencia de cada aeropuerto y sus relaciones con la organización territorial. Con este proyecto se exploró y determinó el potencial de la actividad aérea en esta entidad para contribuir a disminuir sus enormes contrastes de pobreza y marginación, en contraparte con su enorme riqueza histórica, cultural y ambiental, y de esta forma mejorar el bienestar de los oaxaqueños. Para los análisis requeridos y su presentación se utilizaron tablas y figuras. Dentro de los principales resultados se determinó que sus tres aeropuertos actuales Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, pueden contribuir a mejorar la actividad turística y comercial, y que el proyecto del nuevo aeropuerto comercial de Ixtepec, puede incrementar el área de influencia del conjunto de estos aeropuertos en 14.2% y la cobertura de su población en aproximadamente 6%, en los servicios nacionales.

Palabras clave: aeropuerto, área de influencia, Oaxaca, plataforma geoinformática, turismo.



# Abstract

---

In this work is performed an analysis of air passenger and freight activity in the State of Oaxaca, in order to present an overview of its current status and future prospects. For this, historical series of operational information from the airports of this entity were used, mathematical models to produce forecasts were developed and also, through a geoinformatics platform the hinterland of each airport and its relations with the territorial organization were determined. With this project it was explored and determined the potential of air activity in this entity, to help to reduce the huge contrasts of poverty and marginalization of this State, in comparison with its historical, cultural and environmental wealth, and in this way improve the welfare of the Oaxacan people. Tables and figures were used for the required analysis and presentation. Within the main results it was determined that its three present airports, Oaxaca, Puerto Escondido and Huatulco can contribute to improve tourism and trade activity, and that the project of the new commercial airport in Ixtepec may increase the domestic service hinterland of this group of airports in 14.2% and the population coverage in 6% approximately.

Keywords: airport, Geoinformatics platform, hinterland, Oaxaca, tourism.



# Resumen ejecutivo

---

## Introducción

Uno de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 es contar con una infraestructura de transporte que se refleje en costos menores para realizar la actividad económica. En particular, para el sector aeroportuario el PND señala la necesidad de desarrollar los aeropuertos regionales y mejorar su interconexión a través de la modernización de la Red de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, bajo esquemas que garanticen su operación y conservación eficiente, así como su rentabilidad operativa.

Además, uno de los compromisos presidenciales (No. 27) establece la necesidad de fortalecer la conectividad aérea, marítima y ferroviaria del país para acelerar el crecimiento del turismo; y uno de los compromisos particulares para el estado de Oaxaca (No. 213) fue el relacionado con el Aeropuerto en la Región del Istmo (Ixtepec).

En relación con el turismo el PND enfatiza que éste representa la posibilidad de crear empleos, incrementar los mercados y preservar la riqueza natural y cultural del país. Los países emergentes hoy en día son los que ofrecen mayor potencial para el crecimiento de la afluencia de turistas. En lo que se refiere al mercado interno, éste explica el 82.3% del consumo turístico del país. Uno de los objetivos del PND establece aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país.

En este sentido un diagnóstico del transporte aéreo para el estado de Oaxaca queda alineado con el PND como soporte para ayudar a evaluar las necesidades de infraestructura, considerando el desarrollo de esta región, su vocación económica, su conectividad nacional e internacional y su crecimiento turístico.

La entidad de Oaxaca tiene una extensión territorial de 93,952 km<sup>2</sup>, ocupando en tamaño el quinto lugar en el ámbito nacional. Además, se observa que su organización política-administrativa es compleja debido a que está conformada por 570 municipios (el 23.3% del total nacional). Es importante señalar que la Sierra Mixteca ocupa casi el 52% del territorio oaxaqueño, por lo que el transporte aéreo podría jugar un papel importante en la comunicación de sus diversos municipios. La población registrada en 2010 fue de más de 3.8 millones de habitantes. También se debe remarcar que esta entidad presenta un elevado índice de marginación, lo que a su vez repercute en un alto nivel de emigración de la población.

El estado de Oaxaca cuenta con tres aeropuertos internacionales: Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco.

El objetivo general de este trabajo consistió en realizar un análisis de la actividad aérea de pasajeros y carga en el estado de Oaxaca, para presentar un panorama de su estado actual y de sus perspectivas a futuro.

Para ello, se identificaron los principales flujos de pasajeros y carga; se determinaron sus mercados nacionales e internacionales; se realizaron pronósticos de estos flujos y se delimitó su estacionalidad; se estimó la conectividad de los aeropuertos; y se determinaron las áreas de influencia de sus aeropuertos con base en la accesibilidad espacial, y sus relaciones con la organización territorial.

La investigación fue acotada a las operaciones en la infraestructura aeroportuaria del estado de Oaxaca y se considerarán los flujos nacionales e internacionales de la aviación regular y de fletamento.

Los principales pasos seguidos para desarrollar este proyecto fueron: búsqueda bibliográfica de documentos; obtención de bases de datos; organización de bases de datos geoespaciales; elaboración de modelos matemáticos para obtener pronósticos de los flujos; determinación de las áreas de influencia de los aeropuertos y sus relaciones con la organización territorial y elaboración del informe final.

## **Los flujos de pasajeros y carga en el estado de Oaxaca**

Históricamente, Oaxaca ha presentado niveles de ingresos y tasas de crecimiento económico muy bajas. En términos del producto interno bruto per cápita, en las décadas recientes esta entidad no ha alcanzado siquiera la mitad del valor nacional. En los últimos años, el estado de Oaxaca ha aportado en promedio el 1.5% al producto interno bruto (PIB) Nacional; una participación baja en comparación con los demás estados del país.

El rezago en materia de infraestructura aérea, marítima y ferroviaria es evidente, al compararlo con el avance que han tenido otras entidades de características similares. El análisis de las tendencias del transporte aéreo, tanto de carga como de pasajeros, hace evidente la falta de infraestructura complementaria y de servicios de los aeropuertos actuales.

Oaxaca es uno de los estados con mayor riqueza cultural y natural de México, al contar con 16 grupos etnolingüísticos, numerosas zonas arqueológicas, expresiones artísticas, gastronómicas y musicales, así como gran diversidad geográfica y biológica, la cual además de distinguir a la entidad, le confiere un enorme potencial turístico en el ámbito nacional e internacional.

Los turistas llegan Oaxaca por diferentes vías: 56.2% en autobús; 21.8% en automóvil propio y 21.8% por vía aérea.

El turismo se está convirtiendo rápidamente en la industria número uno del mundo y la actividad aérea está orgullosa de facilitar esta tarea. También el papel del modo aéreo en el ámbito del comercio es muy significativo.

En los últimos 10 años (2004-2013) los cuatro aeropuertos de esta entidad, Oaxaca, Puerto Escondido, Huatulco y Salina Cruz (este último solo operó comercialmente hasta 2006) realizaron en conjunto 156,593 operaciones aéreas, de las cuales 64.6% correspondieron al aeropuerto de Oaxaca, 27.6% a Huatulco, 6.1% a Puerto Escondido y 1.7% a Salina Cruz. En el periodo señalado dieron servicio a casi nueve millones de pasajeros, en este caso 52.7% fue atendido en el aeropuerto de Oaxaca, 41.1% en Huatulco, 5.8% en Puerto Escondido y el remanente (0.4%) en Salina Cruz. En relación con la carga aérea, transportaron más de 20,500 toneladas, de las cuales 83.1% se manejó en el aeropuerto de Oaxaca, 12.2% en Huatulco, 3.6% en Puerto Escondido y 1.2% en Salina Cruz.

En relación con los pasajeros atendidos en los aeropuertos de Oaxaca se observa una tendencia ascendente, con una tasa de crecimiento medio anual para el periodo 2004-2013 de 3.12%.

En cuanto al movimiento de carga aérea se observa una tendencia negativa. Mientras que en el periodo 2004-2008 la carga generada anual superaba las 2,400 toneladas, en 2013 ha alcanzado su valor más bajo, igual a 980 toneladas.

Más del noventa por ciento de la actividad aérea se centra en los flujos nacionales. Por lo que se tiene una enorme oportunidad de mejora para incrementar los flujos de pasajeros internacionales y la carga del comercio exterior.

Conectividad nacional. En el caso del aeropuerto de Oaxaca, éste presentó conectividad con 31 aeropuertos nacionales, por lo que su conectividad fue de 50%. En el caso del aeropuerto de Bahías de Huatulco, éste sólo tuvo conexiones con el AICM y Acapulco, por lo cual su conectividad fue muy baja, de únicamente 3.2%. Por su parte, el aeropuerto de Puerto Escondido sólo tuvo una conexión, con el AICM, por lo que su conectividad es la más baja de los aeropuertos oaxaqueños con tan sólo 1.6%. En los tres casos siempre destaca como la principal conexión el AICM. En el caso de las operaciones realizadas su participación en todos los casos siempre fue mayor al 80%. Además, se observó que hay algunas áreas del país que no han sido conectadas con Oaxaca, como es el caso del Sureste con el estado de Chiapas; y algunos aeropuertos del Norte, como Chihuahua y Nuevo Laredo, y el estado de Baja California Sur.

Conectividad internacional. En el caso del aeropuerto de Oaxaca, éste presentó conectividad sólo con un aeropuerto internacional (Houston), por lo que su conectividad es bajísima, tan sólo 0.49%. En el caso del aeropuerto de Bahías de Huatulco, éste tuvo conexiones con catorce aeropuertos extranjeros, por lo que presentó una conectividad igual a 6.8%. Por su parte, el aeropuerto de Puerto

Escondido no presentó actividad internacional. Es importante remarcar que todas las conexiones internacionales de los aeropuertos oaxaqueños corresponden sólo a aeropuertos en EUA y Canadá.

### **Pronósticos de pasajeros y carga en los aeropuertos del estado de Oaxaca**

En esta sección se realizaron los pronósticos para la demanda de pasajeros y carga de los aeropuertos de Bahías de Huatulco, Oaxaca y Puerto Escondido. Se utilizó la metodología de Box-Jenkins y el programa Minitab. La metodología en general siguió tres pasos básicos: tratamiento y especificación; ajuste y diagnóstico; y pronóstico.

Una vez que se estableció el modelo adecuado, se realizaron pruebas de normalidad de los residuos. Posteriormente se realizaron los pronósticos, en esta etapa también se compararon los valores estimados del modelo contra los reales, para tener un mejor ajuste. Una de las formas para evaluar la bondad de ajuste de los modelos fue mediante el error absoluto de porcentaje medio (MAPE).

En general, las series de tiempo utilizadas para realizar los pronósticos, tanto para pasajeros como carga, correspondieron a setenta y dos datos mensuales (2008-2013). Los pronósticos fueron estimados para intervalos mensuales que abarcaron el periodo de enero-2014 a diciembre-2015.

### **Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial**

En estudios previos han sido evaluadas distintas alternativas para determinar el área de influencia de un aeropuerto. En este trabajo se optó por el método de accesibilidad espacial, también conocido como de isócronas de recorrido.

El modelo de accesibilidad espacial incorpora modelos digitales de elevación, así como las velocidades de desplazamiento y las características geométricas de la infraestructura carretera. Como resultado de estas consideraciones se obtienen isócronas de recorrido, es decir, líneas que muestran el mismo tiempo de desplazamiento desde uno o varios objetivos de interés.

La accesibilidad se calcula a partir de una superficie de fricción. Ésta consta de una cuadrícula bidimensional, donde cada celda de la cuadrícula representa la impedancia existente en el terreno para el óptimo desplazamiento en esa celda. De esta forma se obtiene la información del tiempo de desplazamiento, según las condiciones del terreno y la infraestructura carretera hacia los aeropuertos de Oaxaca, con respecto a los aeropuertos colindantes, dentro y fuera de dicha entidad.

Para determinar las áreas de influencia fue necesario considerar la accesibilidad de los aeropuertos circundantes y a partir de ello, reconocer la región de pertenencia, es decir, el área de estudio que incluye cada uno de los objetivos (aeropuertos de Oaxaca y circundantes).

En el estado de Oaxaca se presentan cuatro aeropuertos: Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, con operaciones comerciales actualmente; y el aeropuerto de Ixtepec, en el cual por ahora sólo se realizan operaciones militares; sin embargo, se tiene planeado que maneje operaciones mixtas en el futuro, es decir que además se realicen operaciones comerciales.

Por otro lado, se observa que los aeropuertos circundantes a los de Oaxaca son: hacia el norte Puebla, Tehuacán, Veracruz y Minatitlán; hacia el este Villahermosa y Tuxtla Gutiérrez; hacia el noroeste Cuernavaca; y hacia el este Acapulco.

Otro factor a considerar es el tipo de servicio comercial que brinda cada aeropuerto ya sea nacional o internacional. En el caso de los aeropuertos oaxaqueños, Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, tienen la categoría de internacionales; sin embargo, durante 2013 Puerto Escondido no presentó este servicio. En el caso de los aeropuertos circundantes Acapulco, Cuernavaca, Minatitlán, Puebla, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz y Villahermosa están clasificados como internacionales; sin embargo, durante 2013 Cuernavaca y Minatitlán no presentaron actividad internacional. En el caso del servicio comercial nacional todos los aeropuertos de Oaxaca, incluyendo a Ixtepec, y todos los circundantes señalados antes quedan dentro de esta clasificación.

Para determinar las aéreas de influencia fueron establecidos cuatro escenarios. El escenario uno correspondió a la operación actual de los aeropuertos nacionales (sin Ixtepec), y el escenario dos a la operación con el aeropuerto de Ixtepec. En relación con los servicios internacionales se consideró en primer lugar a los aeropuertos designados como internacionales, sin importar que hubiesen tenido o no dicha actividad durante 2013 (escenario tres); y como escenario cuatro se consideró el caso de sólo aquellos aeropuertos que sí presentaron actividad aérea comercial internacional durante 2013.

Con base en la metodología de accesibilidad espacial se obtuvieron los mapas de las isócronas de recorrido, junto con los modelos digitales del terreno, para los cuatro escenarios establecidos. En cada caso fueron tomados como objetivos los aeropuertos del estado de Oaxaca, de acuerdo con las consideraciones de cada escenario.

Mediante figuras se ilustraron, en diferentes colores, los umbrales de los distintos tiempos de desplazamiento. En éstas se evidenció cómo la infraestructura carretera, la orografía y la ubicación de los aeropuertos determinan su accesibilidad. En general, por aquellas vías de comunicación con mayores

especificaciones los desplazamientos son más rápidos, incrementando la conectividad. Sin embargo, las áreas con terreno accidentado generan impedancia para los flujos, incrementando los tiempos de recorrido.

Posteriormente, mediante la determinación de las células de pertenencia se delimitó el área de pertenencia respectiva de los objetivos establecidos, con lo cual quedó definida el área de influencia de cada aeropuerto para cada escenario establecido. Estas áreas se representaron mediante polígonos de distintos colores. Se observó que algunas zonas del estado de Oaxaca son cubiertas por áreas de influencia de aeropuertos ubicados fuera de este estado, y que a su vez, parte de las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños se extienden hacia otras entidades.

Una forma de acercarse, con mayor detalle, al conocimiento de las diferencias regionales debidas a privaciones que padece la población, es mediante el análisis del índice de marginación a nivel municipal. Por ello, la distribución territorial de la incidencia de la marginación en el estado de Oaxaca se relacionó con las áreas de influencia de los escenarios relacionados con los servicios aéreos nacionales. Como resultado se obtuvieron mapas que muestran la distribución del grado de marginación en un mosaico multicolor. En éstos se hizo evidente que la marginación tiende a agruparse en ciertos municipios y que por lo regular el cambio de su magnitud es gradual.

Se observó, en la situación actual (sin el aeropuerto de Ixtepec), que un área importante en el Este de Oaxaca, no es cubierta por los aeropuertos oaxaqueños, pero sí por los aeropuertos de Minatitlán y Tuxtla Gutiérrez. Sin embargo, cuando se consideró la operación del aeropuerto de Ixtepec, se advirtió que éste aeropuerto ofrecería servicio a una parte significativa del área señalada anteriormente e, incluso, podría atender a otras extensiones dentro de los estados de Veracruz y Chiapas, que antes no eran servidas por los aeropuertos de Oaxaca. También se observó que cuando se considera la operación del aeropuerto de Ixtepec, varios municipios cercanos al Istmo con grado de marginación media y todos los de marginación baja y muy baja de esta región en Oaxaca, son ahora atendidos en forma más expedita por Ixtepec, debido a que este aeropuerto está más cerca que el de Bahías de Huatulco.

En relación con los servicios nacionales, actualmente el área de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca, para esta entidad incluye al 65.5% de sus localidades (65.5%), al 77.7% de sus municipios, al 63.2% de su extensión territorial y al 70.6% de su población. También se observa que en general las áreas de influencia de estos aeropuertos ofrecen servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 4.05 grados).

Continuando con los servicios nacionales, pero considerando ahora el caso de la entrada en servicio del aeropuerto de Ixtepec, se estima que los cuatro aeropuertos oaxaqueños tendrían la siguiente participación: 73.8% de las

localidades, el 79.4% de los municipios, el 77.4% de la extensión territorial, y al 76.3% de la población. En forma similar al caso anterior se observa que las áreas de influencia de estos aeropuertos ofrecen servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 3.8 grados).

En general, bajo la condición actual los aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio nacional a poco más del 70% de su población, pero en el caso de que entrara en servicio el aeropuerto de Ixtepec, este valor se podría incrementar en casi 6%, lo que representaría alrededor de 218 mil habitantes adicionales.

Las estimaciones para los servicios internacionales, considerando a todos los aeropuertos clasificados para ofrecer estos servicios, indican que actualmente el área de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca, para esta entidad incluye al 71.5% de las localidades, al 87.9% de los municipios, al 70.6% de la extensión territorial, al 76.8% de la población.

Considerando ahora el caso de sólo aquellos aeropuertos que tuvieron operaciones internacionales en 2013, se estima que los aeropuertos de Bahías de Huatulco y Oaxaca tienen la siguiente participación: 70.8% de las localidades, 83.3% de los municipios, 72.5% de la extensión territorial y 76% de la población.

Como se observa, en el caso de los servicios internacionales en los dos escenarios considerados se estiman valores similares, aunque en el caso de los pasajeros totales dentro de las áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca hay un balance ligeramente mayor en el escenario tres.

Dado que la marginación es la medida-resumen de las carencias de la población, su magnitud y distribución pueden servir para dar indicios del potencial de la actividad aérea. Una marginación muy baja se puede relacionar con la población que puede acceder a estos servicios regularmente.

El modelo de accesibilidad espacial estima que el 100% de los municipios con grado de marginación muy bajo, corresponde a los aeropuertos oaxaqueños. Este indicador es muy relevante, debido a que estos municipios son los que tienen el mayor potencial para demandar los servicios aéreos.

## **Conclusiones y recomendaciones**

El transporte aéreo puede contribuir como catalizador para reforzar y propiciar el turismo y la actividad comercial en el estado de Oaxaca. Durante 2013, los tres aeropuertos de esta entidad movilizaron a más de un millón de pasajeros, presentando una tendencia positiva, con una tasa de crecimiento medio anual igual a 3.12%.

Sin embargo, el conjunto de aeropuertos de Oaxaca durante los últimos diez años ha presentado una disminución significativa en los movimientos de carga aérea. Afortunadamente, en el periodo 2011-2013 se ha observado una estabilización de estos flujos en, aproximadamente, mil toneladas anuales.

Más del noventa por ciento de la actividad aérea en Oaxaca se centra en los flujos nacionales; por lo que se tiene una enorme oportunidad de mejora para incrementar los flujos de pasajeros internacionales y la carga del comercio exterior.

En el caso de la conectividad nacional, el aeropuerto de Oaxaca fue el que presentó el valor más alto (50%), le siguieron muy abajo Bahías de Huatulco (3.2%) y Puerto Escondido (1.6%). Por otra parte, en el caso de la conectividad internacional Bahías de Huatulco presentó una conectividad de 6.8%, muy superior a la de Oaxaca (0.49%). Por su parte, Puerto Escondido ni siquiera presentó esta actividad.

En el caso de los pronósticos de pasajeros para Oaxaca y Puerto Escondido se observó en general una tendencia creciente con estacionalidad. En cuanto a esta última se observaron picos en los meses de julio, y valles en septiembre. En relación con el pronóstico de carga para los tres aeropuertos, se estimó una tendencia uniforme con valores promedio inferiores a la media de los datos reales correspondientes al periodo 2008-2013.

Dependiendo del escenario considerado los aeropuertos oaxaqueños cubren entre 63% y 77% de su extensión territorial.

En la situación actual, en los servicios nacionales (sin el aeropuerto de Ixtepec), un área importante en el Este de Oaxaca no es cubierta por los aeropuertos oaxaqueños. Sin embargo, cuando se consideró la operación del aeropuerto de Ixtepec, se advirtió que éste aeropuerto ofrecería servicio a una parte significativa del área señalada anteriormente, e incluso podría atender a algunos municipios de otros estados.

En el caso de los servicios nacionales, bajo la condición actual los aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio a poco más del 70% de su población, pero en el caso de que entrara en servicio el aeropuerto de Ixtepec, este valor se podría incrementar en casi 6%.

Con base en la metodología de accesibilidad espacial se determinó que las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños contienen el 100% de sus municipios con grado de marginación muy bajo. Además, con la entrada en servicio del aeropuerto de Ixtepec los usuarios de muy baja marginación, que eran atendidos antes por Bahías de Huatulco, reducirían a la mitad sus tiempos de desplazamiento para tener dichos servicios.

Un trabajo futuro consiste en determinar la correlación entre las áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos, los grados de marginación que comprenden y su actividad aérea.



# 1 Introducción

---

## 1.1 Antecedentes

El objetivo 4.9 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 señala que es necesario *contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica*. Para ello, una de sus estrategias (4.9.1.) establece *modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia*. Las líneas de acción correspondientes son: *fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad; y evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros* (GR, 2013, p. 140).

Por otro lado, en particular para el sector aeroportuario, el PND señala que es necesario: *Desarrollar los aeropuertos regionales y mejorar su interconexión a través de la modernización de la Red de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, bajo esquemas que garanticen su operación y conservación eficiente, así como su rentabilidad operativa* (GR, 2013, p. 141).

Además, uno de los compromisos presidenciales (No. 27) del ámbito nacional establece la necesidad de *fortalecer la conectividad aérea, marítima y ferroviaria del país para acelerar el crecimiento del turismo*; y uno de los compromisos particulares para el estado de Oaxaca (No. 213) fue el relacionado con el Aeropuerto en la Región del Istmo<sup>1</sup> (Ixtepec).

En relación con el turismo el PND enfatiza que éste representa la posibilidad de crear empleos, incrementar los mercados, y preservar la riqueza natural y cultural del país. Como evidencia de lo anterior señala que 87% de la población en municipios turísticos en nuestro país tiene un nivel de marginación *muy bajo* de acuerdo con el CONEVAL, mientras que la cifra equivalente en los municipios no turísticos es de 9 por ciento. México debe aprovechar integralmente el crecimiento del sector turístico a nivel mundial. Durante el periodo 1982-2012, los turistas internacionales en México han observado una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 2.0%. Los países emergentes hoy en día son los que ofrecen mayor potencial para el crecimiento de la afluencia de turistas. Por tanto, es necesario considerar estrategias de promoción que atraigan a visitantes de estos países y regiones, como Rusia, China, Corea y América Latina. México se encuentra bien posicionado en el segmento de sol y playa, pero otros como el turismo cultural,

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://transicion2012.org/paginas/compromisos.html>.

ecoturismo y aventura, de salud, deportivo, de lujo, de negocios y reuniones o de cruceros, ofrecen la oportunidad de generar más derrama económica. En lo que se refiere al mercado interno, éste explica el 82.3% del consumo turístico del país. El flujo de personas registrado durante 2012 fue de más de 68 millones de turistas nacionales en hoteles, cifra que representa un máximo histórico. Por otro lado, la TCMA de la oferta total de cuartos de alojamiento fue de 4% entre 2000 y 2012, para alcanzar un nivel de 677,000. Además, la oferta de alojamiento contribuyó a generar 2.5 millones de puestos de trabajo en 2010, lo que representaba el 6.9% del empleo total. *Sin embargo, se deben fomentar esquemas financieros especializados y accesibles que sirvan para promover inversiones turísticas. Asimismo, es indispensable consolidar el modelo de desarrollo turístico sustentable, que compatibilice el crecimiento del turismo y los beneficios que éste genera, a través de la preservación y el mejoramiento de los recursos naturales y culturales. Adicionalmente, se requiere fortalecer el impacto del turismo en el bienestar social de las comunidades receptoras, para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones turísticas. En este sentido, todas las políticas de desarrollo del sector deben considerar criterios enfocados a incrementar la contribución del turismo a la reducción de la pobreza y la inclusión social*+(GR, 2013, pp. 82-83).

Uno de los objetivos del PND para atender los rubros señalados antes es el 4.11, en donde se establece: *Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país*+ En relación con este objetivo el mismo documento define las siguientes líneas de acción:

- ~ Fortalecer la infraestructura y la calidad de los servicios y los productos turísticos.
- ~ Diversificar e innovar la oferta de productos y consolidar destinos.
- ~ Posicionar adicionalmente a México como un destino atractivo en segmentos poco desarrollados, además del de sol y playa, como el turismo cultural, ecoturismo y aventura, salud, deportes, de lujo, de negocios y reuniones, cruceros, religioso, entre otros.
- ~ Imprimir en el Programa Nacional de Infraestructura un claro enfoque turístico (GR, 2013, p. 143).

En este sentido un diagnóstico del transporte aéreo para el estado de Oaxaca queda alineado con el PND como soporte para ayudar a evaluar las necesidades de infraestructura, considerando el desarrollo de esta región, su vocación económica, su conectividad nacional e internacional y su crecimiento turístico.

La entidad de Oaxaca tiene una extensión territorial de 93,952 km<sup>2</sup>, ocupando en tamaño el quinto lugar en el ámbito nacional. Por otro lado, se observa que su organización política-administrativa es compleja, debido a que está conformada por 570 municipios (el 23.3% del total nacional). Es importante señalar que la Sierra Mixteca ocupa casi el 52% del territorio oaxaqueño, por lo que el transporte aéreo podría jugar un papel importante en la comunicación de sus diversos municipios. La población registrada en 2010 fue de más de 3.8 millones de habitantes. También, se debe remarcar que esta entidad presenta un elevado

índice de marginación, lo que a su vez repercute en un alto nivel de emigración de la población.

Aunque la agricultura ha sido la actividad económica con más demanda de mano de obra en Oaxaca, también existen otras actividades importantes como son la turística (que incluye a los sitios arqueológicos), y recientemente la ecoturística, debido a la biodiversidad con que cuenta y por su orografía (por ejemplo, miradores naturales en la Sierra Norte; y práctica de espeleología, rapel y escalada en la región de la mixteca). También la actividad productiva genera importantes ingresos en este estado; por ejemplo, la producción de mezcal en los Valles Centrales, la refinería de Salina Cruz, la producción de cemento en Lagunas, y la producción de cerveza, azúcar refinada, papel y etanol en Tuxtepec<sup>2</sup>.

El estado de Oaxaca cuenta con tres aeropuertos internacionales: Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco (DGAC, 2014); y el aeropuerto nacional de Salina Cruz<sup>3</sup>. El aeropuerto de Oaxaca, corresponde a la ciudad más poblada y a la capital de la entidad. Durante 2013, en estos tres aeropuertos se realizaron en conjunto 13,771 operaciones aéreas, de las cuales 52.97% correspondieron al aeropuerto de Oaxaca, 12.66% al de Puerto Escondido y 34.36% al de Huatulco. En el periodo señalado dieron servicio a 1,067,796 pasajeros, en este caso 46.18% fue atendido en el aeropuerto de Oaxaca, 9.75% en Puerto Escondido y el remanente (44.07%) en Huatulco. En relación con la carga aérea, transportaron aproximadamente 980.3 toneladas, de las cuales 95.33% se manejó en el aeropuerto de Oaxaca, 3.95% en Puerto Escondido y 0.71% en Huatulco<sup>4</sup>. Estas cifras señalan, en forma preliminar, que el aeropuerto de Oaxaca se perfila como el más importante de la entidad al manejar valores significativos de pasajeros y la mayor parte de la carga aérea. Huatulco por su parte también contribuye en forma significativa con el movimiento de pasajeros debido a la actividad turística del lugar; sin embargo, su participación en el manejo de carga aérea es marginal; y Puerto Escondido presenta el desempeño más bajo en el movimiento de pasajeros (subutilización<sup>5</sup>) en comparación con los otros dos, por lo que se presenta como un aeropuerto con oportunidades de mejora en este rubro, aunque, en cuanto a carga, maneja volúmenes más altos que Huatulco.

El transporte como actividad humana y medio que posibilita la articulación e integración regional, así como el intercambio de bienes e ideas entre poblaciones, es por naturaleza un fenómeno geográfico; de aquí que la dimensión espacial del

---

<sup>2</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oaxaca>

<sup>3</sup> Operó comercialmente hasta 2006.

<sup>4</sup> Valores obtenidos al procesar las bases de datos 2013, de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

<sup>5</sup> El PND señala en el diagnóstico del sector transporte (p. 81) que uno de sus principales retos es *la gran disparidad en el uso de los aeropuertos, pues muchos de éstos son subutilizados mientras que algunos se encuentran saturados*

transporte adquiere la categoría de elemento fundamental en los procesos de planeación, en la formulación de proyectos de inversión y como uno de los criterios básicos en los análisis que sustentan la resolución de los tomadores de decisiones (Backhoff y García, 1992; y Backhoff, 2005).

En la actualidad, derivadas de los avances tecnológicos y computacionales, existen herramientas diseñadas específicamente para facilitar y apoyar las tareas relacionadas con el análisis espacial, las cuales son conocidas como plataformas geoinformáticas o geoespaciales.

La aplicación de estas plataformas incluye, desde luego, al modo aéreo y a su infraestructura, además, el detalle que manejan es muy amplio, puede ir desde el ámbito local, para avanzar después al regional y nacional, y llegar incluso a la escala global. Adicionalmente, su flexibilidad permite el manejo de distintas variables como serían, por ejemplo, la infraestructura carretera que vincula al aeropuerto con las ciudades y los centros productivos y turísticos; la ubicación de la población y sus características (índice de marginación, grado promedio de escolaridad, población económicamente activa, etcétera); y la ubicación de parques industriales y/o empresas con potencial de carga aérea.

## **1.2 Objetivos**

Objetivo general: Realizar un análisis de la actividad aérea de pasajeros y carga en el estado de Oaxaca para presentar un panorama de su estado actual y de sus perspectivas a futuro.

Objetivos específicos para los aeropuertos del estado de Oaxaca:

- a) Identificar los flujos actuales de pasajeros y carga.
- b) Determinar los mercados nacionales e internacionales que atienden los servicios de pasajeros y carga.
- c) Determinar la estacionalidad de los flujos de pasajeros y carga.
- d) Realizar proyecciones para estimar el comportamiento futuro de los flujos de pasajeros y carga aérea, con base en el desarrollo de modelos matemáticos para reproducir y predecir su comportamiento.
- e) Determinar la conectividad de los aeropuertos, tanto interna (con los aeropuertos nacionales), como externa (con los internacionales).
- f) Determinar el área de influencia de los aeropuertos con base en su accesibilidad espacial (González, 2007; y Herrera, et al. 2009) y su relación con la organización territorial.
- g) Representar la información pertinente en una plataforma geoinformática para enriquecer el análisis.

## **1.3 Alcances**

La investigación será acotada a las operaciones en la infraestructura aeroportuaria del estado de Oaxaca. Se considerarán los flujos nacionales e internacionales, de la aviación regular y de fletamento.

## 1.4 Metodología

La secuencia de pasos a seguir son los siguientes:

- a) Realizar una búsqueda bibliográfica de documentos impresos y digitales relacionados con el tema de investigación, con apoyo del Centro de Información Documentación (CID) del IMT.
- b) Obtener las bases de datos de la actividad aeroportuaria de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y de datos geoespaciales del Atlas cibernético del transporte del IMT.
- c) Integrar y organizar una base de datos geoespacial con la información topográfica, demográfica y económica determinantes de la organización territorial de la entidad.
- d) Elaborar modelos para establecer el crecimiento de la demanda.
- e) Obtener el área de influencia de los aeropuertos con base en su accesibilidad espacial (isócronas de recorrido) y su relación con la organización territorial (medio físico-geográfico, condiciones socio-demográficas y actividad económica).
- f) Elaborar el informe final, incluyendo conclusiones y recomendaciones.



## 2 Los flujos de pasajeros y carga en el estado de Oaxaca

---

### 2.1 Características y retos del estado de Oaxaca

El estado de Oaxaca es uno de los 32 estados que conforman el conjunto de entidades federativas de la República Mexicana. Se localiza en la porción sureste de la República, hacia el extremo suroeste del Istmo de Tehuantepec, entre los 15°39'qy 18°42'qde latitud norte, y los 93° 52'qy 98°32'qde longitud oeste. Limita al norte con Veracruz, al noroeste con Puebla, al este con Chiapas, al oeste con el estado de Guerrero y al sur con el Océano Pacífico, con una extensión de casi 600 km de costa. Se encuentra a una altitud que varía del nivel del mar, hasta los 3,750 msnm.

Oaxaca representa el 4.8 % de la superficie total nacional, ubicándose en el 5° lugar del país. Es la entidad con mayor diversidad étnica y lingüística de México. En el actual territorio oaxaqueño conviven 18 grupos étnicos de los 65 que hay en México, que en conjunto superan el millón de habitantes, distribuidos en 2,563 localidades ([http://www.oaxaca.gob.mx/?page\\_id=32006](http://www.oaxaca.gob.mx/?page_id=32006)).

Históricamente, Oaxaca ha presentado niveles de ingresos y tasas de crecimiento económico muy bajas. En términos del Producto Interno Bruto per cápita (PIB/pc), en las décadas recientes esta entidad no ha alcanzado siquiera la mitad del valor nacional; así, en 2009 el PIB/pc estatal se ubica en aproximadamente 47,240 pesos, frente a 101,520 a nivel nacional. La estructura económica del estado está marcada por grandes brechas y discontinuidades, que señalan una suerte de bimodalidad. En un extremo, las industrias de derivados del petróleo, alimentos y bebidas, química y de minerales no metálicos aportan conjuntamente más de 75% del PIB estatal. En estas industrias se incluye un número pequeño de empresas muy grandes, como las dedicadas a refinación de petróleo, producción de azúcar, cemento, cerveza y papel, que son muy competitivas a nivel nacional e internacional. En el otro extremo, Oaxaca registra más de 27 mil microempresas dispersas en muchos sectores y ramas de actividad, las cuales, en general, presentan baja productividad, escasa calificación y capacitación del personal, así como deficiente incorporación de nuevas tecnologías, por lo mismo, suelen tener poca capacidad del PIB estatal. Estas diferencias estructurales inhiben significativamente la expansión de las empresas oaxaqueñas y la generación de más y mejores empleos (GEO, 2011, pp. 130-132).

En los últimos años, el estado de Oaxaca ha aportado en promedio el 1.5% al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional; una participación baja en comparación con los demás estados del país (GEO, 2011, p. 180).

En lo que respecta a las exportaciones, en 2009 existían en Oaxaca 76 empresas exportadoras, principalmente de alimentos, bebidas y tabaco a destinos como Australia, Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, España e Italia. Las

exportaciones realizadas por empresas del estado ascendieron a 347 millones de dólares en noviembre de 2010. La importancia de las exportaciones trasciende a los niveles de producción en sí mismos, pues al participar y competir en la economía global suele haber efectos positivos en términos del cambio tecnológico, y en eficiencia y competitividad de las empresas (GEO, 2011, pp. 133-134).

En el estado de Oaxaca, las tasas de desocupación abierta han sido históricamente bajas: en 2010 osciló entre 2% y 2.7% de la Población Económicamente Activa (PEA) total. Sin embargo, al revisar las cifras desagregadas se aprecia que uno de los grandes problemas que arrastra la entidad es la alta proporción de PEA subocupada, además de un alto porcentaje de la misma en actividades agropecuarias (GEO, 2011, p. 139).

Oaxaca es una de las entidades del país con mayor precariedad en el empleo. En el caso de la PEA ocupada esta situación se refleja en cifras preocupantes como el hecho de que 19% recibe menos de un salario mínimo como pago por su trabajo y 30% no percibe ingresos; lo cual significa que casi un tercio de las personas que trabajan en la entidad lo hacen sin recibir ingresos monetarios; 23% de la PEA ocupada percibe ingresos que están entre el rango de dos y cinco salarios mínimos; 4% en el rango de los cinco a los diez y sólo 1% de la PEA ocupada percibe ingresos por arriba de los diez salarios mínimos. Lo anterior muestra un bajo poder adquisitivo de la población del estado. Es importante señalar que menos del 15% de la PEA total son trabajadores inscritos al IMSS (GEO, 2011, p. 141).

También, Oaxaca es una de las entidades federativas con mayor porcentaje de personas en situación de pobreza en el país. En 2008, el 62% de su población se encontraba en pobreza multidimensional, sumando un total de 2.2 millones de oaxaqueños, incidencia sólo superada por Puebla (64%), Guerrero (68.1%) y Chiapas (76.7%). En el mismo periodo, las tres carencias principales de la población oaxaqueña en orden de importancia eran: seguridad social, servicios de salud y servicios básicos en la vivienda (GEO, 2011, p. 221).

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO), Oaxaca es uno de los estados con mayor marginación<sup>6</sup> en el país, ocupando el tercer lugar en 2010, sólo después de Guerrero y Chiapas. Aproximadamente, el 29.13% y 65.03% de las localidades del estado muestran un grado muy alto y alto de marginación, respectivamente, lo cual implica que 94 de cada 100 localidades presentan condiciones de franca desventaja. En contraste, el 3.49%, 1.57% y 0.78% de las localidades tienen un nivel de marginación medio, bajo y muy bajo, en ese orden, lo que significa que sólo seis de cada cien localidades en el estado no sufre las condiciones generales de desventaja (CONAPO, 2012, p. 222).

---

<sup>6</sup> El índice de marginación mide las carencias que padece la población, en cuanto al disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas, en su expresión territorial. Para más detalles de este concepto ver inciso 4.5.

Oaxaca ocupa el segundo lugar de mayor rezago educativo en el país. En la entidad el número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 6.9 grados, lo que equivale a haber aprobado el primer grado de secundaria; mientras que en el Distrito Federal es de 10.5 grados, lo que equivale al primer grado de educación media superior. La media nacional es de 8.6 grados (GEO, 2011, p. 233).

## 2.2 El transporte y Oaxaca

Un transporte eficiente es indispensable para garantizar la movilidad de personas y bienes. En el estado de Oaxaca existen alrededor de mil 300 unidades de transporte urbano y 956 de suburbano, además de otras formas de transporte: taxis locales y foráneos, camionetas de pasaje, moto-taxis, autobuses foráneos y comunitarios. El transporte carretero es el más consolidado dentro del estado, ya que el ferroviario se extinguió en los Valles Centrales, quedando únicamente para la carga en las zonas industriales del Istmo y Tuxtepec.

El rezago en materia de infraestructura aérea, marítima y ferroviaria es evidente, al compararlo con el avance que han tenido otras entidades de características similares. De ahí la importancia de interactuar de forma dinámica con inversionistas nacionales y extranjeros para crear sinergias y encadenamientos virtuosos que permitan entrelazar los transportes de carga y pasajeros con las dinámicas impulsadas por los mercados nacional e internacional. Oaxaca cuenta con tres aeropuertos comerciales. El análisis de las tendencias del transporte aéreo, tanto de carga como de pasajeros, hace evidente la falta de infraestructura complementaria y de servicios de los aeropuertos actuales, en especial considerando la mayor dimensión de las nuevas aeronaves, las exigencias de confort y seguridad del turismo internacional, el manejo de cargamentos y equipajes, las nuevas tecnologías para el control y la seguridad, y las necesidades multimodales. El transporte marítimo también presenta desventajas competitivas, ya que únicamente se dispone del puerto comercial de Salina Cruz, el cual carece de infraestructura adecuada y de sistemas que optimicen el movimiento de buques y cargas, el posicionamiento de mercancía refrigerada y el aislamiento de materiales peligrosos. En el caso del transporte turístico es notoria la falta de instalaciones idóneas a excepción de Huatulco. Tampoco existe infraestructura para pesca deportiva, para atraque de yates y botes pequeños, así como servicios complementarios para mantenimiento y operación. La presencia del ferrocarril en Oaxaca es poco significativa, ya que sólo se tienen 649 kilómetros de vías de baja capacidad, la cual permite una velocidad promedio de sólo 40 kilómetros por hora. Las empresas Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec y Ferrosur conectan el Golfo de México y el Océano Pacífico así como la línea hacia el estado de Chiapas. Al norte del estado sólo unos cuantos kilómetros enlazan la industria de Tuxtepec hacia el estado de Veracruz. En ningún caso se utiliza para transporte de pasajeros (GEO, 2011, pp. 206-207).

Los costos asociados con la actividad económica de Oaxaca son muy elevados, especialmente para la comercialización de bienes y servicios, debido a la escasa

infraestructura de transporte y su mal estado. En la actualidad, el 60% de las cabeceras municipales no están conectadas a la red carretera pavimentada, lo que representa uno de los retos más importantes para incrementar la conectividad en el estado. Los costos de logística, entre los que se incluyen los de transporte, carga/descarga, almacenamiento, financiamiento de inventario, aranceles, embalaje, distribución, gestión y control, son los principales componentes involucrados en los costos de hacer negocios. Por lo anterior, es necesario ampliar y dar mantenimiento a la red de transporte terrestre así como mejorar la infraestructura portuaria y aeroportuaria (GEO, 2011, p. 17).

Oaxaca es uno de los estados con mayor riqueza cultural y natural de México, al contar con 16 grupos etnolingüísticos, numerosas zonas arqueológicas, expresiones artísticas, gastronómicas y musicales, así como gran diversidad geográfica y biológica la cual, además de distinguir a la entidad, le confiere un enorme potencial turístico en el ámbito nacional e internacional. En esta tarea el turismo es una herramienta fundamental para generar prosperidad en el estado. Oaxaca posee más de 597 kilómetros de litoral, ideales para el turismo de sol y playa, de cruceros y de naturaleza; una reserva de la biósfera (Cuicatlán-Tehuacán) y ocho áreas naturales protegidas por decreto federal. Además, es una de las entidades con mayor biodiversidad del país: nueve mil especies de plantas (más del 50% del total nacional); 264 especies y subespecies de mamíferos; 467 especies de reptiles; más de 100 especies de anfibios y 701 especies de aves. Tan sólo entre las últimas, Oaxaca es el estado del país con mayor abundancia de especies canoras. Por sí sola, la zona de los Chimalapas cuenta con el 31.3% de las especies de mamíferos en México, el 32.3% de las especies de aves y el 44.5% de especies de mariposas.

La enorme riqueza natural de Oaxaca ofrece oportunidades únicas para el ecoturismo en tres zonas principales: la Sierra Norte (que presenta una oferta amplia pero aún incipiente); la franja de litoral entre Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco (aprovechando las lagunas y manglares, el Museo de la Tortuga, así como la flora, fauna y otros recursos) y la región del Papaloapan. Por su historia, tradiciones y diversidad étnica, el estado cuenta también con gran potencial para el turismo cultural; por ejemplo, la ciudad capital y los Valles Centrales que son ampliamente visitados. Asimismo, en la región de la Mixteca y en los propios Valles Centrales existen cinco ex conventos con gran atractivo turístico. Igualmente, existen once importantes zonas arqueológicas, entre las que destacan en el ámbito nacional e internacional Monte Albán, Mitla y Yagul. El turismo estatal depende en gran medida de los visitantes nacionales, ya que en 2010, el 95% de la afluencia correspondió a turistas del interior de la república y el 5% restante a extranjeros. No obstante, la afluencia turística decreció un 3.6% en el período 2004-2010, durante el cual también se registró una disminución tanto en la ocupación de cuartos y la estadía, así como en la inversión para infraestructura. Entre otras causas, en 2006 el flujo turístico disminuyó debido a la problemática social de la entidad y en 2009 por la situación económica y sanitaria (AH1N1) mundial, las cuales fueron coyunturas desfavorables para el sector. Esta situación también se asocia con otros factores, entre los que destacan la escasa

construcción de cuartos, principalmente en los destinos de playa; el desarrollo de servicios turísticos sin una planeación previa; la falta de infraestructura carretera eficiente; disminución de vuelos comerciales regulares y de fletamento (chárter); así como falta de una política turística con criterios de competitividad internacional. Los turistas llegan al estado por diferentes vías: 56.2% en autobús; 21.8% en automóvil propio y 21.8% por vía aérea. Por una parte, el flujo vehicular en la carretera Cuacnopalan-Oaxaca ha tenido un crecimiento constante durante el período 2004-2010 incrementándose en 97.6%. Por otra parte, el reducido volumen de llegadas por el modo aéreo se debe en gran parte a la poca frecuencia de vuelos hacia la entidad y a las altas tarifas de las aerolíneas. Adicionalmente, para 2010 el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) contabilizó 75 cruceros, a Bahías de Huatulco, con un total de 121,481 pasajeros, 38.8% más que en 2005. A pesar de las importantes ventajas con que cuenta Oaxaca, el turismo no ha presentado un crecimiento sostenido en los años recientes. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Turismo del Gobierno Federal, en 2009, el estado de Oaxaca se ubicó en el lugar número 13 dentro de la participación nacional en relación con el número de visitantes, dos escaños más abajo que la ubicación en 2008 (GEO, 2011, pp. 188-189).

En 2010, el turismo generó en Oaxaca una derrama de 7,967 millones de pesos; de esta cifra, 43.1% fue captado en Bahías de Huatulco; 30.1% en la ciudad de Oaxaca; 8.2% en Puerto Escondido; 3.9% en el Istmo de Tehuantepec y 3.5% en Santa Catarina Juquila. Dentro de los destinos mencionados, Bahías de Huatulco es el que presenta la mayor estancia promedio (2.5 días por turista), superior al promedio estatal (1.6 días). Al ser la derrama consecuencia principalmente del número de turistas, de la duración de su estadía, y de sus niveles y patrones de consumo, se puede incrementar si se amplía la oferta, se mejora la calidad y se diversifican las opciones de servicios (GEO, 2011, p. 190).

En este contexto, entre las demandas más apremiantes del sector se encuentran la ampliación y modernización de los accesos carreteros que conectan a otros estados vecinos con Oaxaca capital y a ésta con las regiones de la entidad, así como de los servicios complementarios tales como terminales de autobuses, módulos de atención, señalización, paradores turísticos, entre otros. Adicionalmente, es necesario ampliar los destinos y la oferta de vuelos, así como la infraestructura y servicios para segmentos turísticos especializados o de nicho. Acciones en este sentido permitirían explotar las ventajas y vocaciones turísticas de cada región e insertarlas en un esquema de acciones, como los corredores turísticos, que permitan dinamizar su desarrollo (GEO, 2011, p. 191).

Derivado de lo anterior el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016, estableció como una de sus estrategias mejorar la conectividad hacia los destinos turísticos del estado (Estrategia 1.6) y para ello se señala un plan de negociaciones con empresas del transporte, nacionales y extranjeras, para incrementar la densidad de conexiones aéreas, terrestres y marítimas hacia el estado desde los principales mercados (GEO, 2011, p. 195).

El turismo se está convirtiendo rápidamente en la industria número uno del mundo y la actividad aérea está orgullosa de facilitar esta tarea. También, el papel del modo aéreo en el ámbito del comercio es muy significativo. Además, el aerotransporte de productos de alta densidad económica y de perecederos es de gran importancia por los trabajos que genera globalmente. En el ámbito mundial la actividad aérea genera más de 58 millones de empleos y representa 3.4% del producto interno bruto (PIB) mundial. En México la actividad aérea da empleo a alrededor de 334 mil trabajadores, considerando empleos directos, indirectos e inducidos, pero sin considerar al turismo (ATAG, 2014).

## 2.3 Los aeropuertos del estado de Oaxaca

Como ya ha sido señalado Oaxaca cuenta actualmente con tres aeropuertos comerciales: Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco. El aeropuerto de Salina Cruz operó comercialmente hasta 2006. El aeropuerto de Oaxaca es operado por el grupo aeroportuario Aeropuertos del Sureste (ASUR), y Puerto Escondido y Huatulco por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA).

### 2.3.1 El aeropuerto de Bahías de Huatulco

El aeropuerto de Bahías de Huatulco está ubicado en el municipio de Santa María Huatulco. A continuación se presenta la ficha técnica del aeropuerto.

**Tabla 2.1 Ficha técnica del aeropuerto de Bahías de Huatulco**

Clave IATA/OACI	HUX/MMBT
Nombre del aeropuerto	Aeropuerto Internacional de Huatulco
Clave de referencia OACI	4D
Pista	07-25; 3,000 x 45 m.
Elevación	142 m
Aeronave máxima	B747
Capacidad de pista (operaciones/hora)	20
Horario de operación	07:00 . 18:00
Número de posiciones (de acuerdo con la clasificación de la OACI):	7 tipo C, ó 5 tipo C y 1 tipo E hasta B747. ó 3 tipo D y 1 tipo E, ó 4 tipo D.
a) Posiciones de contacto	Todas
b) Posiciones remotas	Cero
Superficie de terminal	8,132 m <sup>2</sup>
Mostradores de documentación	24
Ancho de calles de rodaje	23 m
Categoría de cuerpo de rescate y extinción de incendios	VII

Fuente: <http://www.asur.com.mx/es/conoce-asur/nuestros-aeropuertos.html>

### 2.3.2 El aeropuerto de Oaxaca

El aeropuerto de Oaxaca está ubicado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán. A continuación se presenta la ficha técnica del aeropuerto.

**Tabla 2.2 Ficha técnica del aeropuerto de Oaxaca**

Clave IATA/OACI	OAX/MMOX
Nombre del aeropuerto	Aeropuerto Internacional Xoxocotlán
Clave de referencia OACI	4D
Pista	01-19; 2,450 x 45 m.
Elevación	1521.5 m
Aeronave máxima	B757-200
Capacidad de pista (operaciones por hora)	22
Horario de operación	06:00 . 20:00
Número de posiciones (de acuerdo con la clasificación de la OACI):	6 tipo C, ó 4 tipo C y 1 tipo D.
a) Posiciones de contacto	Todas
b) Posiciones remotas	Cero
Superficie de terminal	7,548 m <sup>2</sup>
Mostradores de documentación	22
Ancho de calles de rodaje	23 m
Categoría de cuerpo de rescate y Extinción de incendios	VI

Fuente: <http://www.asur.com.mx/es/conoce-asur/nuestros-aeropuertos.html>

### 2.3.3 El aeropuerto de Puerto Escondido

El aeropuerto de Puerto Escondido está ubicado en el municipio de San Pedro Mixtepec Distrito 22. A continuación se presenta la ficha técnica del aeropuerto.

**Tabla 2.3 Ficha técnica del aeropuerto de Puerto Escondido**

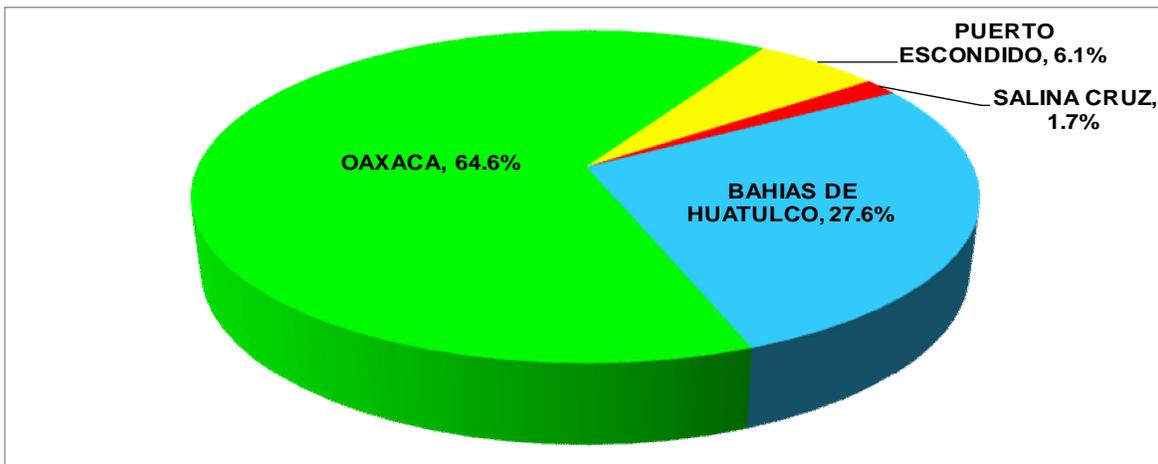
Datos técnicos	
Nombre del aeropuerto	Aeropuerto Internacional de Puerto Escondido
Clave IATA	PXM
Categoría	VI
Tipo	Turístico
Superficie	125.8 ha
Pistas	
Número de pistas	1
Tipo de pavimento	Asfalto
Designación pista	09-27
Dimensión pista	2,300 x 45 m
Capacidad (operaciones por hora)	16
Rodajes	
Rodaje	Alfa de 150 x 23 m y Bravo de 150 x 23 m
Tipo de pavimento	Asfalto
Plataforma comercial	
Superficie	9,270 m <sup>2</sup>
Tipo de pavimento	Asfalto
Numero de posiciones	2
Plataforma de aviación general	
Superficie	6,840 m <sup>2</sup>
Tipo de pavimento	Asfalto
Numero de posiciones	8
Edificio terminal comercial	
Superficie total	1,270 m <sup>2</sup>
Capacidad (pasajeros por hora)	115
Datos operacionales	
Horario de operación	07:00 - 19:00
Avión máximo operable	B737 y A320

Fuente: [http://www.flyto.mx/es/flyto/Ficha\\_Tecnica\\_Puerto\\_Escondido](http://www.flyto.mx/es/flyto/Ficha_Tecnica_Puerto_Escondido)

## 2.4 Perspectiva general del sector aéreo en el estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2013

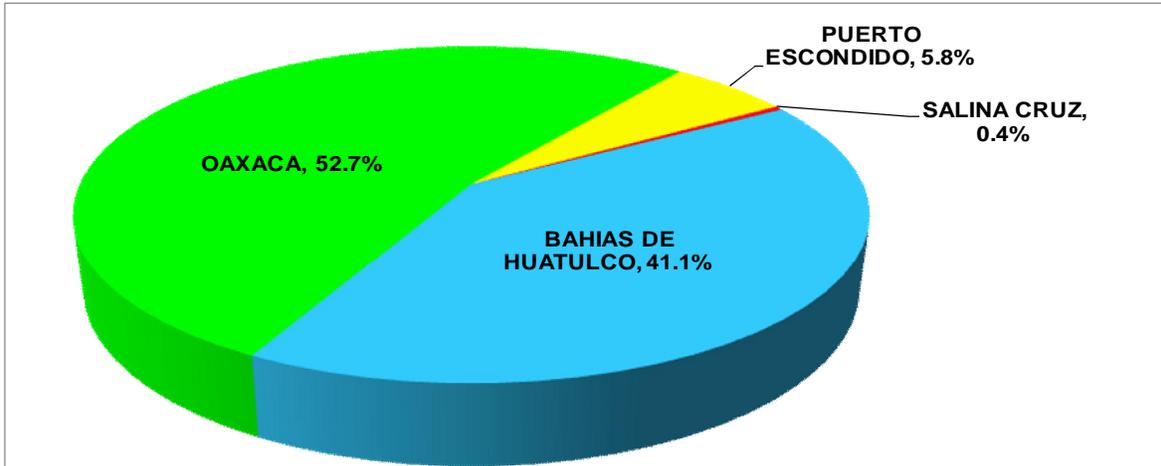
En los últimos 10 años (2004-2013) los cuatro aeropuertos de esta entidad, Oaxaca, Puerto Escondido, Huatulco y Salina Cruz (este último solo operó comercialmente hasta 2006) realizaron en conjunto 156,593 operaciones aéreas, de las cuales 64.6% correspondieron al aeropuerto de Oaxaca, 27.6% a Huatulco, 6.1% a Puerto Escondido y 1.7% a Salina Cruz (Figura 2.1). En el periodo señalado dieron servicio a casi nueve millones de pasajeros, en este caso 52.7% fue atendido en el aeropuerto de Oaxaca, 41.1% en Huatulco, 5.8% en Puerto Escondido y el remanente (0.4%) en Salina Cruz. En relación con la carga aérea, transportaron más de 20,500 toneladas, de las cuales 83.1% se manejó en el aeropuerto de Oaxaca, 12.2% en Huatulco, 3.6% en Puerto Escondido y 1.2% en Salina Cruz.

Estas cifras indican que en la última década el aeropuerto de Oaxaca ha destacado por operar la mayor cantidad de pasajeros y carga, teniendo mayor relevancia en este último rubro. En seguida se ubica Huatulco, el cual destaca en cuanto a la atención de pasajeros, debido a la actividad turística de esta área (destino de playa). Puerto Escondido se ubica en tercer lugar, dado que presenta un desempeño bajo en comparación con los aeropuertos de Oaxaca y Huatulco, por lo que se perfila como un aeropuerto con oportunidades de mejora. Por último, el aeropuerto de Salina Cruz presentó muy pocas operaciones en el periodo consignado, por lo que atendió muy pocos pasajeros y carga en comparación con los otros tres aeropuertos, esta infraestructura ya no ha ofrecido servicios comerciales desde 2007.



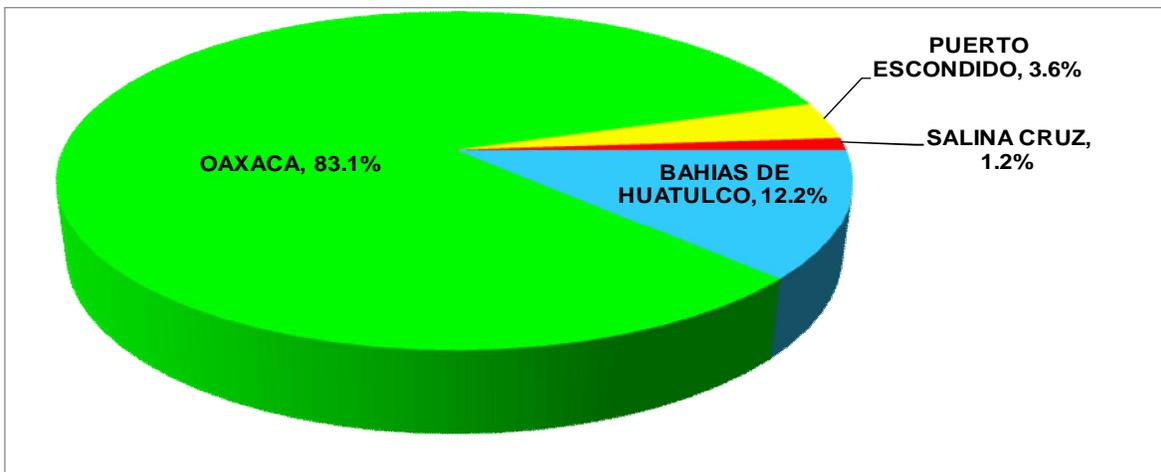
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.1 Porcentaje de operaciones aéreas realizadas en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante los años 2004-2013**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.2 Porcentaje de pasajeros atendidos en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante los años 2004-2013**



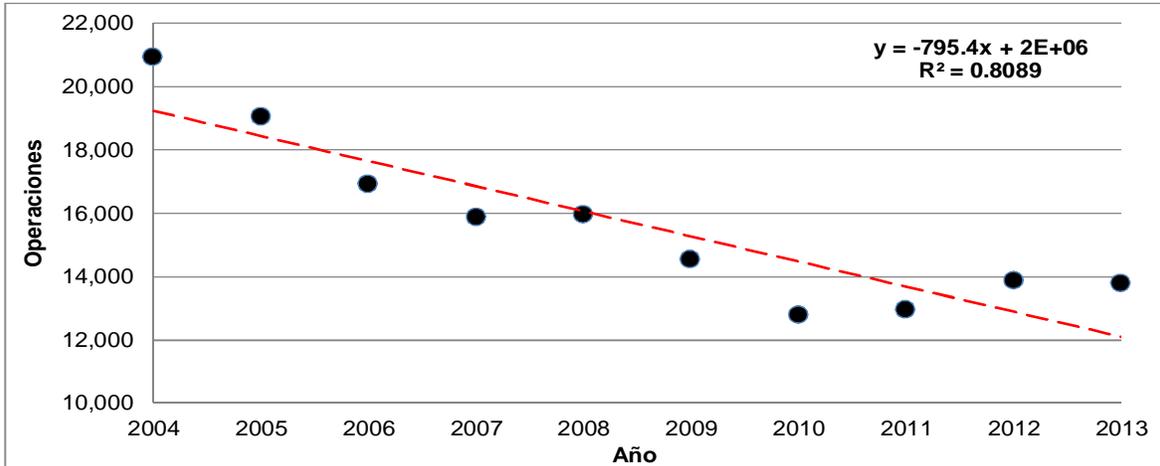
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.3 Porcentaje de carga atendida en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante los años 2004-2013**

El comportamiento de las operaciones aéreas, el movimiento de pasajeros y la atención de la carga aérea en el estado de Oaxaca ha sido diferente a través del tiempo. Las siguientes series de tiempo muestran la evolución que ha tenido cada uno de estos rubros.

En la Figura 2.4 se han graficado los valores de las operaciones realizadas en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2103. También, se ha graficado la tendencia lineal de estos valores (línea punteada roja), su ecuación y su coeficiente de determinación, el cual presenta un valor alto. Observe que el comportamiento de las operaciones aéreas en los aeropuertos de Oaxaca durante

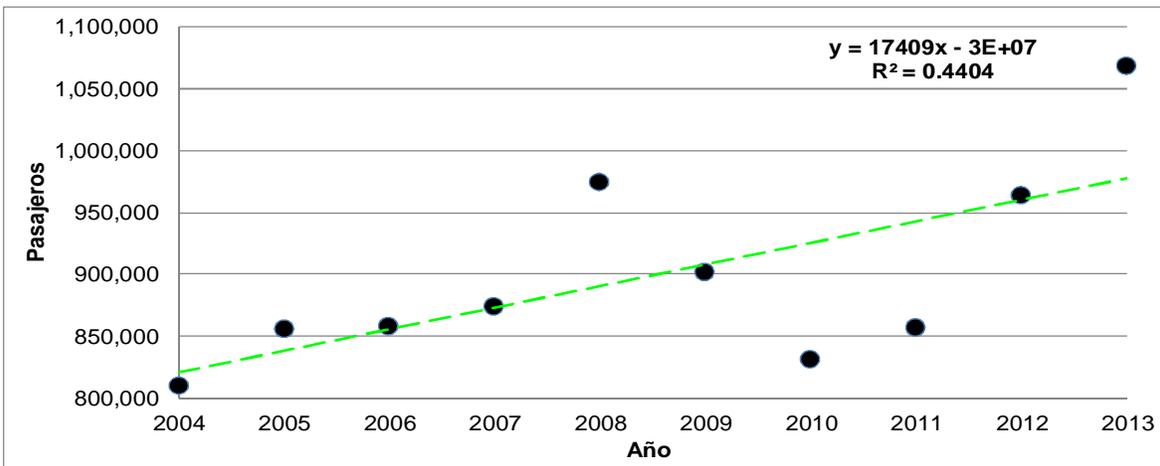
todo el periodo mostrado, tiene una pendiente negativa (-795.4), por lo que en general estos valores han tendido a decrecer. Sin embargo, cabe observar que a partir de 2009 el valor de las operaciones en estos aeropuertos ha tendido a fluctuar en un valor de alrededor de 14,000 operaciones anuales.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.4 Comportamiento de las operaciones realizadas en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**

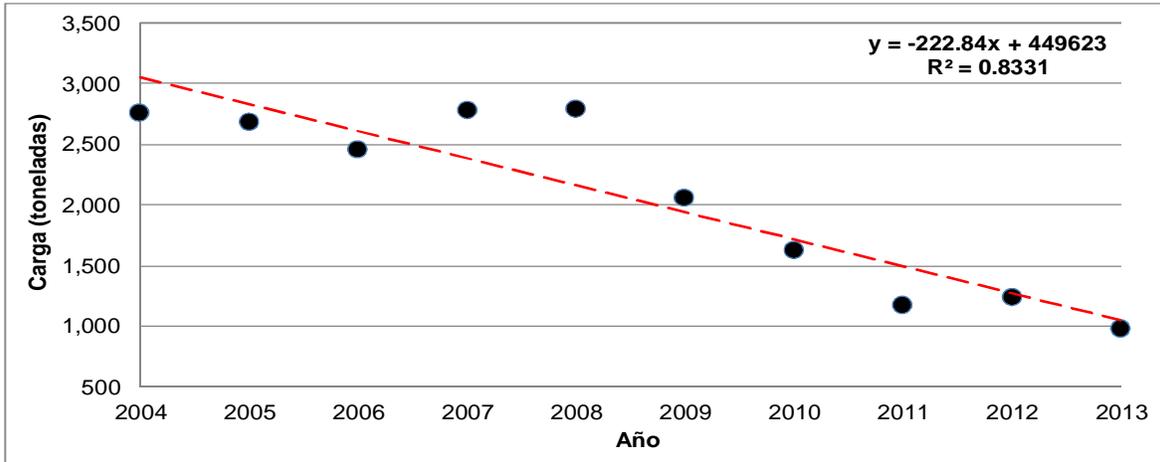
En relación con los pasajeros atendidos en los aeropuertos de Oaxaca (Figura 2.5), se observa una tendencia de crecimiento, como lo señala la pendiente positiva (+17,409) de su tendencia lineal (línea punteada verde), aunque en este caso el coeficiente de determinación es relativamente bajo (0.44). Además, se debe remarcar que se observa un crecimiento significativo y sostenido a partir de 2010. La tasa de crecimiento medio anual para el periodo 2004-2013 es de 3.12%.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.5 Comportamiento de los pasajeros atendidos en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**

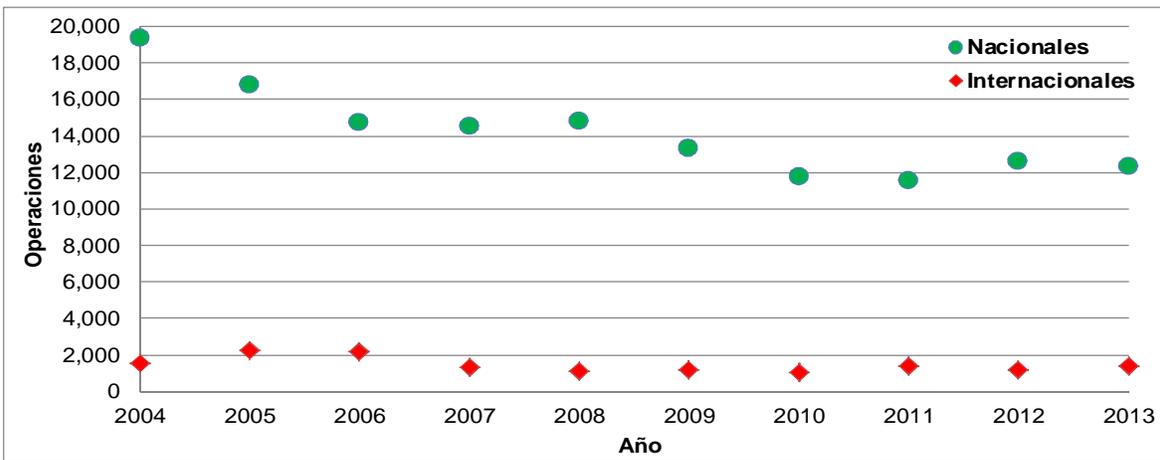
En cuanto al movimiento de carga aérea (Figura 2.6) se observa una tendencia negativa (línea punteada roja), lo cual significa que en los últimos diez años (2004-2013) han disminuido significativamente estos flujos en el estado de Oaxaca. Mientras que en el periodo 2004-2008 la carga generada anual superaba las 2,400 toneladas, en 2013 ha alcanzado su valor más bajo, igual a 980 toneladas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

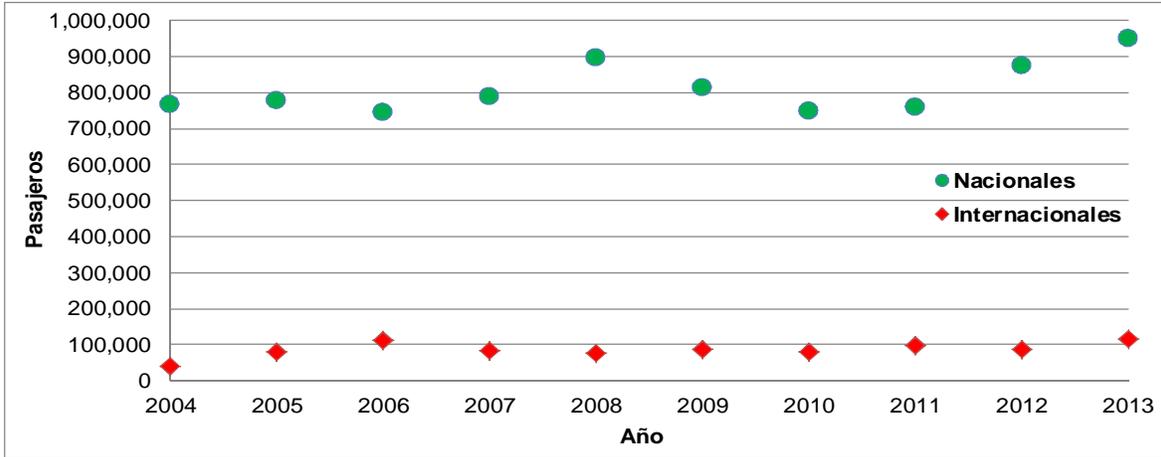
**Figura 2.6 Comportamiento de la carga atendida en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**

Los análisis anteriores han considerado la suma de los servicios nacionales e internacionales, en las siguientes figuras se desglosan estos rubros para determinar su relevancia.



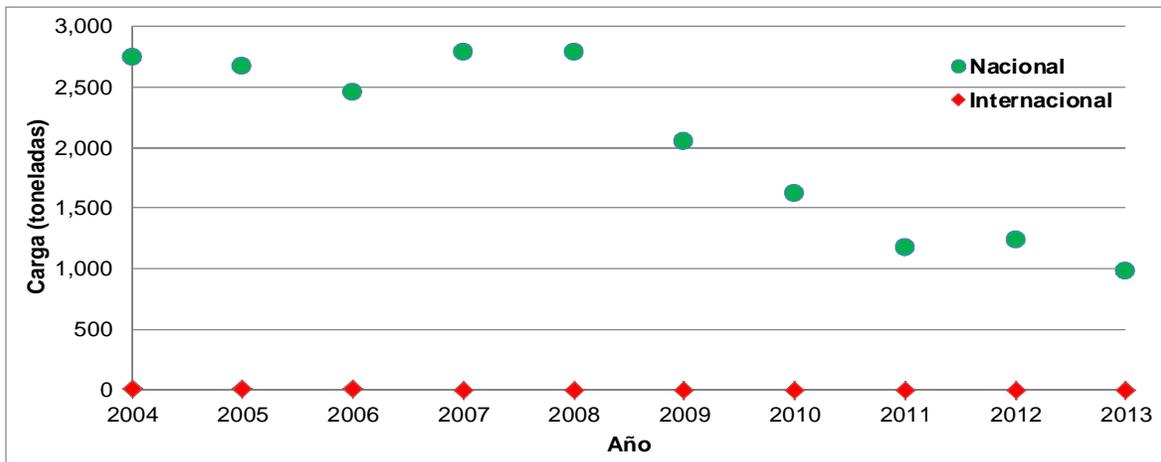
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.7 Comportamiento de las operaciones nacionales e internacionales en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.8 Comportamiento de los pasajeros nacionales e internacionales atendidos en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.9 Comportamiento de la carga nacional e internacional atendida en los aeropuertos del estado de Oaxaca en el periodo 2004-2013**

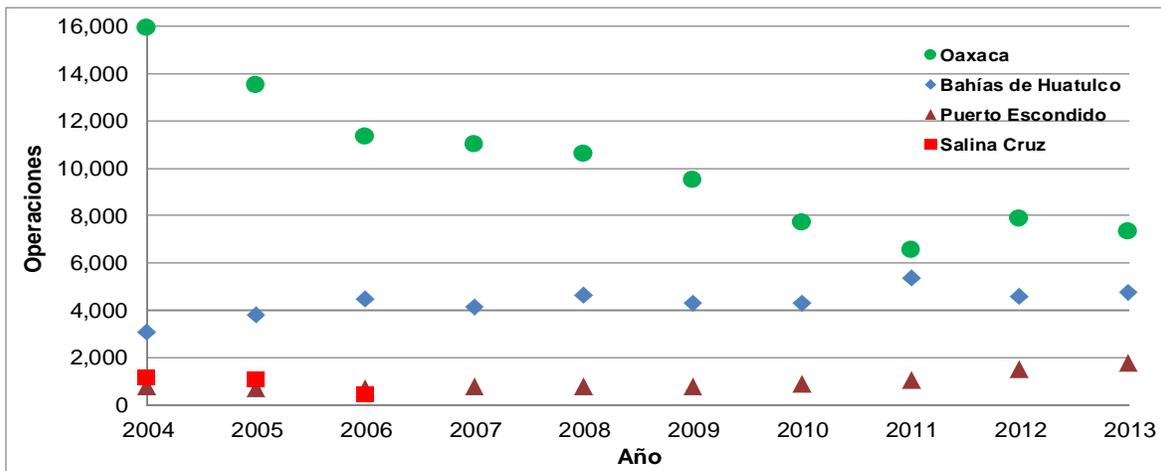
En las figuras anteriores se observa que en todos los casos más del noventa por ciento de la actividad aérea se centra en los flujos nacionales. En particular, el 90.6% de las operaciones, el 90.4% de los pasajeros y principalmente, el 99.8% de la carga corresponden a la actividad doméstica. Por lo que se tiene una enorme oportunidad de mejora para incrementar los flujos de pasajeros internacionales y la carga del comercio exterior.

La revisión anteriormente presentada da pauta para realizar un análisis más detallado de la actividad aérea en el estado de Oaxaca. Por lo tanto, la información global será estratificada ahora por aeropuerto, con objeto de observar el comportamiento individual de cada uno.

## 2.5 Perspectiva individual de los aeropuertos del estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2013

La actividad aérea en Oaxaca ha presentado cambios positivos y negativos, como se mencionó anteriormente, durante el periodo 2004-2013 dicho estado operaba cuatro aeropuertos, tres internacionales y uno nacional, los cuales están afectados por diferentes factores que generan comportamientos desiguales en cuanto a operaciones, pasajeros y carga aérea. En las siguientes figuras se muestra el comportamiento de cada uno de estos aeropuertos a través del tiempo.

En la Figura 2.10 se observa que el aeropuerto con el mayor número de operaciones realizadas es el de Oaxaca; sin embargo, presenta una tendencia negativa. En contra parte, el aeropuerto de Huatulco ha tenido un comportamiento estable con una ligera tendencia de incremento anual. Por otro lado, Puerto Escondido ha mantenido cifras bajas, aunque con una ligera tendencia de crecimiento. Por último, Salina Cruz presentó una tendencia negativa en sus operaciones durante el periodo 2004-2006 y en 2007 dejó de operar.

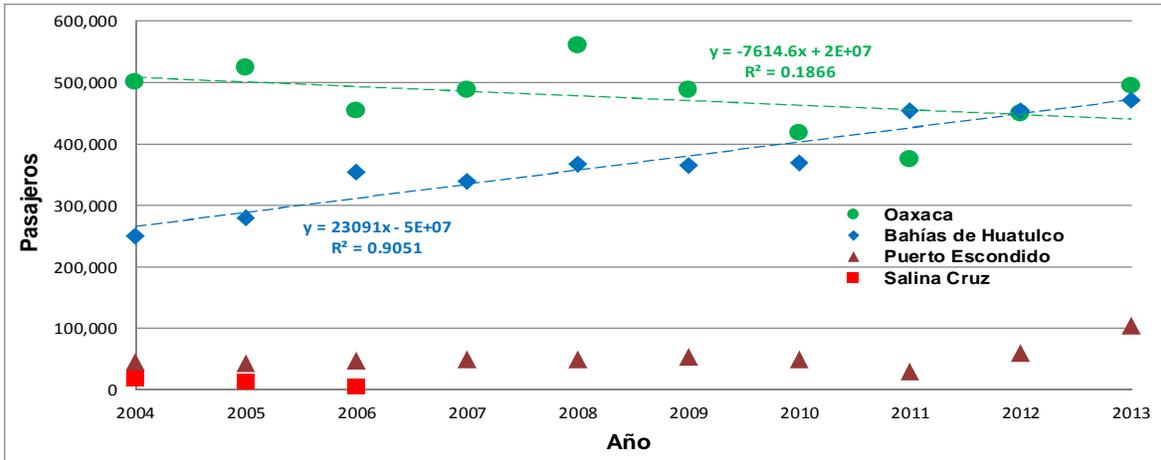


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.10 Comportamiento individual de los aeropuertos del estado de Oaxaca en relación con las operaciones realizadas en el periodo 2004-2013**

En la Figura 2.11 se observa que los aeropuertos de Oaxaca y Huatulco concentran la mayor parte de los pasajeros atendidos en el periodo 2004-2013; sin embargo, Oaxaca presenta un comportamiento errático a través del tiempo, con una pendiente negativa (ver línea puntada verde y ecuación de tendencia lineal), mientras que Huatulco tiene un patrón de crecimiento sostenido con un alto coeficiente de determinación (ver línea azul y ecuación de tendencia lineal), incluso sus valores convergen en el año 2012 y, de mantenerse este

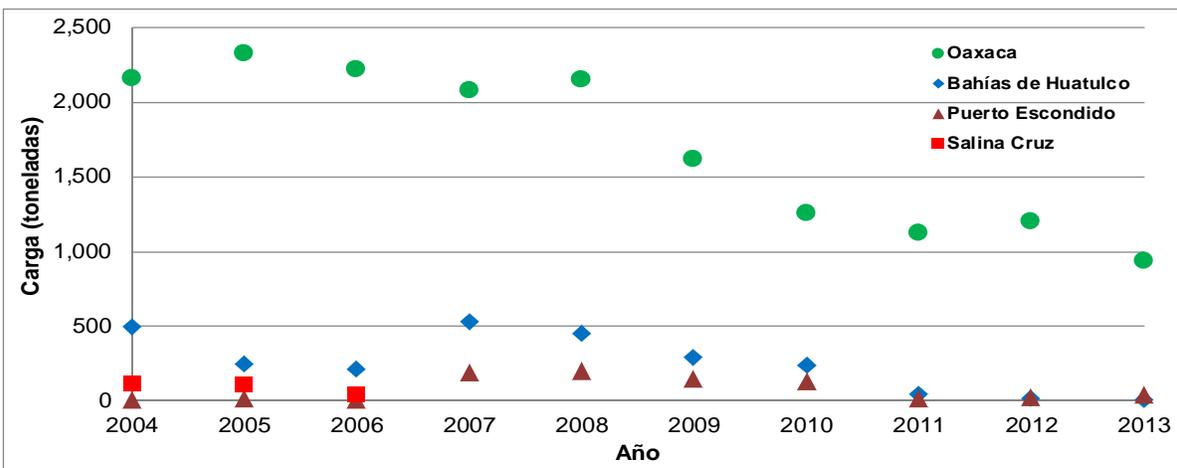
comportamiento, se esperaría que Huatulco supere a Oaxaca en los próximos años. Por su parte, Puerto Escondido mantuvo un desempeño modesto en cuanto a pasajeros atendidos, aunque recientemente (a partir de 2012) ha tenido un repunte en estos valores. Por último, Salina Cruz presentó nuevamente un declive en los pasajeros atendidos en el periodo 2004-2006 y en 2007 dejó de operar.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.11 Comportamiento individual de los aeropuertos del estado de Oaxaca en relación con los pasajeros atendidos en el periodo 2004-2013**

En la Figura 2.12 se observa que el aeropuerto de Oaxaca genera la mayor cantidad de carga, no obstante en los últimos años (2009-2013) ha presentado un decremento notable en estos flujos. Por otra parte, Huatulco y Puerto Escondido presentan oportunidades para potenciar su desarrollo en cuanto a movimiento de carga, ya que desde 2008 en forma sostenida han disminuido su participación en esta actividad.

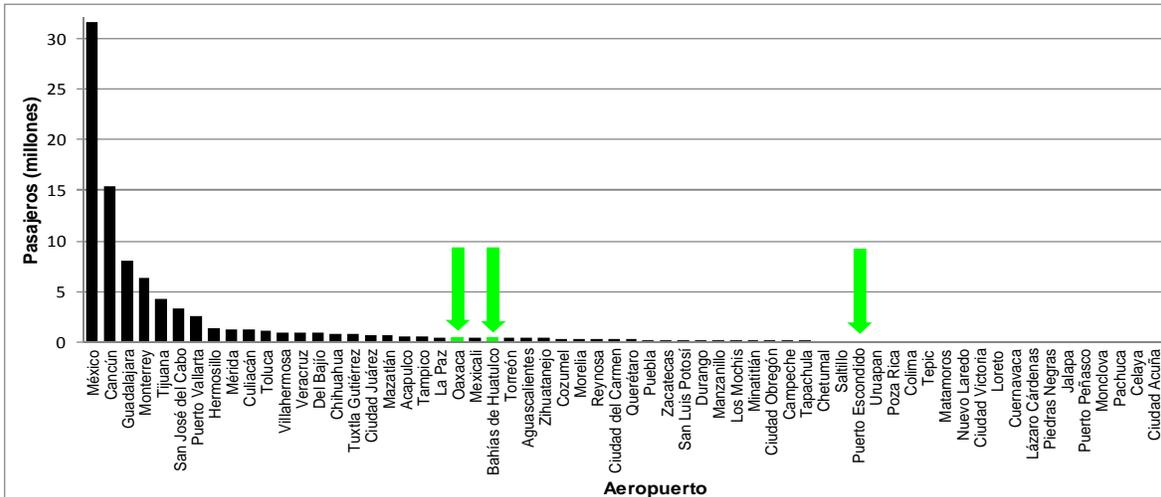


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.12 Comportamiento individual de los aeropuertos del estado de Oaxaca en relación con la carga atendida en el periodo 2004-2013**

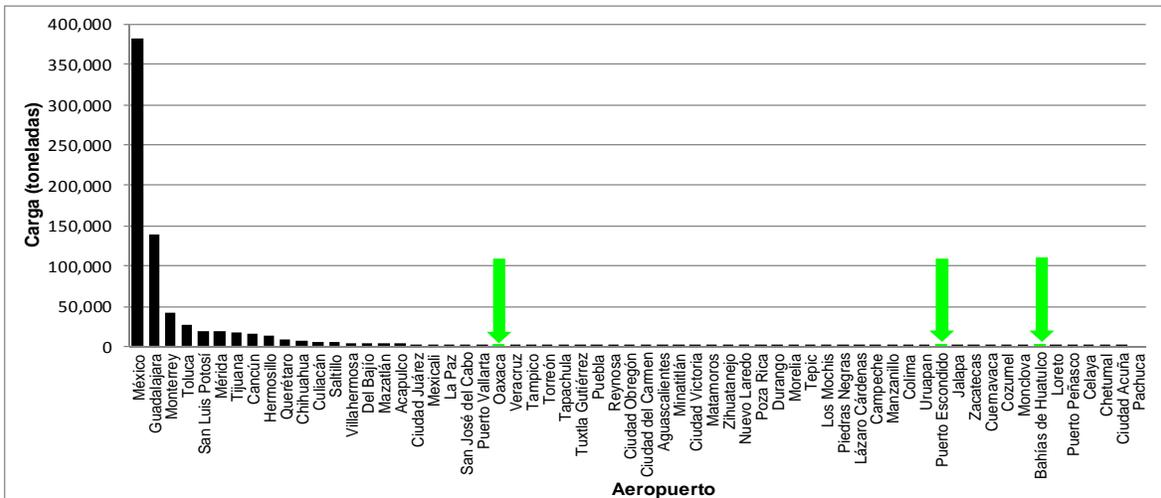
## 2.6 Pasajeros y carga atendidos en los aeropuertos mexicanos durante 2013

Con objeto de presentar el contexto nacional en el que operan los tres aeropuertos del estado de Oaxaca en las Figuras 2.13 y 2.14 se muestra la posición que guardan en 2013, en relación con los pasajeros y carga atendidos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.13 Pasajeros atendidos en los aeropuertos mexicanos durante 2013, en servicio nacional e internacional**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.14 Carga atendida en los aeropuertos mexicanos durante 2013, en servicio nacional e internacional**

En ambas figuras se han ordenado de mayor a menor los 62 aeropuertos mexicanos que tuvieron operaciones comerciales durante 2013, de acuerdo con las magnitudes de los flujos de pasajeros y carga. Además, se ha señalado mediante flechas verdes las ubicaciones de los aeropuertos oaxaqueños.

En la Figura 2.13 es evidente que el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) atendió la mayor cantidad de pasajeros (más de 31 millones), posicionándose como el primero en el ámbito nacional. Las cifras conseguidas por el AICM representa 34.2% del total nacional en 2013. Por otra parte, el aeropuerto de Oaxaca ocupó el lugar número 22, al haber atendido más de 493 mil pasajeros, Huatulco tuvo la posición 24, atendiendo más de 470 mil pasajeros y Puerto Escondido ocupó el puesto 45, con más de 104 mil pasajeros atendidos. En conjunto los tres aeropuertos del estado de Oaxaca representaron el 1.16% de las pasajeros atendidos por los aeropuertos mexicanos durante 2013, este valor representa aproximadamente el valor manejado por Toluca (posición número 11).

En relación con la carga aérea, nuevamente el AICM destaca dentro de todos los aeropuertos nacionales. En este caso el aeropuerto de la Ciudad de México atendió más de 383 mil toneladas durante 2013, cantidad que representa casi el 52% del total de los aeropuertos mexicanos. Por su parte, se observa en la Figura 2.14 que el aeropuerto de Oaxaca ocupó el lugar 23, con más de 934 toneladas atendidas, Puerto Escondido la posición 50, con 38.7 toneladas y Huatulco ocupó el puesto 56 con apenas siete toneladas atendidas. En conjunto los tres aeropuertos del estado de Oaxaca representaron tan solo 0.13% de la carga total atendida en los aeropuertos nacionales durante 2013.

En general, se observa que se presenta una gran concentración de la actividad aérea en pocos aeropuertos mexicanos. En el caso de los pasajeros, nueve aeropuertos<sup>7</sup> concentran más del 80% de los flujos; y en el caso de la carga esta concentración es todavía más copiosa, dado que cuatro aeropuertos<sup>8</sup> concentraron 80.2% de estos flujos.

En el caso de la carga aérea, las tres principales zonas metropolitanas<sup>9</sup> concentran más del 80% de la carga aérea internacional y doméstica debido a que agrupan importantes segmentos de la producción nacional pero, principalmente, constituyen los mercados de consumidores más grandes y de mayor poder adquisitivo del país. Sin embargo, en el caso de los flujos de pasajeros no necesariamente la demanda proviene del consumo de bienes o del poder adquisitivo de sus habitantes, sino también puede deberse a la actividad turística

---

<sup>7</sup> AICM (34.2%), Cancún (16.7%), Guadalajara (8.7%), Monterrey (6.9%), Tijuana (4.6%), San José del Cabo (3.5%), Puerto Vallarta (2.8%), Hermosillo (1.4%) y Mérida (1.4%). Entre paréntesis se indica la participación de cada aeropuerto en el total de los aeropuertos mexicanos.

<sup>8</sup> AICM (51.9%), Guadalajara (18.8%), Monterrey (5.7%) y Toluca (3.6%).

<sup>9</sup> La Zona del Valle de México (Aeropuerto Internacional de Toluca y AICM); la Zona Metropolitana de Guadalajara (Aeropuerto Internacional de Guadalajara); y la Zona Metropolitana de Monterrey (Aeropuerto Internacional de Monterrey).

de sus regiones, por ejemplo, el caso de Cancún, San José del Cabo y Puerto Vallarta. En este sentido, Oaxaca, como ya fue señalado antes, tiene un gran potencial.

## **2.7 Conectividad de los aeropuertos del estado de Oaxaca durante 2013**

Durante 2013, 62 aeropuertos mexicanos tuvieron actividad comercial y esta red aeroportuaria tuvo conexiones con 203 aeropuertos en el extranjero. A continuación se establece la conectividad de los aeropuertos de Oaxaca en el ámbito nacional e internacional para el año 2013.

Para ello, se definió la conectividad de un aeropuerto x, como el porcentaje de aeropuertos (nacionales o extranjeros) con los que interactúa el aeropuerto x en un periodo dado, en relación con el universo total de aeropuertos con los que puede interactuar. Para el año 2013, este universo fue de 62 aeropuertos en el caso de los servicios nacionales y de 203 para los internacionales.

### **2.7.1 Conectividad nacional**

En las tablas 2.4, 2.5 y 2.6 se presentan las conexiones nacionales que tuvieron los aeropuertos de Oaxaca, Bahías de Huatulco y Puerto Escondido respectivamente durante 2013. Además, se indica el total de operaciones (despegues y aterrizajes) realizadas, y los totales de pasajeros y carga atendidos en dicho periodo.

En el caso del aeropuerto de Oaxaca, éste presentó conectividad con 31 aeropuertos nacionales, por lo que su conectividad en este aspecto fue de 50%. Sin embargo, se debe observar que en aproximadamente la mitad de estas conexiones no hubo movimientos de carga aérea, sólo de pasajeros y que en el caso de nueve aeropuertos sólo se transportó carga, pero no pasajeros.

En el caso del aeropuerto de Bahías de Huatulco, éste sólo tuvo conexiones con el AICM y Acapulco, por lo cual su conectividad fue muy baja, de únicamente 3.2%. Huatulco presentó flujos de pasajeros y carga con el aeropuerto de la Ciudad de México, pero con Acapulco sólo se transportaron pasajeros.

Por su parte, el aeropuerto de Puerto Escondido sólo tuvo una conexión con el AICM, por lo que su conectividad es la más baja de los aeropuertos oaxaqueños con tan sólo 1.6%. Sin embargo, en esta única conexión se presentaron tanto flujos de pasajeros como de carga, e incluso el manejo de carga doméstica en este aeropuerto fue mayor al de Bahías de Huatulco

Por último, se debe señalar que en los tres aeropuertos oaxaqueños siempre destaca como la principal conexión el AICM. En el caso de las operaciones realizadas su participación en todos los casos siempre fue mayor al 80%.

**Tabla 2.4 Conectividad y actividad aérea nacional del aeropuerto de Oaxaca (2013)**

	<b>Aeropuerto</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Carga (toneladas)</b>
1	México	5,373	364,917	609.161
2	Tijuana	528	60,269	246.009
3	Monterrey	244	27,918	0.000
4	Minatitlán	174	0	35.170
5	Cancún	120	12,195	0.000
6	Tuxtla Gutiérrez	85	0	13.202
7	Toluca	64	110	17.158
8	Nuevo Laredo	13	0	2.400
9	Ciudad Juárez	11	127	6.200
10	Acapulco	7	342	0.029
11	Querétaro	6	0	3.315
12	Del Bajío	4	246	0.150
13	Puebla	4	185	0.000
14	Guadalajara	3	201	0.000
15	Saltillo	3	0	0.178
16	Hermosillo	2	148	0.000
17	Los Mochis	2	126	0.000
18	Culiacán	2	116	0.000
19	Campeche	2	82	0.000
20	Cuernavaca	2	81	0.000
21	Morelia	2	61	0.000
22	Chihuahua	2	0	0.200
23	Villahermosa	2	0	0.500
24	Colima	1	115	0.000
25	Mazatlán	1	110	0.000
26	Reynosa	1	62	0.000
27	Veracruz	1	37	0.000
28	Ciudad Victoria	1	23	0.000
29	Durango	1	23	0.000
30	San José del Cabo	1	0	0.150
31	Torreón	1	0	0.720
	<b>Total general</b>	<b>6,663</b>	<b>467,494</b>	<b>934.542</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla 2.5 Conectividad y actividad aérea nacional del aeropuerto de Bahías de Huatulco (2013)**

	<b>Aeropuerto</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Carga (toneladas)</b>
1	México	3,933	378,186	6.918
2	Acapulco	6	482	0.000
	<b>Total general</b>	<b>3,939</b>	<b>378,668</b>	<b>6.918</b>

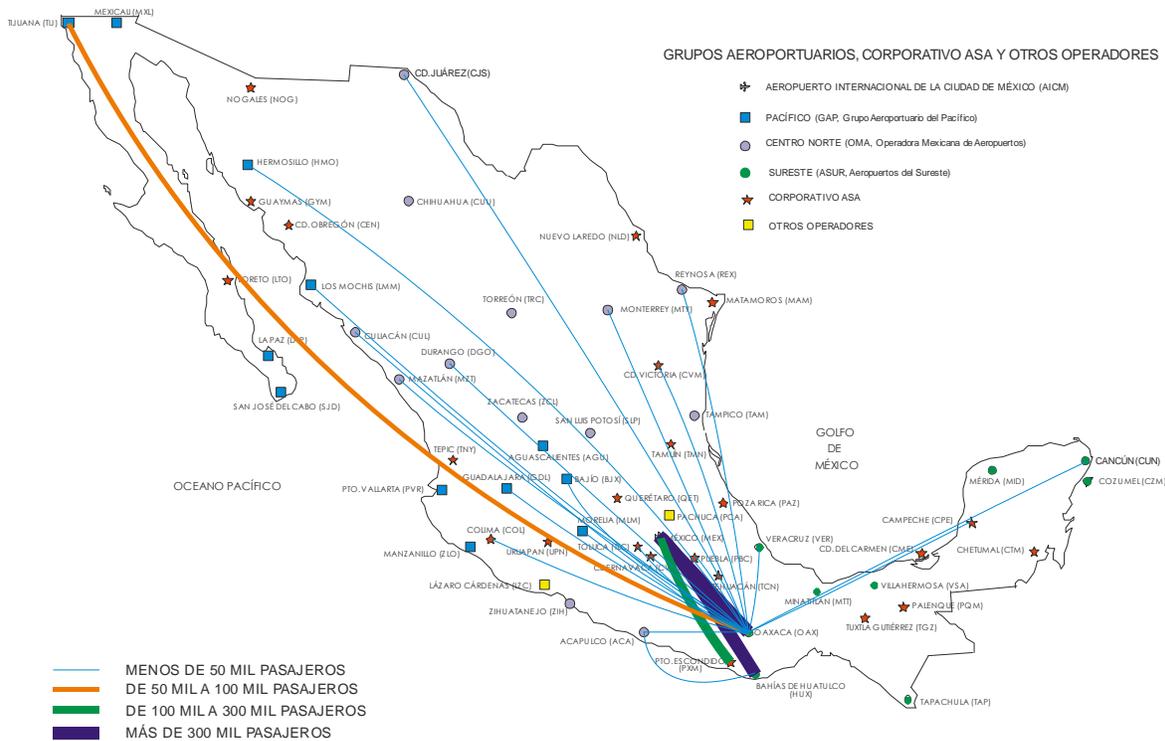
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla 2.6 Conectividad y actividad aérea nacional del aeropuerto de Puerto Escondido (2013)**

	Aeropuerto	Operaciones	Pasajeros	Carga (toneladas)
1	México	1,744	104,079	38.746
	Total general	1,744	104,079	38.746

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

En la Figura 2.15 se muestra la conectividad nacional de los flujos de pasajeros de los tres aeropuertos de Oaxaca durante 2013. En esta figura también se ilustra la magnitud de dichos flujos. Se observa la reducida conectividad de los aeropuertos de Puerto Escondido y de Bahías de Huatulco; en cambio, se aprecia la buena conectividad del aeropuerto de Oaxaca, que abarca una parte significativa de los aeropuertos del país, desde Tijuana hasta Cancún. Sin embargo, no en todos los casos se presentan flujos significativos de pasajeros. También, se observa que hay algunas áreas del país que no han sido conectadas con Oaxaca, como es el caso del Sureste con el estado de Chiapas; y algunos aeropuertos del Norte, como Chihuahua y Nuevo Laredo, y el estado de Baja California Sur.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.15 Conectividad nacional de pasajeros en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante 2013**

## 2.7.2 Conectividad internacional

En las tablas 2.7 y 2.8 se presentan las conexiones internacionales que tuvieron los aeropuertos de Oaxaca y Bahías de Huatulco, respectivamente, durante 2013. También, se indica el total de operaciones realizadas y los totales de pasajeros y carga atendidos. Observe que en este caso el aeropuerto de Puerto Escondido no presentó actividad internacional.

**Tabla 2.7 Conectividad y actividad aérea internacional del aeropuerto de Oaxaca (2013)**

	<b>Aeropuerto</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Carga (toneladas)</b>
1	Houston (EUA)	632	25,653	0
	Total general	632	25,653	0

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla 2.8 Conectividad y actividad aérea internacional del aeropuerto de Bahías de Huatulco (2013)**

	<b>Aeropuerto</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Carga (toneladas)</b>
1	Houston (EUA)	257	10,918	0.000
2	Toronto (Canadá)	99	13,746	0.000
3	Calgary (Canadá)	71	13,125	0.000
4	Edmonton (Canadá)	61	10,365	0.000
5	St. Louis (EUA)	52	6,313	0.000
6	Chicago (EUA)	51	6,002	0.000
7	Regina (Canadá)	42	7,127	0.000
8	Vancouver (Canadá)	38	5,931	0.000
9	Winnipeg (Canadá)	37	6,545	0.000
10	Minneapolis (EUA)	31	3,865	0.000
11	Montreal (Canadá)	24	3,975	0.000
12	Los Ángeles (EUA)	22	2,675	0.089
13	Saskatoon (Canadá)	6	1,098	0.000
14	Denver (EUA)	2	217	0.000
	Total general	793	91,902	0.089

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

En el caso del aeropuerto de Oaxaca, éste presentó conectividad sólo con un aeropuerto internacional (Houston), por lo que su conectividad es bajísima, tan sólo 0.49%. Se debe remarcar que con el aeropuerto de Houston sólo hubo flujo de pasajeros, pero no de carga aérea.

En el caso del aeropuerto de Bahías de Huatulco, éste tuvo conexiones con catorce aeropuertos extranjeros, por lo que presentó una conectividad igual a 6.8%, muy superior a la del aeropuerto de Oaxaca. Los flujos de Huatulco con los aeropuertos extranjeros durante 2013 (Tabla 2.8) fueron principalmente de

pasajeros, la única excepción en donde se presentó flujo de carga correspondió al aeropuerto de Los Ángeles, pero aún en este caso la magnitud fue muy baja, apenas 89 kilogramos.

Tanto para el aeropuerto de Oaxaca como el de Huatulco, el principal aeropuerto extranjero con el que interactuó, en función de las operaciones realizadas, fue Houston, en los Estados Unidos de América (EUA). Sin embargo, en cuanto a pasajeros atendidos en Huatulco, destacan Toronto y Calgary, en Canadá. Por último, es importante mencionar que todas las conexiones internacionales de los aeropuertos oaxaqueños corresponden sólo a aeropuertos en EUA y Canadá.

En la Figura 2.16 se presenta la conectividad internacional de los flujos de pasajeros de los aeropuertos de Oaxaca y Bahías de Huatulco durante 2013, también se muestra la magnitud de estos flujos. Se observa en forma evidente cómo los principales flujos se presentan con el aeropuerto de Houston, Estados Unidos. Le siguen en importancia cinco aeropuertos de Canadá (Toronto, Calgary, Edmonton, Regina y Winnipeg). En general, con Canadá la conectividad se relaciona con sus áreas más pobladas. Además, se observa que en algunos aeropuertos los flujos son muy reducidos, por ejemplo, en el caso de Denver en Estados Unidos y Saskatoon en Canadá.

De acuerdo con el Barómetro del Turismo Mundial<sup>10</sup> de la Organización Mundial del Turismo (OMT), en 2013 México se ubicó en el lugar 15 en llegadas de turistas internacionales (24.2 millones) y en el lugar 23 en ingreso de divisas por turismo internacional (13,900 millones de dólares). Por otro lado, de acuerdo con la Secretaría de Turismo<sup>11</sup> (SECTUR), al cierre del primer semestre de 2014, el ingreso de divisas por visitantes internacionales (8,435 millones de dólares) registró un crecimiento cercano al 18 por ciento, con respecto al mismo periodo del año pasado. Por su parte, el flujo de turistas internacionales alcanzó 14.2 millones de personas, cifra superior en 19.6 por ciento en relación con el mismo periodo del año pasado. En cuanto al arribo de turistas por vía aérea, que es el principal segmento del turismo de internación, se incrementó 10.8 por ciento, al pasar de 6.5 a 7.2 millones de paseantes.

El arribo de visitantes internacionales por vía aérea a México se mantiene a la alza en 2014, de acuerdo con un informe del Sistema Integral de Operación Migratoria (SIOM), del Instituto Nacional de Migración (INM)<sup>12</sup>. Los principales países de

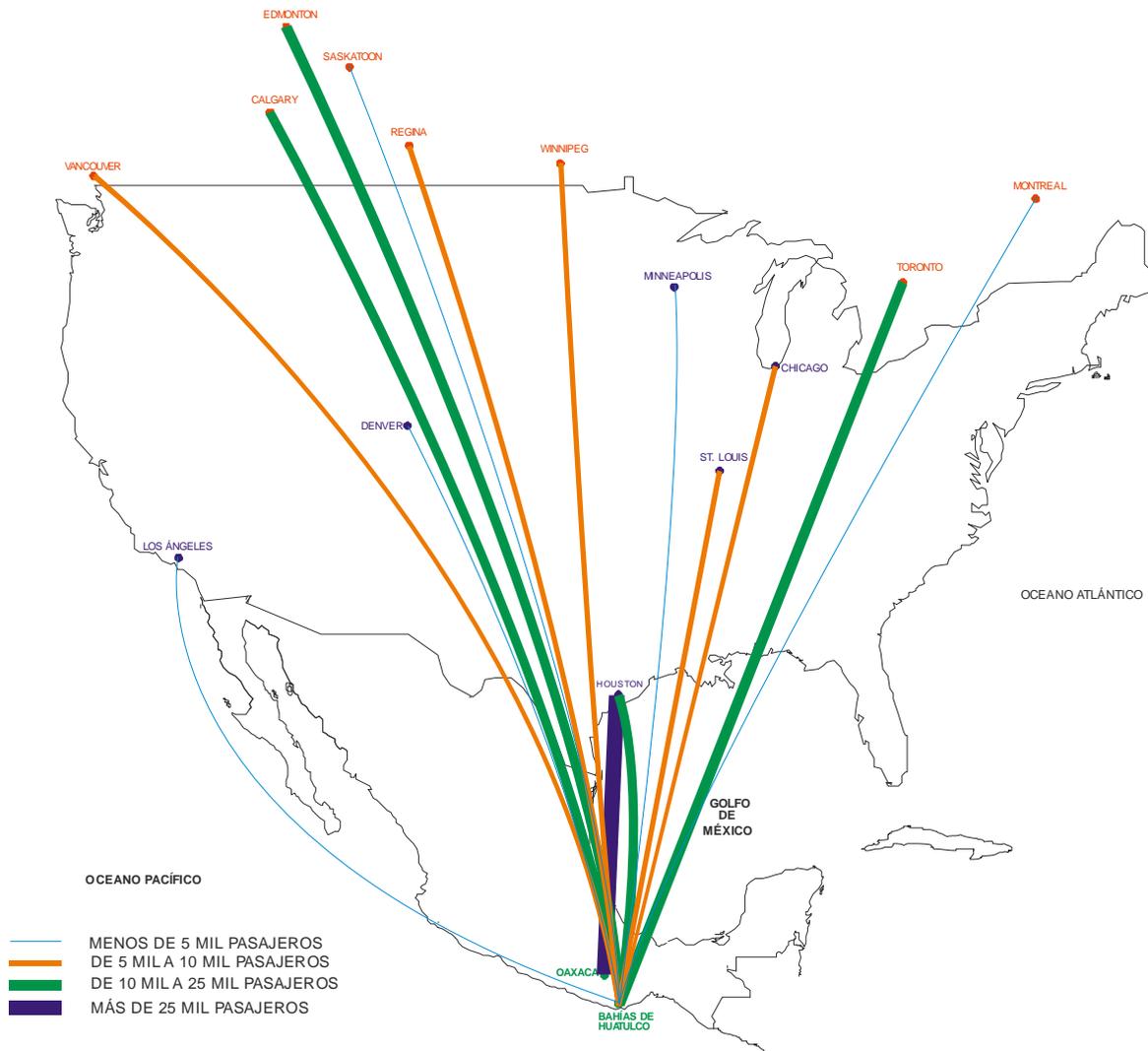
---

<sup>10</sup> Publicado en junio de 2014. Fuente: [http://www.siimt.com/work/models/siimt/Resource/c9a74953-565e-4413-9c83-c542201549ba/PDF\\_RankingOMT2014Jun.pdf](http://www.siimt.com/work/models/siimt/Resource/c9a74953-565e-4413-9c83-c542201549ba/PDF_RankingOMT2014Jun.pdf)

<sup>11</sup> Boletín 175, del 12 de agosto de 2014. Fuente: <http://www.sectur.gob.mx/sala-de-prensa/2014/08/12/boletin-175-banxico-crecio-casi-18-la-derrama-de-divisas-en-turismo-durante-el-primer-semester/>

<sup>12</sup> Boletín 145, del 2 de julio de 2014, de la SECTUR. Fuente: <http://www.sectur.gob.mx/sala-de-prensa/2014/07/02/boletin-145-continua-al-alza-arribo-de-visitantes-internacionales-por-via-aerea-crecio-11-de-enero-a-mayo-inm/>

origen fueron Estados Unidos y Canadá, los cuales presentaron tasas de crecimiento, en relación con el año anterior, de aproximadamente 13%. Pero también la llegada de visitantes de países europeos presentó buenos resultados, principalmente del Reino Unido, España, Alemania e Italia, con tasas de crecimiento de 14%, 20%, 17% y 10% respectivamente. Del mismo modo, se mantiene un buen desempeño en la llegada de visitantes procedentes de Asia, en particular de los mercados de China y Corea, con tasas de crecimiento mayores a 20%, y de Japón con una tasa de 14.1%. En Sudamérica, los visitantes provenientes de Colombia y Chile crecieron de manera significativa con tasas de 30.8% y 31.3% respectivamente, y los de Brasil con una tasa de 6.3%.



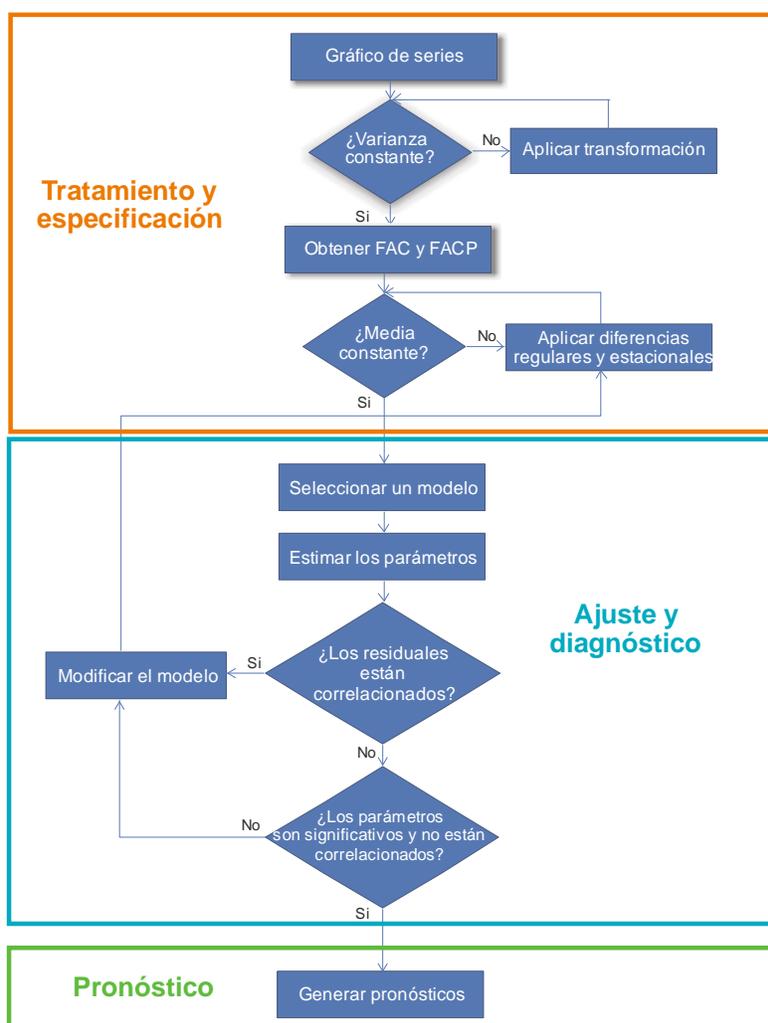
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 2.16 Conectividad internacional de pasajeros en los aeropuertos del estado de Oaxaca durante 2013**

### 3 Pronósticos de pasajeros y carga en los aeropuertos del estado de Oaxaca

En este capítulo se realizan los pronósticos para la demanda de pasajeros y carga de los aeropuertos de Bahías de Huatulco, Oaxaca y Puerto Escondido. Se tomó como referencia el trabajo realizado previamente por Mauro (2014), la metodología de Box-Jenkins y el programa Minitab.

Para las estimaciones de los pronósticos fue considerada la metodología de Medina y Mutis (2004), que en términos generales sigue tres pasos básicos (tratamiento y especificación, ajuste y diagnóstico, y pronóstico), y la serie de actividades que señala Mauro (2014), tal cómo se presentan en la Figura 3.1.



Nota: FAC = Función de autocorrelación; FACP = Función de autocorrelación parcial

Fuente: Adaptado de Medina y Mutis, 2004; y Mauro, 2014.

**Figura 3.1 Metodología general de Box-Jenkins**

En la fase de tratamiento y especificación se identifican las características de la serie de tiempo y si es necesario se realizan algunos cambios a la serie original como lo establece la metodología y, también, se definen los modelos tentativos a emplear y evaluar. Para ello se realiza un gráfico de la serie, adicionalmente se elaboran gráficas por subgrupos para observar si la media y la varianza son constantes. Se emplea una gráfica de control para determinar la tendencia y estacionalidad de la serie. Para construir un modelo ARIMA<sup>13</sup> es necesario que la serie sea estacionaria, por lo que se puede requerir hacerle transformaciones. En este trabajo se utilizaron diferenciaciones para estabilizar la media y logaritmos naturales para la varianza. Una vez que se ha transformado la serie en estacionaria, mediante las funciones de autocorrelación (FAC) o de autocorrelación parcial (FACP), se definen los parámetros de los posibles modelos ARIMA a emplear. El análisis de estas funciones proporciona el patrón<sup>14</sup> de comportamiento de las series.

Mediante el ajuste y diagnóstico se evalúan los modelos a emplear, para lo cual se utiliza el programa estadístico Minitab. Con objeto de determinar la significancia de los parámetros, se utilizaron los valores del estadístico  $T_{\alpha}$ . Su valor absoluto debe ser mayor que dos para poder rechazar la hipótesis nula de que esos coeficientes son iguales a cero. El estadístico de Ljung-Box<sup>15</sup> (Q) se emplea tanto para medir la aleatoriedad de un modelo como su aceptación. El programa Minitab genera este estadístico en los resultados del modelo. Dicho estadístico tiene una distribución chi-cuadrada con k-r grados de libertad, por lo que se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: Los errores no son ruido blanco<sup>16</sup>

Ha: Los errores son ruido blanco

Se rechaza Ho si  $Q < X_{\alpha, k-r}^2$ , si se rechaza Ho se llega a la conclusión de que el modelo propuesto es adecuado

---

<sup>13</sup> Acrónimo de *autoregressive integrated moving average*. Los modelos ARIMA son modelos que utilizan variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para establecer un pronóstico. Se trata de modelos dinámicos de series tiempo, en donde las estimaciones futuras son explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes.

<sup>14</sup> Para conocer el significado de estos patrones se recomienda consultar las siguientes referencias: Thirion y Collis, 2014; y Makridakis et al., 1998.

<sup>15</sup> El estadístico Ljung-Box se utiliza para probar si una serie de observaciones en el tiempo es aleatoria e independiente. En caso de autocorrelación, se disminuye la precisión de la predicción del modelo.

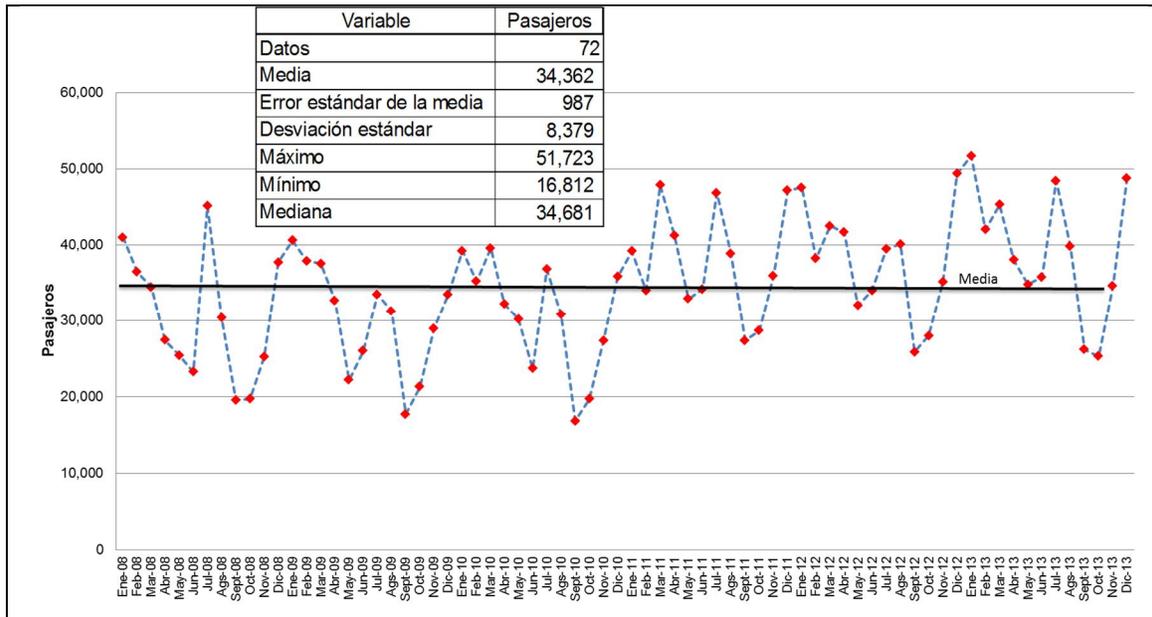
<sup>16</sup> Se denomina ruido blanco a una serie temporal aleatoria, o débilmente autocorrelacionada, con media cero. Como resultado del ajuste de un modelo adecuado a una serie temporal, para simular su comportamiento, los residuos deben tener la característica del ruido blanco.

Una vez que se ha establecido el modelo adecuado, se debe realizar la prueba de normalidad de los residuos. Una forma sencilla de hacerlo es mediante una prueba gráfica de normalidad o mediante el estadístico de Anderson-Darling. En este trabajo se optó por la primera prueba.

Después de que se ha determinado que los residuos pasan la prueba de normalidad, se pueden realizar los pronósticos. En esta etapa también se comparan los valores estimados del modelo contra los reales para tener un mejor ajuste del modelo. Un estimador que evalúa la bondad del modelo es el error absoluto de porcentaje medio (EAPM, o MAPE, por sus siglas en inglés, *Mean Absolute Percentage Error*), éste indica qué tan bien se ajusta un pronóstico a los datos reales. De acuerdo con Álvarez et al. (2014), valores del EAPM entre el 20% y 30% son aceptables, y entre el 10% y 20% son considerados como un buen pronóstico.

### 3.1. Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Bahías de Huatulco

La serie de tiempo para los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco está conformada por setenta y dos datos mensuales que abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013. En la Figura 3.2, se observa su representación gráfica y las estadísticas básicas de la serie. En esta figura se puede observar que la media de la serie es de 34,362 pasajeros, con un valor máximo de 51,723 y un mínimo de 16,812, y una desviación estándar de 8,379. Los valores de los datos de la serie se presentan en Tabla A.1 del Anexo A.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 3.2 Pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco durante el periodo 2008-2013**

En la Figura 3.2 se observa que la serie no presenta una tendencia evidente, pero sí algunas características de estacionalidad. Sin embargo, para determinar la tendencia y estacionalidad se generó una gráfica de control estadístico, en la cual se confirma la falta de tendencia, al haberse estimado un valor p muy bajo para ésta. A los datos se les aplicó una diferencia de orden 1, con lo cual se observó un comportamiento estacionario, por lo que se procedió a determinar su modelo ARIMA.

Del análisis de las FAC y FACP se recomienda un modelo inicial ARIMA (2,1,2). El modelo, sus parámetros y estadísticos, así como sus gráficas de prueba de residuos se estimaron mediante el programa Minitab. Fueron evaluados cuatro modelos, los cuales se presentan en la Tabla A.2 del Anexo A. De acuerdo con los estadísticos y el EAPM, se estableció finalmente un modelo de tipo SARIMA (1,1,2) (2,1,1)<sub>12</sub>. Los parámetros, coeficientes y estadísticos del modelo utilizado se consignan en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco**

Modelo	Parámetros	Coeficientes	T	P	Estadísticos	
SARIMA (1,1,2) (2,1,1) <sub>12</sub>	AR (1)	0.512	5.08	0.000	Residuales Suma Cuadrado	40,356,887
	SAR (12)	-0.2099	-1.57	0.122	Residuales Media Cuadrado	7,614,507
	SAR (24)	-0.5891	-4.21	0.000	Retardo (Lag)	12      24
	MA (1)	-0.2262	-9.26	0.000	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	9.7      16.8
	SMA (12)	0.8006	5.43	0.000	Grado de Libertad	6      18
					P	0.14      0.537
					Error absoluto de porcentaje medio	6.195

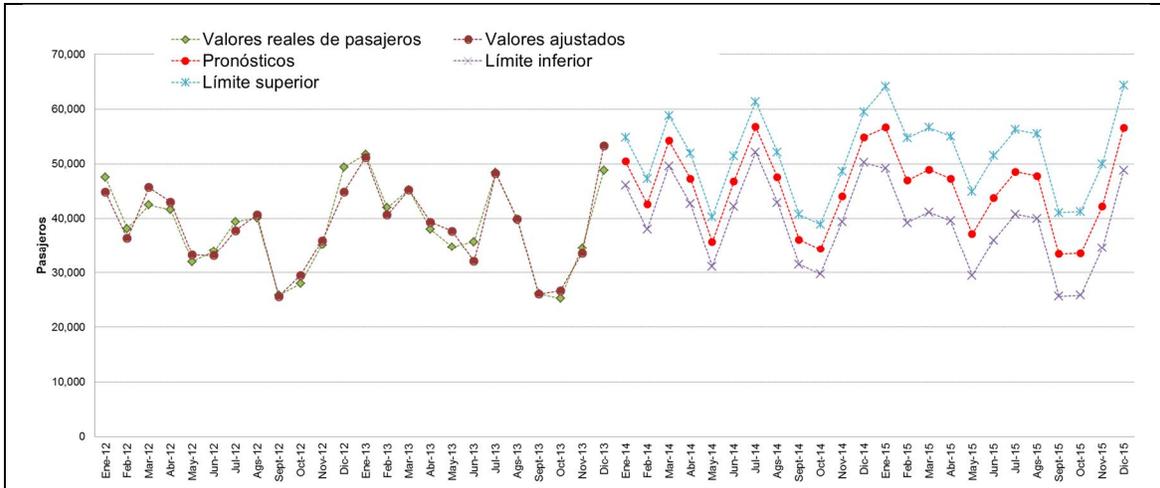
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

En dicha tabla se observa que los valores absolutos de los estadísticos  $\chi^2$  son mayores que dos, excepto en el caso del parámetro SAR (12). En el caso del estadístico de Ljung-Box, al compararse contra el estadístico  $X^2_{\alpha} = 12.59$ , por lo tanto, el modelo es aceptable. El EAPM, si bien no es el mínimo posible, sí es el que junto con los otros estadísticos (T y Q) hacen que el modelo sea aceptable.

La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.1 del Anexo A, en la cual el supuesto de normalidad se cumple satisfactoriamente.

Los datos ajustados del modelo se compararon contra los valores reales, en la Figura A.2 del Anexo A, en donde se observa un muy buen ajuste de las estimaciones.

Finalmente, en la Figura 3.3 se presenta el pronóstico de veinticuatro meses, que comprende de enero de 2014 hasta diciembre de 2015. Esta gráfica, además, incluye los últimos dos años de la serie real (2012-2013), los datos ajustados y los límites superior e inferior. Los datos del pronóstico y sus límites se consignan en la Tabla A.3 del Anexo A.

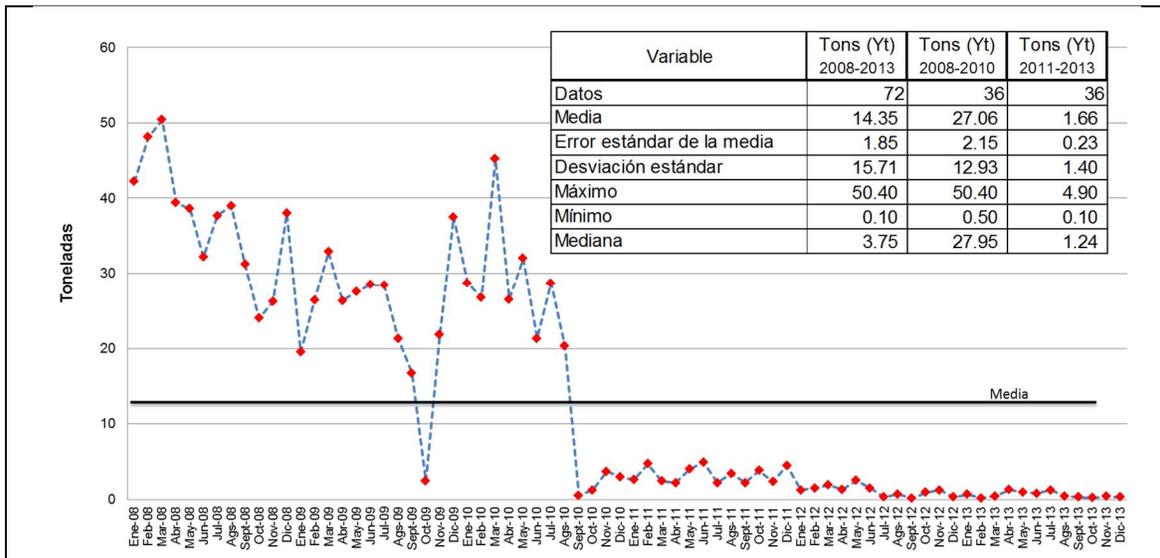


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura 3.3 Pronóstico de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco, 2014-2015**

### 3.2 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Bahías de Huatulco

La serie de tiempo para la carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco, está conformada por setenta y dos datos mensuales, que abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013. En la Figura 3.4, se observa su representación gráfica y las estadísticas básicas de la serie.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 3.4 Carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco durante el periodo 2008-2013**

La media de la serie son 14.35 toneladas, con un valor máximo de 50.4 y un mínimo de 0.1 y una desviación estándar de 15.71. Los valores de los datos de la serie se presentan en la Tabla A.4 del Anexo A.

Al observar la Figura 3.4, se hace evidente una ruptura en el comportamiento de los datos a partir de septiembre de 2010 (periodo 33). Los primeros 32 datos fluctúan con una media de 30.2 toneladas, a partir del dato 33 las mediciones tienen un fuerte decrecimiento. Los datos del período 33 hasta el 72 tienen una media de 1.7 toneladas. Aunque en los primeros 32 meses se observa una tendencia decreciente, en general, sus valores se mantienen por encima de la media.

Aunque la ruptura de la serie se presenta en el período 33, la serie se analizó en dos periodos, del año 2008 al 2010, y del 2011 al 2013, debido a que para evaluar la estacionalidad se requiere información de periodos que abarquen años completos.

En el período 2008- 2010 los valores de las estadísticas descriptivas son mayores que las del segundo, aunque con una tendencia negativa. Además, se observa que la mayoría de los valores correspondientes al periodo 2008-2010 están por arriba de la media del período 2008-2013. En cambio, para el periodo 2011-2013, los valores se encuentran abajo de la media y con una tendencia decreciente. La media en este periodo fue de 1.66 toneladas

Con base en el análisis gráfico se decidió no emplear los datos de los primeros valores correspondientes al periodo 2008-2010 y sólo considerar los valores más recientes, del periodo 2011- 2013, para el proceso de predicción de la demanda de carga aérea.

Cabe destacar la presencia de tendencia en la serie 2011-2013, estimada con base en una gráfica de control estadístico, en la cual se observó la presencia de tendencia confirmada por el valor p significativo obtenido.

Para analizar la estacionalidad de la serie inicialmente se realizó una gráfica con los datos mensuales de la carga, para visualizar el comportamiento de las fluctuaciones de la serie. Como resultado se observó cierto patrón estacional. Posteriormente, para estimar la estacionalidad cuantitativamente se utilizaron las gráficas de autocorrelación simple y parcial<sup>17</sup> de la primera diferencia de la variable, que mostraron cierta correlación para los retardos 1, 2, 3 y 4. Con objeto de corroborar estos resultados, se utilizó un periodograma<sup>18</sup> el cual mostró correlación para los periodos 4, 7 y 11.

---

<sup>17</sup> Los resultados de la función de autocorrelación simple y parcial proporcionan el tipo y grado de correlación existente entre los valores de la serie, separados por un periodo igual al retardo señalado.

<sup>18</sup> Un periodograma es una herramienta útil para detectar la estacionalidad y determinar su periodo. Para mayor detalle consultar Aguirre, 1994.

Después de haber Identificado los elementos de tendencia y estacionalidad de la serie, y de acuerdo con Mauro (2014), se consideraron los modelos de Holt-Winters y ARIMA para el pronóstico de la demanda de carga del puerto de Bahías de Huatulco.

Finalmente, para los pronósticos se evaluaron tres modelos que se presentan en la Tabla A.5 del Anexo A. Como ejercicio adicional se modeló la serie 2008. 2013, con fines comparativos (ver modelo al final de la Tabla A.5).

Cabe destacar que ningún de los modelos evaluados presentó un error absoluto de porcentaje medio inferior al 30%. Aunque este parámetro sirve para determinar la bondad de ajuste entre un modelo y otro, los parámetros de los modelos ARIMA y Holt-Winters pueden ser aceptados de acuerdo con sus estadísticos.

El modelo seleccionado fue el modelo Holt-Winters, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.2, ya que presentó el menor EAPM.

**Tabla 3.2 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de la carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco**

Modelo	Parametros	Coeficientes	Estadísticos	
Holt-Winters Serie 2011-13	Alfa (Nivel)	0.84	Residuales Suma Cuadrado	49.34
	Gamma (Tendencia)	0.01	Residuales Media Cuadrado	0.69
	Delta (Estacional)	0.01	Error absoluto de la media	0.8597
			Error cuadrático de la media	1.3706
			Error absoluto de porcentaje medio	78.005

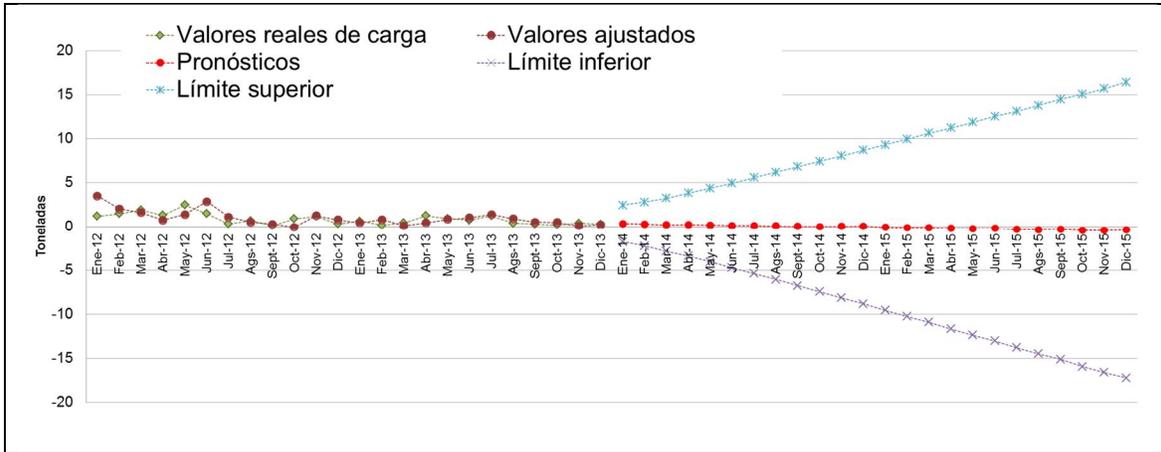
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.3 del Anexo A, en la cual el supuesto de normalidad se cumple muy bien. Hay cierta variación en la gráfica de residuos versus valores ajustados.

Los datos ajustados del modelo se comparan contra los valores reales, en la Figura A.4 del Anexo A.

Finalmente, en la Figura 3.5 se presenta el pronóstico de veinticuatro meses, de enero de 2014 hasta diciembre de 2015. En esta gráfica también se observan los últimos dos años de la serie real, los datos ajustados y los límites superior e inferior.

Observe que se presenta una tendencia lineal decreciente dados los valores en declinación de los datos reales. Debido a esta tendencia, los últimos pronósticos que corresponden al año 2015, toman valores negativos. El detalle de los datos se presenta en la Tabla A.6 del Anexo A.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura 3.5 Pronóstico de carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco, 2014-2015**

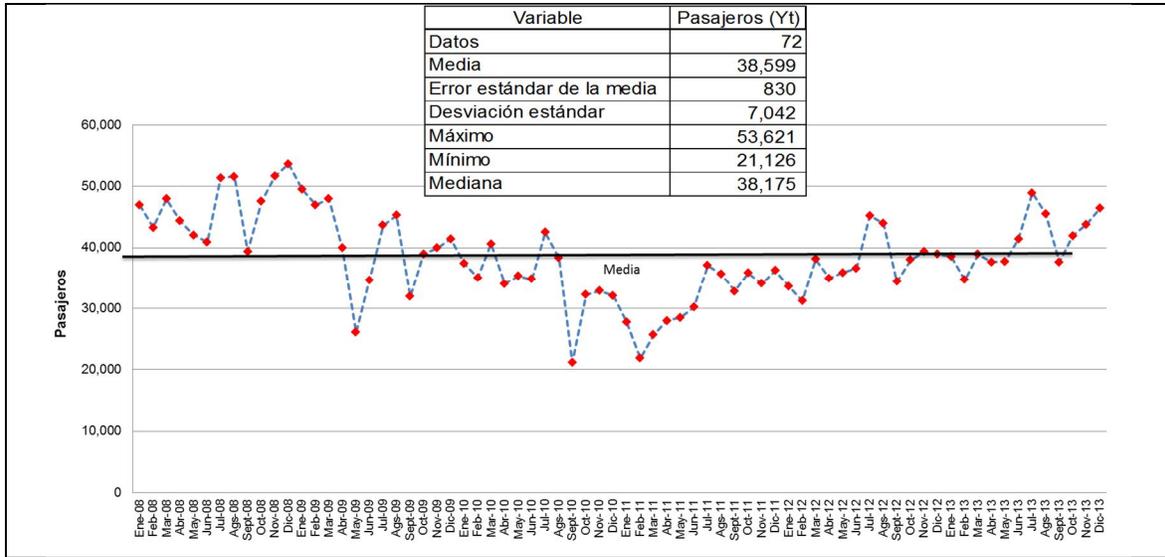
### 3.3 Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Oaxaca

La serie de tiempo para los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca está conformada por setenta y dos datos mensuales, que abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013. En la Figura 3.6 se representan sus valores gráficamente, además, se consignan las estadísticas básicas de la serie. En este caso la media de la serie es de 38,599 pasajeros, con un valor máximo de 53,621 y un mínimo de 21,126, y una desviación estándar de 7,042. El detalle de los valores de la serie se presenta en la Tabla A.7 del Anexo A.

Al observar la Figura 3.6, se aprecia que la serie carece de un patrón de tendencia, pero sí se observa cierta estacionalidad. Sin embargo, para determinar la tendencia y estacionalidad se creó una gráfica de control estadístico, en la cual se confirmó la falta de tendencia debido a que se estimó un valor de  $p$  muy bajo.

Posteriormente, se aplicó una diferencia de orden 1 a los datos. Bajo esta condición se observó un comportamiento estacionario, a partir de lo cual se inició la determinación de un modelo ARIMA.

El análisis de la FAC y FACP señaló un modelo inicial ARIMA (2,1,2), el cual se estimó en Minitab, así como sus parámetros y estadísticos. Además, se obtuvieron las gráficas de prueba de residuos. En total fueron evaluados los cuatro modelos que se presentan en la Tabla A.8 del Anexo A. El modelo adecuado, de acuerdo con los valores de los estadísticos, fue el tipo SARIMA (2,1,2) (1,1,0)<sub>12</sub> que se presenta en la Tabla 3.3.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 3.6 Pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca durante el periodo 2008-2013**

**Tabla 3.3 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca**

Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
SARIMA (2,1,2) (1,1,0) <sub>12</sub>	AR (1)	0.714	39.34	0.000	Residuales Suma Cuadrado	560,941,429
	AR (2)	-1.0018	-63.73	0.000	Residuales Media Cuadrado	10,387,804
	SAR (12)	-0.7731	8.29	0.000	Retardo (Lag)	12   24
	MA (1)	0.7336	7.31	0.000	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	14.5   35.2
	MA (2)	-0.9512	-9.73	0.000	Grado de Libertad	7   19
					P	0.042   0.013
				Error absoluto de porcentaje medio	13.56	

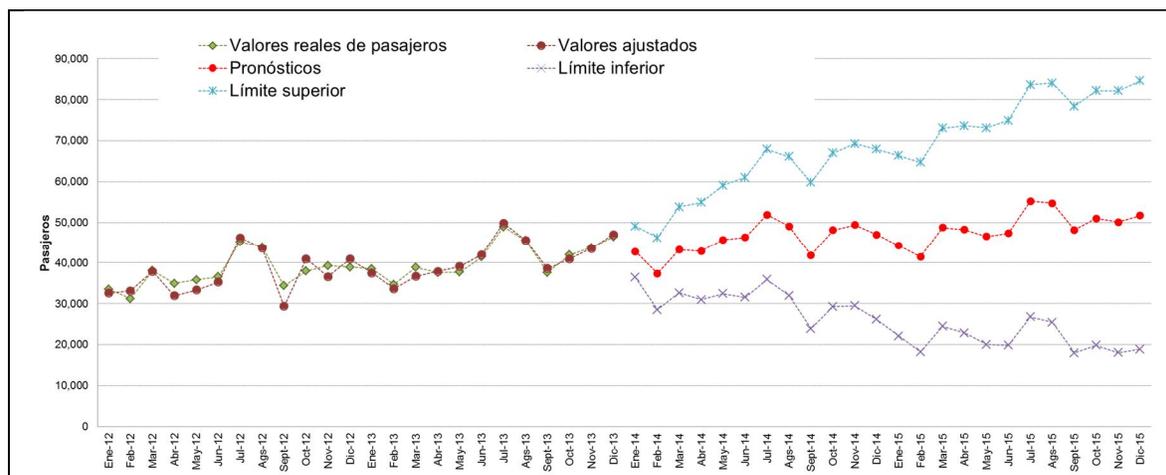
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

Los valores absolutos de los estadísticos  $\chi^2$  son mayores que dos. En el caso del estadístico de Ljung-Box, al compararse contra el estadístico  $X^2_{\alpha} = 14.075$ , el estadístico estimado en Minitab es menor, por lo que se considera al modelo como aceptable. El valor del EAPM, si bien no es el mínimo posible, sí es el que junto con los otros estadísticos (T y Q) hacen que el modelo sea aceptable.

La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.5 del Anexo A, en la cual el supuesto de normalidad se cumple muy bien. Los datos ajustados del modelo se comparan contra los valores reales, en la Figura A.6 del Anexo A. Se observó un buen ajuste del modelo con los datos reales de la serie.

Por último, se realizan veinticuatro meses de pronósticos, de enero de 2014 hasta diciembre de 2015. Los resultados se presentan en la Figura 3.7, en la que además se observan los últimos dos años de la serie real, los datos ajustados y

los límites superior e inferior. Los valores de la gráfica se registran en la Tabla A.9 del Anexo A.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura 3.7 Pronóstico de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca, 2014-2015**

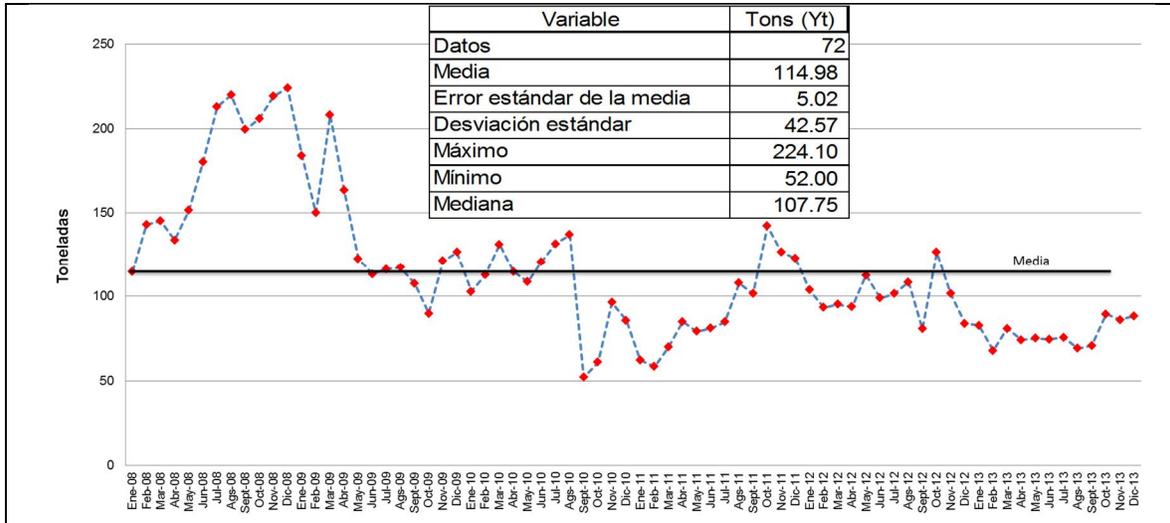
### 3.4 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Oaxaca

Los datos de la serie mensual de la carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca, abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013, constituyendo un total de setenta y dos datos. En la Figura 3.8 se presenta gráficamente esta serie junto con sus estadísticas básicas. En este caso la media de la serie es de 114.98 toneladas con un valor máximo de 224.1 y un mínimo de 52, y una desviación estándar de 42.57. Los valores individuales de los datos de la serie se presentan en la Tabla A.10 del Anexo A.

En la Figura 3.8 se aprecia que las primeras 20 observaciones (hasta agosto de 2009) se encuentran por arriba de la media, y las siguientes fluctúan en la media. En estos dos periodos, en términos generales, no se observa aparentemente ningún tipo de tendencia.

Para determinar cuantitativamente la tendencia y estacionalidad se elaboró una gráfica de control estadístico, en la cual se observó la presencia de tendencia (confirmada por un valor p significativo), así como la significancia de las oscilaciones estacionales.

A los datos se les aplicó una diferencia de orden 1 y una diferencia al logaritmo de la serie, observándose tendencia y estacionalidad, de acuerdo con la gráfica de control.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 3.8 Carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca durante el periodo 2008-2013**

El análisis de la FAC y FACP indicó un modelo inicial ARIMA (2,1,2), el cual fue estimado mediante el programa Minitab, junto con los coeficientes de sus parámetros y estadísticos, además se obtuvieron las gráficas de prueba de residuos.

En esta serie se evaluaron tres modelos, que se presentan en la Tabla A.11 del Anexo A. De acuerdo con los valores de los estadísticos de los parámetros y del EAPM, el mejor modelo correspondió al tipo SARIMA (2,1,2) (1,1,0)<sub>12</sub>, cuyas medidas de desempeño se presentan en la Tabla 3.4.

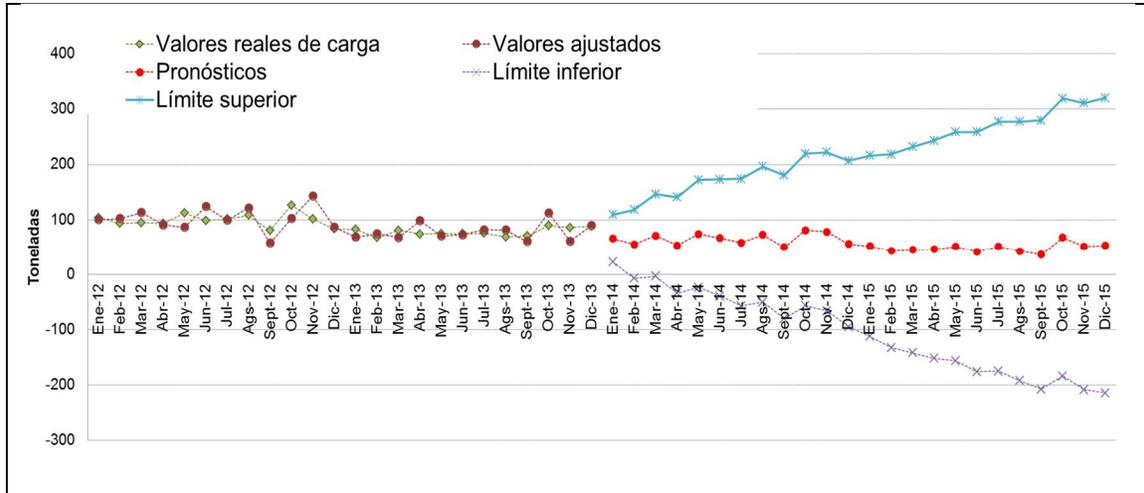
**Tabla 3.4 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de la carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca**

Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos		
SARIMA (2,1,2) (1,1,0) <sub>12</sub>	AR (1)	-1.3589	-28.67	0.000	Residuales Suma Cuadrado		
	AR (2)	-0.9953	-15.63	0.0000	Residuales Media Cuadrado		
	SAR (12)	-0.5351	.4.46	0.0000	Retardo (Lag)	12   24	
	MA (1)	-1.3997	-17.72	0.0000	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	8.1   26.1	
	MA (2)	-0.9584	-8.12	0.0000	Grados de Libertad	7   19	
	P					0.324   0.128	
	Error absoluto de porcentaje medio					17.058	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

Observe que los valores absolutos de los estadísticos  $\chi^2_{\alpha}$  son mayores que dos. Además, al comparar el estadístico de Ljung-Box contra el estadístico  $X^2_{\alpha} = 14.071$ , se deduce que el modelo es aceptable. El valor del EAPM junto con los otros estadísticos establecen que el modelo es aceptable.

La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.7 del Anexo A, como se observa el supuesto de normalidad se cumple. Los datos ajustados del modelo se comparan contra los valores reales en la Figura A.8 del Anexo A, en donde se observa un buen ajuste. Finalmente, en la Figura 3.9 se presenta el pronóstico, que comprende de enero de 2014 hasta diciembre de 2015. Esta gráfica, además, incluye los dos últimos años de la serie real, los datos ajustados y los límites superior e inferior. Se observa un pronóstico que oscila entre 36 y 81 toneladas, los datos de los pronósticos mensuales se detallan en la Tabla A.12 del Anexo A.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

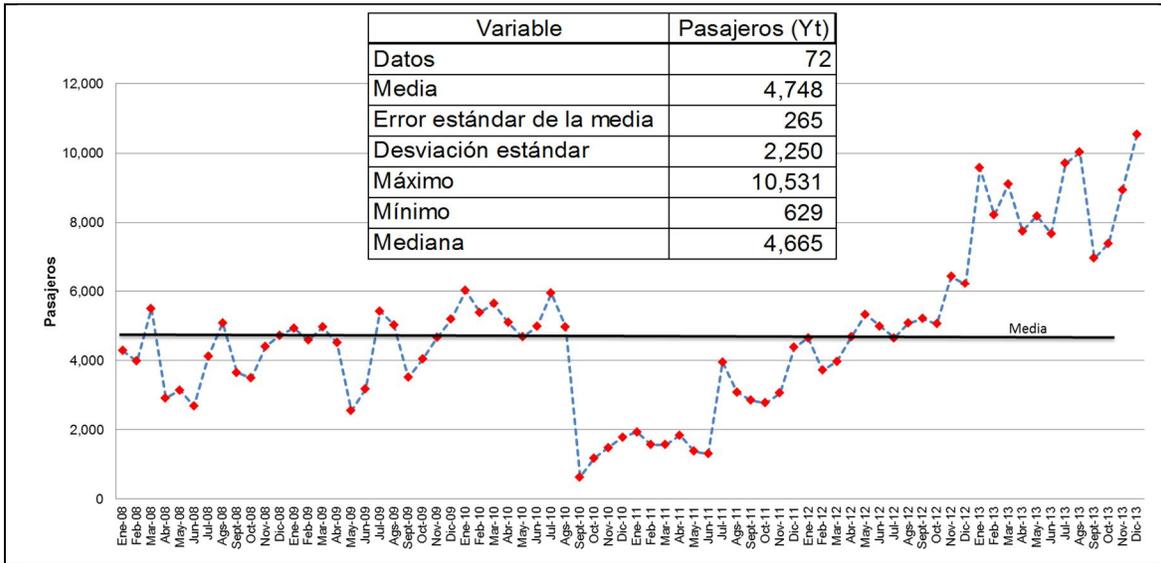
**Figura 3.9 Pronóstico de carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca, 2014-2015**

### 3.5 Pronóstico de la demanda de pasajeros en el aeropuerto de Puerto Escondido

La serie de tiempo para los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido, al igual que las anteriores, está integrada por setenta y dos datos mensuales, que abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013. En la Figura 3.10 se muestra su representación gráfica junto con las estadísticas básicas de la serie. En esta figura se observa que la media de la serie es de 4,748 pasajeros, con un valor máximo de 10,531 y un mínimo de 629, y con una desviación estándar de 2,250. Los detalles de los valores de esta gráfica se consignan en la Tabla A.13 del Anexo A.

La serie presenta un patrón sin tendencia en las primeras 32 observaciones (hasta agosto de 2010); sin embargo, el subgrupo de datos posteriores (septiembre de 2010 a diciembre de 2013) presentan una tendencia de crecimiento hasta el final de la serie. Por otro lado, se observan indicios de alguna estacionalidad. Estas observaciones se confirmaron en la gráfica de control estadístico. A los datos se les aplicó una diferencia de orden 1, con lo que se obtuvieron valores

estacionarios, por lo que se continuó con la determinación del modelo ARIMA adecuado.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Figura 3.10 Pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido durante el periodo 2008-2013**

El análisis de la FAC y FACP sugirió el establecimiento de un modelo inicial ARIMA (1,1,2), el cual fue estimado mediante el programa Minitab, junto con sus parámetros y estadísticos. Además, se obtuvieron las respectivas gráficas de prueba de residuos. Como resultado se obtuvieron tres modelos que se detallan en la Tabla A.14 del Anexo A. De acuerdo con los valores de los estadísticos y el EAPM, el mejor modelo fue el tipo SARIMA (0,1,1) (1,0,0)<sub>12</sub>, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.5.

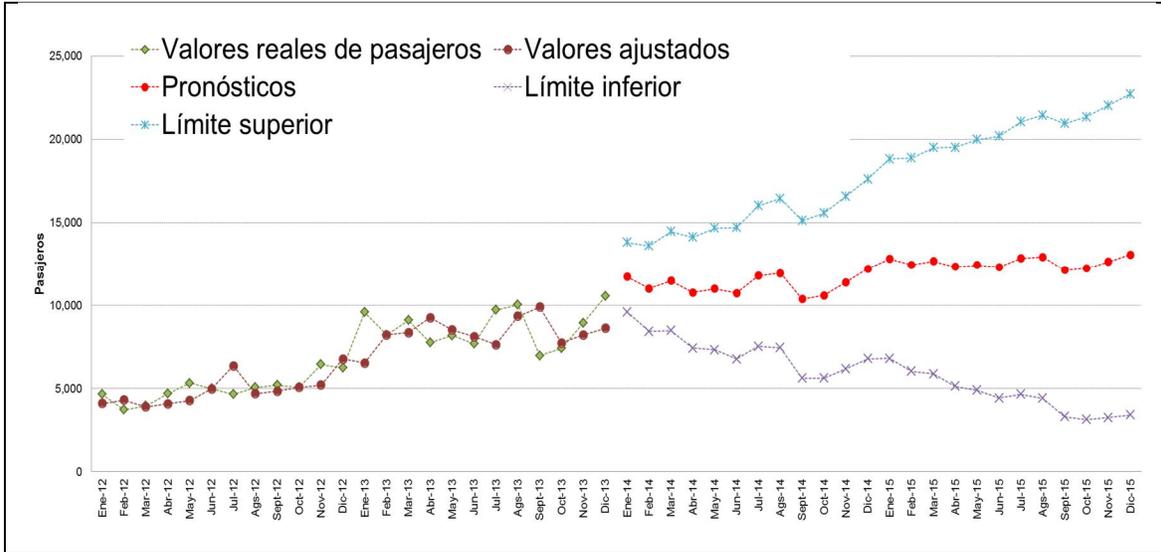
**Tabla 3.5 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido**

Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
SARIMA (0,1,1) (1,0,0) <sub>12</sub>	SAR (12)	0.5155	3.92	0	Residuales Suma Cuadrado	79,975,719
	MA (1)	0.2867	2.42	0.018	Residuales Media Cuadrado	1,159,068
					Retardo (Lag)	12   24
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	12.2   19
					Grado de Libertad	10   22
					P	0.271   0.646
					Error absoluto de porcentaje medio	23.916

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

Los valores absolutos de los estadísticos  $\chi^2$  son mayores que dos. La comparación del estadístico de Ljung-Box contra el valor  $\chi^2_{0.05, 19} = 18.3070$ , implica un modelo aceptable. Además, el valor del EAPM, junto con los otros estadísticos

(T y Q), implican un modelo aceptable. La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.9 del Anexo A, en donde se cumple el supuesto de normalidad. Los datos ajustados del modelo se compararon contra los valores reales, en la Figura A.10 del Anexo A, en donde se observa una buena correspondencia. Finalmente, en la Figura 3.11 se presenta el pronóstico mensual para el periodo 2014-2015.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura 3.11 Pronóstico de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido, 2014-2015**

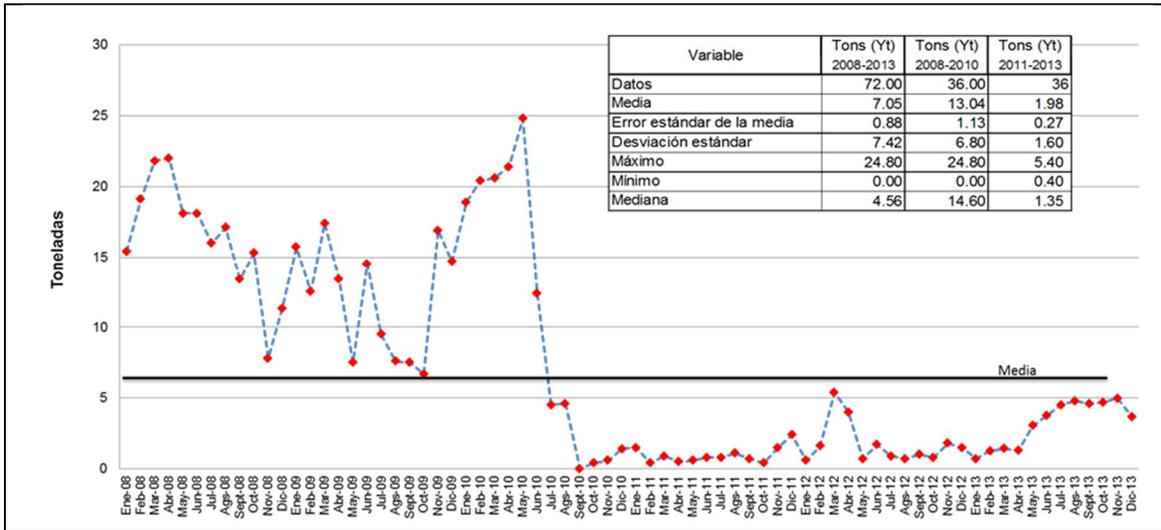
La figura incluye los dos últimos años de la serie real, los datos ajustados, y los límites superior e inferior. Se observa un pronóstico con una tendencia creciente. El detalle de los pronósticos se consigna en la Tabla A.15 del Anexo A.

### 3.6 Pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Puerto Escondido

La serie de tiempo para la carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido se integra por setenta y dos datos mensuales, que abarcan de enero de 2008 hasta diciembre de 2013. En la Figura 3.12 se muestra su representación gráfica, junto con las estadísticas básicas de la serie. En esta figura se observa que la media de la serie es de 7.05 toneladas, con un valor máximo de 24.8 y un mínimo de 0.0, y una desviación estándar de 7.4. El detalle de los datos de esta figura se presenta en la Tabla A.16 del Anexo A.

En apariencia y en términos generales, se observa que los datos no presentan una tendencia definida, pero sí una ruptura en su comportamiento. Hay un primer subgrupo de datos, de enero de 2008 hasta junio de 2010, que en su mayoría se encuentran por arriba de la media, este subgrupo presenta una media de 15 toneladas. Un segundo subgrupo de datos continuos (de julio de 2010 hasta

diciembre de 2013), presenta valores por debajo de la media total y con una media del subgrupo igual a 2 toneladas.



Fuente: Elaboración propia a través de la base de datos de la DGAC.

**Figura 3.12 Carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido durante el periodo 2008-2013**

Por lo anterior, la serie se subdividió para su análisis en dos subgrupos, el primero de 2008 a 2010 y el segundo de 2011 a 2013. Los valores de las estadísticas descriptivas del primer subgrupo son mayores que los del segundo. En general, para el subgrupo 2008-2010 se observa una tendencia decreciente y que la mayoría de sus valores están por arriba de la media de todo el período (2008-2013). En cambio, para el subgrupo 2011-2013, sus valores se encuentran por abajo de la media de todo el periodo (la media de este subgrupo es de 1.98 toneladas). Además, en este subgrupo no se observa una tendencia clara, sin embargo, en los últimos ocho meses hay un crecimiento de la carga que tiene una disminución, justo en el último mes.

Con base en el análisis gráfico se decidió no utilizar para los pronósticos los datos correspondientes al periodo 2008-2010. Por lo que, para el pronóstico de la demanda de carga en el aeropuerto de Puerto Escondido sólo se consideraron los valores del periodo 2011-2013.

La falta de tendencia se confirmó mediante la gráfica de control estadístico, en donde se estimó un valor no significativo de  $p$  para esta característica.

Para analizar la estacionalidad inicialmente se elaboraron gráficas con los datos anuales y mensuales de la serie de carga establecida, con objeto de visualizar el comportamiento de sus fluctuaciones. Posteriormente, para determinar el tipo y grado de correlación existente entre los valores de la serie, se utilizaron las gráficas de autocorrelación simple y parcial de la primera diferencia de la variable, las cuales mostraron cierta correlación para los retardos 1. Con objeto de

corroborar estos datos, se utilizó un periodograma, el cual mostró frecuencias significativas para los periodos 4 y 12.

Después de que se identificaron los elementos de la tendencia y la estacionalidad de la serie, y de acuerdo con Mauro (2014), se consideraron los modelos de Holt-Winters y ARIMA para el pronóstico de la demanda de carga.

El análisis de la FAC y FACP sugirió un modelo inicial ARIMA (2,1,1), el cual se estimó mediante el programa Minitab, junto con sus parámetros y estadísticos. Además, se obtuvieron las gráficas de prueba de residuos.

Fueron evaluados dos modelos, que se presentan en la Tabla A.17 del Anexo A, el mejor de acuerdo con los estadísticos T y el EAPM fue el tipo ARIMA (2,1,1), cuyos resultados se consignan en la Tabla 3.6.

**Tabla 3.6 Modelo y medidas de desempeño utilizado para el pronóstico 2014-2015 de la carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido**

Modelo	Parametros	Coeficientes	T	P	Estadísticos	
ARIMA(2,1,1) Serie 2011-2013	SAR (12)	-0.5544	-2.91	0.007	Residuales Suma Cuadrado	
	MA (1)	-0.5504	-3.48	0.001	Residuales Media Cuadrado	
	MA (2)	-0.6716	-3.49	0.001	Retardo (Lag)	12 24
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	8.5 20.5
					Grados de Libertad	9 21
					P	0.486 0.487
					Error absoluto de porcentaje medio	51.173

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

Los valores absolutos de los estadísticos  $\chi^2$  son mayores que dos. En el caso del estadístico de Ljung-Box, al compararlo contra  $X_{\frac{2}{2}}^{2,22} = 16.9190$  se infiere que el modelo es aceptable.

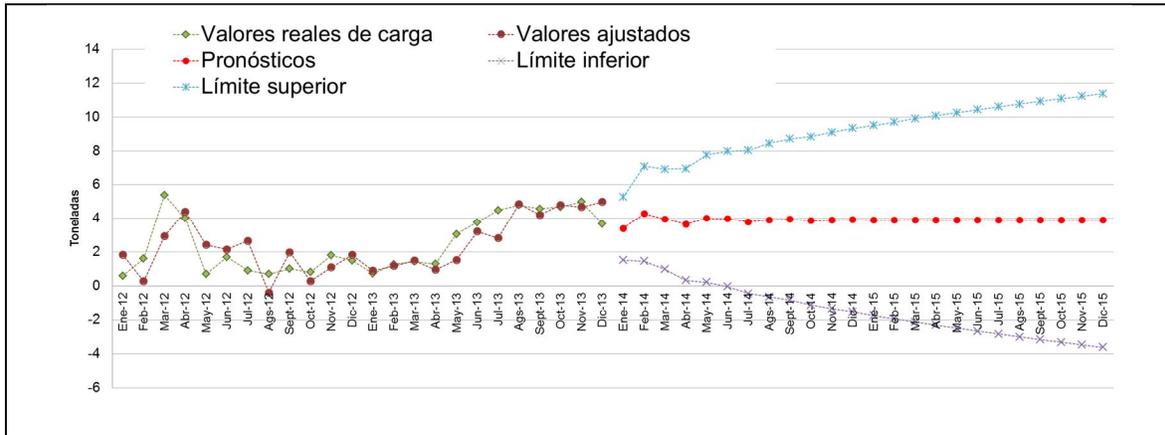
Cabe destacar que ambos modelos tienen un error absoluto de porcentaje medio superior al 30%, aunque este parámetro sirve para estimar la bondad de ajuste entre un modelo y otro, los parámetros de los modelos ARIMA y Holt-Winters pueden ser aceptados de acuerdo a sus estadísticos.

La gráfica de residuos se presenta en la Figura A.11 del Anexo A, en donde se observa que el supuesto de normalidad se cumple.

En la Figura A.12 del Anexo A, se comparan los datos ajustados del modelo contra los valores reales y se observa un buen ajuste entre éstos.

Finalmente, en la Figura 3.13 se presenta el pronóstico de 24 meses, que abarca de enero de 2014 hasta diciembre de 2015. En esta gráfica además, se incluyen los dos últimos años de la serie real, los datos ajustados y los límites superior e inferior. Se observa un pronóstico casi lineal, ligeramente descendente con valores

entre 3.3 y 4.2 toneladas, los datos de los pronósticos se consignan en la Tabla A.18 del Anexo A.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura 3.13 Pronóstico de carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido, 2014-2015**



# 4 Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial

---

## 4.1 Generalidades

En estudios previos han sido evaluadas distintas alternativas para determinar el área de influencia de un aeropuerto (Herrera, et al., 2009), por ejemplo, mediante polígonos de Thiessen, polígonos de distancia media con base en puntos equidistantes en la traza carretera y el método de accesibilidad espacial. Aunque se podría utilizar cualquiera de estos métodos, dependiendo de la información y recursos disponibles, en este trabajo se optó por el método de accesibilidad espacial, también conocido como de isócronas de recorrido. Este método es más robusto y preciso que los otros dos, debido a que utiliza más variables en su desarrollo.

El método de accesibilidad espacial mejora la delimitación del área de influencia, debido a que, a diferencia de los otros dos, no asume condiciones de espacio isotrópico, que evidentemente en el mundo real no se presentan dado que existen, por ejemplo, Impedancias resultantes por las diferencias impuestas por la orografía del terreno, las vías de comunicación y las velocidades de operación, y porque suele haber más de un objetivo en la región bajo estudio.

Es por ello que se optó por tomar en cuenta el modelo de accesibilidad espacial<sup>19</sup>, el cual incorpora modelos digitales de elevación (agregando características tridimensionales), así como las velocidades de desplazamiento y las características geométricas de la infraestructura carretera. Como resultado de estas consideraciones se obtienen isócronas de recorrido, es decir, líneas que muestran el mismo tiempo de desplazamiento desde uno o varios objetivos de interés.

La finalidad de utilizar este método es delimitar con mayor precisión el área de influencia (que se denominará como ~~la~~ célula o región de pertenencia) de los aeropuertos del estado de Oaxaca, con respecto a los aeropuertos circundantes.

La accesibilidad se calcula a partir de una superficie de fricción. Ésta consta de una cuadrícula bidimensional corriente (formato ráster<sup>20</sup>), donde cada celda de la cuadrícula representa la impedancia existente en el terreno para el óptimo desplazamiento en esa celda. Los elementos de impedancia considerados para este estudio fueron los índices de velocidad de desplazamiento, según el tipo de carretera; la pendiente del terreno; y la modalidad de transporte utilizado (vehículo

---

<sup>19</sup> González, 2007.

<sup>20</sup> Forma de tratamiento y representación de los elementos espaciales mediante la disposición de n número de celdas o píxeles en forma de matriz numérica.

automotor y/o recorrido pedestre). Dichos elementos condicionantes quedaron plasmados como el valor de impedancia de cada celda.

Cada celda de la superficie de fricción representa el costo de desplazamiento en ella, dicho valor puede ser representado en términos monetarios, de tiempo de viaje, de desgaste del vehículo, etcétera. En particular, para este estudio la accesibilidad fue expresada en términos de  $\% \text{ tiempo de recorrido} +$ .

La malla de transporte (tiempo de viaje constante) se ve afectada por la malla de fricción (impedancia) y los resultados quedan representados en imágenes con líneas de igual valor (isócronas) y pueden ser aplicados a objetivos, según convenga, de uno a uno, de uno a muchos o de muchos a muchos.

De esta forma se obtiene la información del tiempo de desplazamiento, según las condiciones del terreno y la infraestructura carretera hacia los aeropuertos de Oaxaca, con respecto a los aeropuertos colindantes, dentro y fuera de dicha entidad.

## 4.2 Área de estudio y escenarios

Para determinar las áreas de influencia fue necesario considerar la accesibilidad de los aeropuertos circundantes (Figura 4.1) y a partir de ello, reconocer la región de pertenencia, es decir, el área de estudio que incluye cada uno de los objetivos (aeropuertos de Oaxaca y circundantes). En todas las figuras de esta sección se presentan mapas con proyección cónica conforme de Lambert y datum WGS84.



Fuente: Elaboración propia con información del MGN del INEGI y de USIG/IMT, 2014.

**Figura 4.1 Aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes**

En el estado de Oaxaca se presentan cuatro aeropuertos, Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, con operaciones comerciales actualmente; y el aeropuerto de Ixtepec (Aeropuerto en la Región del Istmo), en el cual por ahora sólo se realizan operaciones militares; sin embargo, se tiene planeado que maneje operaciones mixtas en el futuro, es decir que además se realicen operaciones comerciales.

El compromiso presidencial No. 213, firmado el 21 de junio de 2012, está enfocado en desarrollar el aeropuerto de Ixtepec para la actividad comercial. Con objeto de atender la demanda de servicio de aviación civil en la región del istmo es necesario disponer de instalaciones apropiadas. Con éstas se brindará una comunicación más expedita hacia las zonas de negocios y de servicios turísticos que se generan en la región, lo que permitirá la activación de la economía en dicha zona. Por tal motivo, se plantea la posibilidad de rehabilitar el servicio de aviación civil en el aeródromo de la Base de Aviación Militar No. 2 de Ixtepec, en la que ya se dispone de instalaciones para dicho fin. Mediante esta obra se habilitarán algunas instalaciones existentes (rodaje, plataforma, estacionamiento e instalaciones de apoyo y complementarias) a efecto de que se cuente con los servicios adecuados y requeridos.

Previamente, se requieren realizar estudios para dictaminar la situación actual de la infraestructura física con que cuenta el aeródromo de la Base Militar y estar en posibilidad de realizar su rehabilitación para iniciar operaciones de vuelos comerciales. Los estudios requeridos son los siguientes: costo-beneficio (para estimar los indicadores de rentabilidad más significativos); topográfico (para verificar que se cumpla con la normativa del anexo 14 de la OACI, considerando un aeródromo categoría 4C); hidrológico (para dictaminar problemas en el desalojo de las aguas y en su caso para determinar las obras necesarias); de superficie limitadora de obstáculos (para dar cumplimiento a los aspectos de seguridad establecidos en el anexo 14 de la OACI); y de evaluación de pavimentos (para determinar la condición de los pavimentos en la pista, rodaje C y plataforma comercial). Con la realización de estos estudios de pre-inversión se da cumplimiento a la normativa de la Ley de Aeropuertos y se logrará un desarrollo del aeropuerto con una visión de largo plazo<sup>21</sup>.

Por otro lado, se observa que los aeropuertos circundantes a los de Oaxaca son: hacia el norte Puebla, Tehuacán, Veracruz y Minatitlán; hacia el este Villahermosa y Tuxtla Gutiérrez; hacia el noroeste Cuernavaca; y hacia el este Acapulco.

Otro factor a considerar es el tipo de servicio comercial que brinda cada aeropuerto ya sea nacional o internacional. En el caso de los aeropuertos oaxaqueños, Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, tienen la categoría de internacionales; sin embargo, durante 2013 Puerto Escondido no presentó servicios internacionales. En el caso de los aeropuertos circundantes Acapulco,

---

<sup>21</sup> Fuente: <http://www.sistemas.hacienda.gob.mx/mippi/ControlServletPublic>

Cuernavaca, Minatitlán, Puebla, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz y Villahermosa están clasificados como internacionales; sin embargo, durante 2013 Cuernavaca y Minatitlán no presentaron actividad internacional. En el caso del servicio comercial nacional todos los aeropuertos de Oaxaca, incluyendo a Ixtepec y todos los circundantes señalados antes quedan dentro de esta clasificación.

Por lo anterior, fueron establecidos cuatro escenarios para determinar las áreas de influencia, en función de los aeropuertos considerados en cada caso. Los dos primeros escenarios correspondieron a los aeropuertos con actividad comercial doméstica (servicio nacional) y los dos últimos a los servicios internacionales. En el primer caso (servicios domésticos) fueron considerados a su vez dos posibilidades, la primera (escenario uno) correspondió a la operación actual de los aeropuertos (sin Ixtepec), y la segunda (escenario dos) con la operación del aeropuerto de Ixtepec. En relación con los servicios internacionales se consideró en primer lugar a los aeropuertos designados como internacionales, sin importar que hubiesen tenido o no dicha actividad durante 2013 (escenario tres); y como último escenario se consideró el caso de sólo aquellos aeropuertos que sí presentaron actividad aérea comercial internacional durante 2013 (escenario cuatro).

### **4.3 Isócronas de recorrido**

En las Figuras 4.2 a 4.5 se muestran los mapas de las isócronas de recorrido, junto con los modelos digitales del terreno, para los cuatro escenarios establecidos. En cada caso fueron tomados como objetivos los aeropuertos del estado de Oaxaca, de acuerdo con las consideraciones de cada escenario.

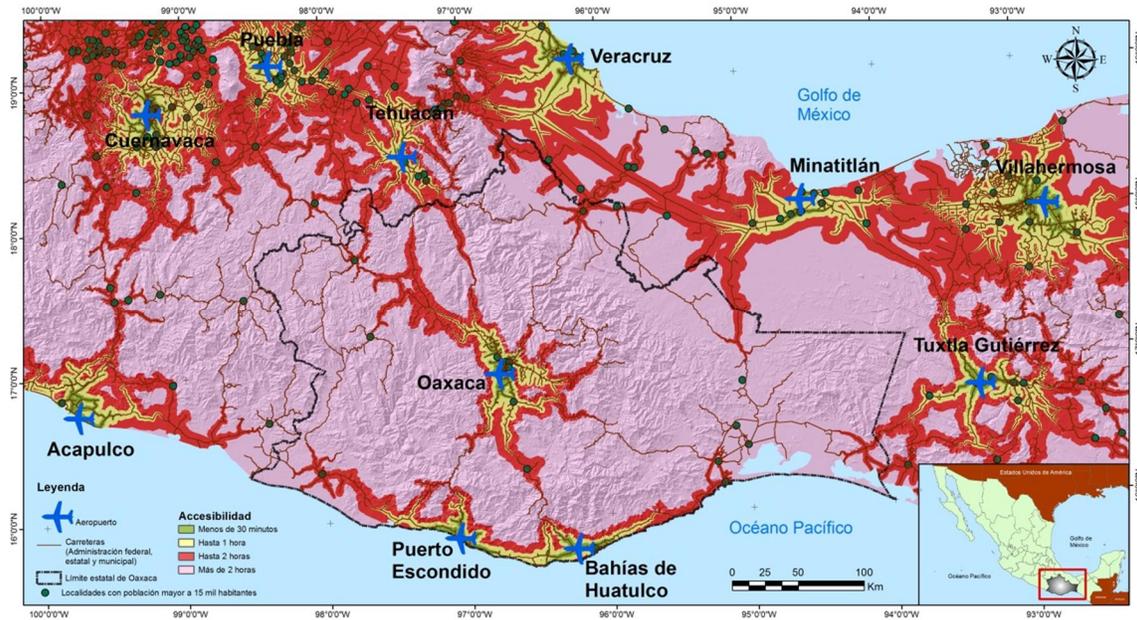
En estas figuras se ilustra en color verde el perímetro que se encuentra a menos de 30 minutos de desplazamiento; en color amarillo el área que indica hasta una hora de desplazamiento, similarmente, el área en color rojo representa hasta dos horas de desplazamiento; pasando dicha área, en color morado se representa todo aquel territorio que necesita más de dos horas para su acceso.

Es evidente en todas estas figuras cómo la infraestructura carretera, la orografía y la ubicación de los aeropuertos determinan su accesibilidad. En general, por aquellas vías de comunicación con mayores especificaciones los desplazamientos son más rápidos, incrementando la conectividad.

Sin embargo, las áreas con terreno accidentado generan impedancia para los flujos, incrementando los tiempos de recorrido. Por el contrario, las áreas llanas favorecen los movimientos de los flujos, permitiendo mayores velocidades de operación y por lo mismo mejoran la accesibilidad.

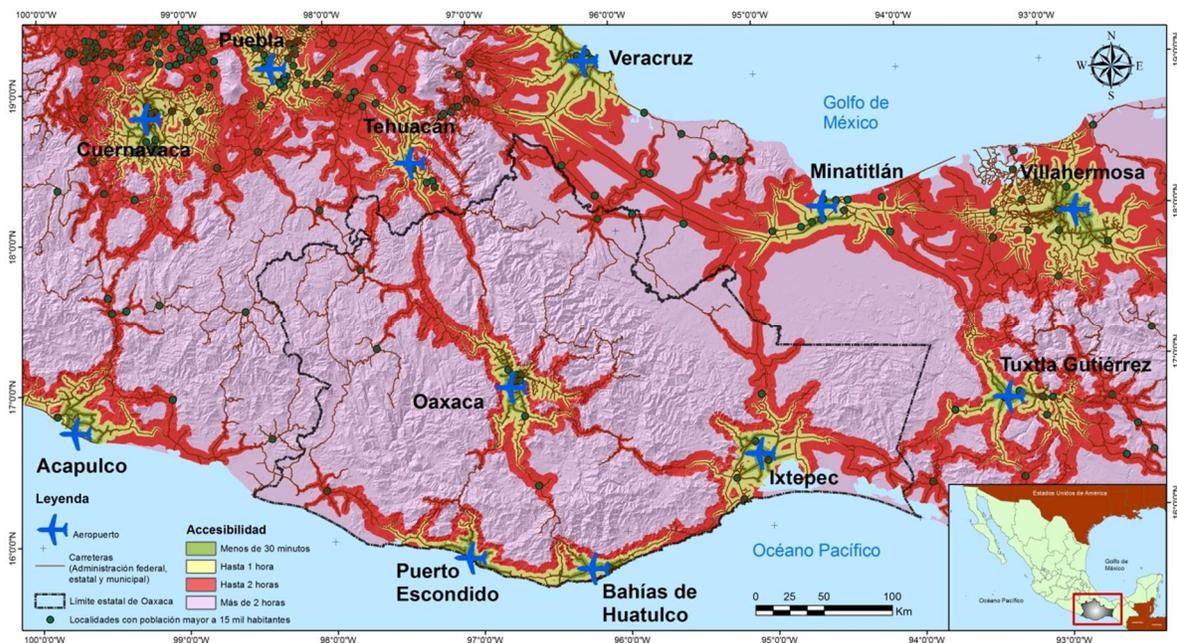
La localización de la infraestructura aeroportuaria determina la accesibilidad dado que el terreno presenta distintas impedancias, las cuales no son uniformes en todas las direcciones.

#### 4. Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial



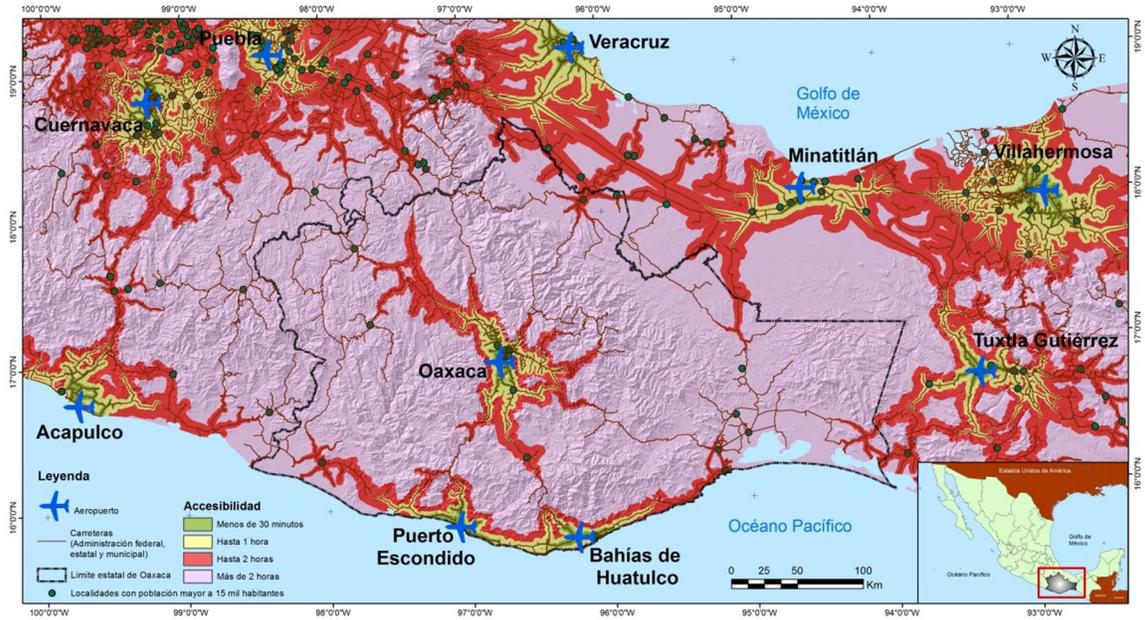
Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

**Figura 4.2 Escenario uno. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, sin Ixtepec)**



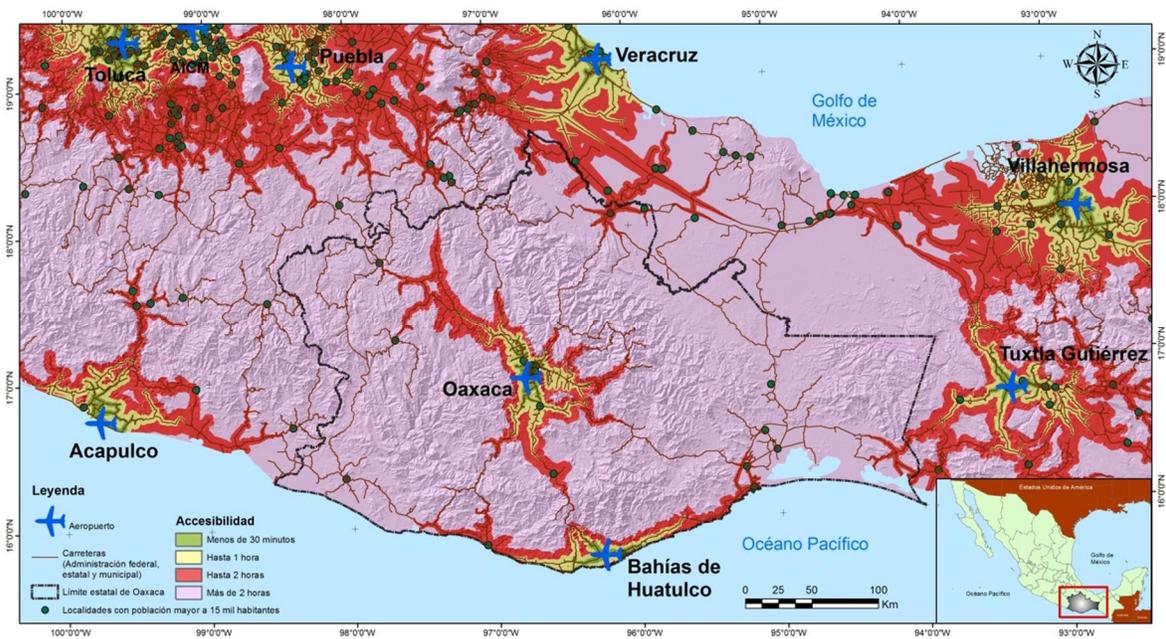
Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

**Figura 4.3 Escenario dos. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, con Ixtepec)**



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

**Figura 4.4 Escenario tres. Isócronas de recorrido de los aeropuertos clasificados como internacionales del estado de Oaxaca y circundantes**



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

**Figura 4.5 Escenario cuatro. Isócronas de recorrido de los aeropuertos con servicios internacionales en 2013, del estado de Oaxaca y circundantes**

#### 4. Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial

Además, como se señaló antes, las vialidades y accesos destinados para la comunicación terrestre del aeropuerto pueden favorecer los movimientos de los usuarios, dependiendo de sus características.

En los mapas de las Figuras 4.2 a 4.5, también, se han incluido como referencia las carreteras y las localidades con población mayor a 15,000 habitantes.

### 4.4 Áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca

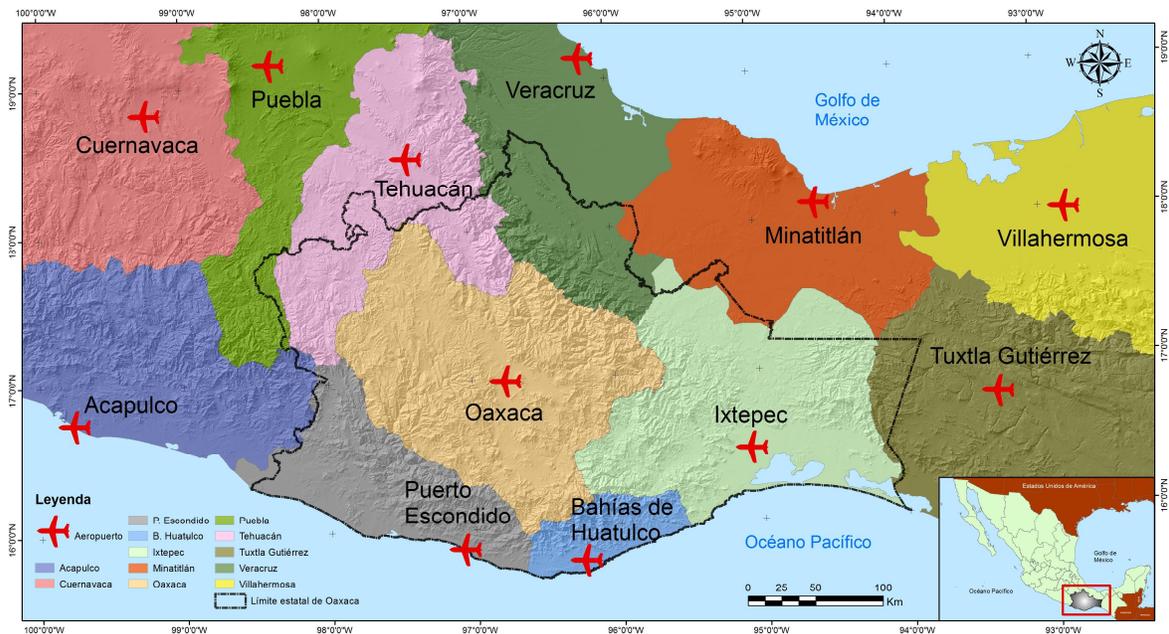
Para la obtención de las células de pertenencia, se utilizó el método de accesibilidad espacial señalado antes. Cada una de las células obtenidas delimita el área de pertenencia respectiva de los objetivos establecidos inicialmente, con lo cual queda definida el área de influencia de cada aeropuerto. El área de influencia resultante mediante el método de accesibilidad espacial, para los aeropuertos del estado de Oaxaca y para los cuatro escenarios considerados se muestra en las Figuras 4.6 a 4.9.



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

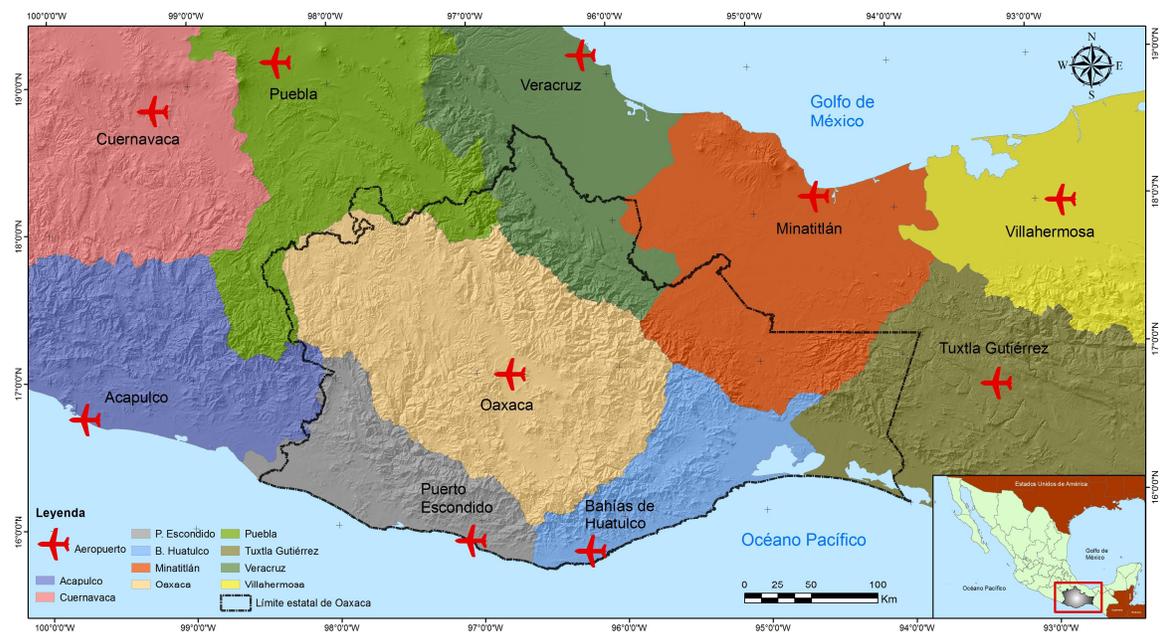
**Figura 4.6 Escenario uno. Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, sin Ixtepec)**

Observe que estas áreas se representan mediante polígonos de distintos colores. En particular para el aeropuerto de Oaxaca se utilizó el color café claro, para Puerto Escondido el gris, para Bahías de Huatulco el azul y para Ixtepec el verde.



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

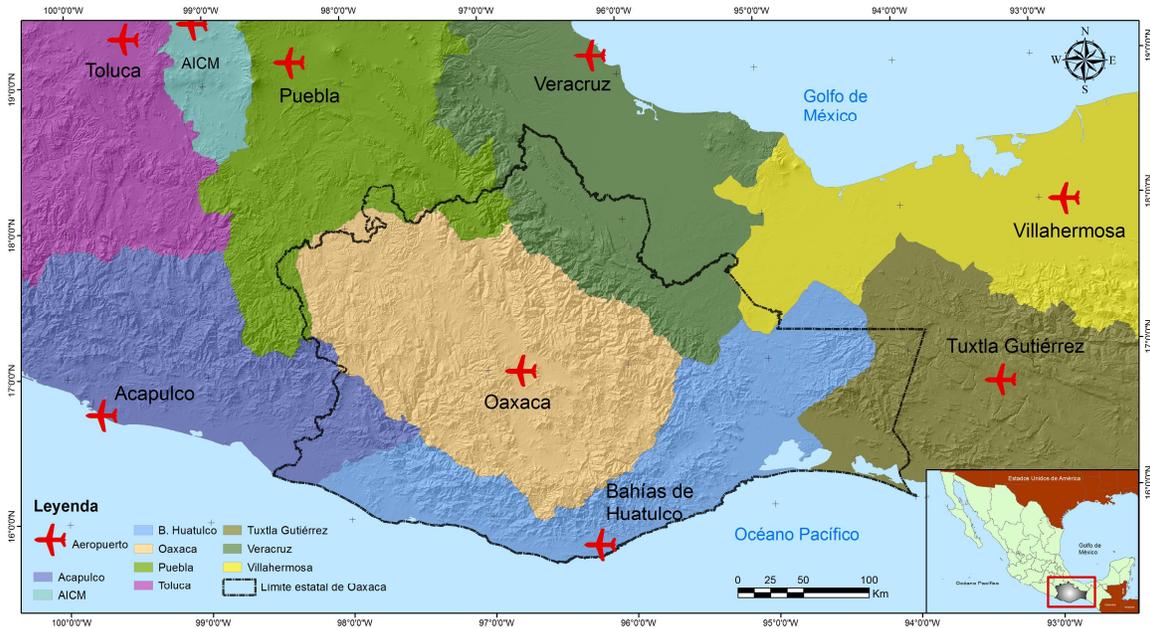
**Figura 4.7 Escenario dos. Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, con Ixtepec)**



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

**Figura 4.8 Escenario tres. Áreas de influencia de los aeropuertos clasificados como internacionales del estado de Oaxaca y circundantes**

#### 4. Áreas de influencia de los aeropuertos del estado de Oaxaca y sus relaciones con la organización territorial



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

#### Figura 4.9 Escenario cuatro. Áreas de influencia de los aeropuertos con servicios internacionales en 2013, del estado de Oaxaca y circundantes

En general, el método de isócronas de recorrido establece que cualquier usuario que esté dentro de cualquier área de influencia preferirá al aeropuerto de dicha zona, debido a que trasladarse a cualquier otro aeropuerto le tomaría más tiempo y consumiría más recursos. Por lo anterior, se asume como un prerequisite que todos los aeropuertos considerados ofrezcan el mismo tipo de servicio.

También, se observa que algunas zonas del estado de Oaxaca son cubiertas por áreas de influencia de aeropuertos ubicados fuera de este estado y que, a su vez, parte de las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños se extienden hacia otras entidades. Algunas de las características de estas áreas y sus relaciones con la organización territorial se presentan en el inciso 4.6.

### 4.5 La marginación en las áreas de influencia del estado de Oaxaca para los servicios aéreos domésticos

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar al país según el impacto global de las carencias que padece la población. Contribuye a identificar las disparidades territoriales que existen entre las entidades federativas y los municipios del país.

El esquema conceptual de la marginación considera cuatro dimensiones socioeconómicas para determinar su magnitud: la educación, la vivienda, la distribución de la población y los ingresos monetarios. Para cuantificar la intensidad global de la marginación (índice) se utilizan nueve indicadores que miden la intensidad de exclusión.

Este índice permite agrupar las áreas de interés (entidades federativas o municipios) en cinco conjuntos claramente diferenciados, de acuerdo con la síntesis de las nueve formas de exclusión social. Mediante un método estadístico se divide el recorrido del índice de marginación en cinco subintervalos, mediante cuatro puntos de corte. De esta manera, se establecen los grados de marginación: muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto, según el intervalo en que se ubique el valor de su índice.

Los resultados de la estimación del índice de marginación estatal para el año 2010 señalan que Guerrero (2.532), Chiapas (2.318) y Oaxaca (2.146) son las entidades federativas con grado de marginación muy alto, donde vive 10.7% de la población nacional, esto es, doce millones de personas. Las privaciones en esas tres entidades son elevadas y las padecen grandes proporciones de la población. En Guerrero, el estado con mayor marginación en el año 2010, el 16.8% de la población de 15 o más años es analfabeta y 31.6% no terminó la primaria. En una situación semejante a la de Guerrero se encuentran Chiapas y Oaxaca. En Chiapas, la proporción de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos es superior a la de Guerrero en 14.9 puntos porcentuales. En Oaxaca hay más privaciones asociadas a la dispersión poblacional, siendo su indicador mayor en 11.8 puntos porcentuales que el correspondiente a Guerrero; en las tres entidades, ordenadas por su índice de marginación, los indicadores tienen variaciones en magnitud.

Una forma de acercarse, con mayor detalle, al conocimiento de las diferencias regionales debidas a privaciones que padece la población es mediante el análisis del índice de marginación a nivel municipal. La estimación del índice de marginación, del año 2010, para los 2,456 municipios reitera que el país se encuentra marcado por una profunda desigualdad en el proceso de desarrollo. Dado que se observan diferencias significativas en la distribución de la población entre los estratos de marginación. En los 441 municipios con grado de marginación muy alto viven 5.5 millones de personas (4.9% de la población nacional), mientras que en los 408 municipios con grado de marginación alto residen 6 millones (5.3%). En cambio, 401 municipios tienen un grado de marginación bajo, donde viven 16.4 millones de personas (14.6%), y sólo 262 municipios tienen un grado muy bajo de marginación y en ellos residen 63.2 millones de personas (56.3%). Por su parte, los municipios con grado de marginación medio albergan a 21.2 millones de individuos, que constituyen el 18.9% de la población total.

Las pautas regionales de la marginación son visibles cuando se analizan los municipios por entidad federativa. Se observa cómo en las entidades del sur como

Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Puebla y Veracruz, se concentra 78.2% de los municipios con grado de marginación muy alto. En contraste, en siete entidades del centro y norte del país se halla 58.8% de los municipios con grado de marginación muy bajo.

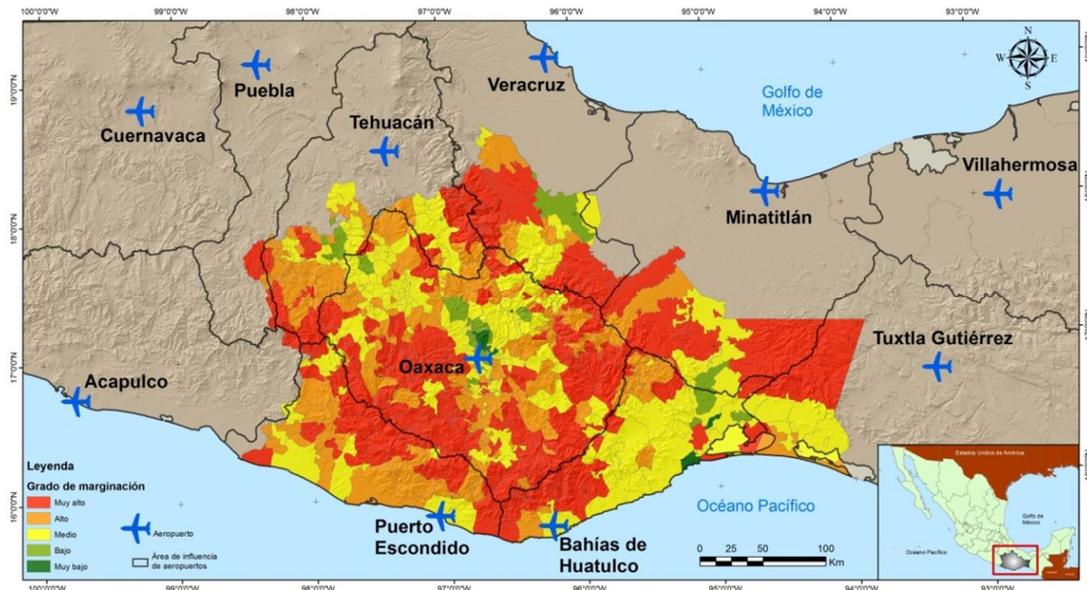
Baja California es el único estado que se distingue por tener todos sus municipios en el grado de marginación muy bajo. Le siguen en esa homogeneidad, o consistencia, el Distrito Federal y Baja California Sur, con solamente grados de baja y muy baja marginación. Además de las tres entidades señaladas antes, solamente otras siete no tienen municipios con grados alto y muy alto de marginación: Aguascalientes, Coahuila, Colima, Morelos, Quintana Roo, Tabasco y Tlaxcala. En el otro extremo, hay tres entidades con mayor marginación, 75.3% de los municipios de Guerrero tiene grado de marginación alto y muy alto, en tanto que 73.7% de los de Chiapas y 63.2% de los de Oaxaca se encuentran en esa situación.

Además, las estadísticas revelan que 93.6% de los municipios indígenas del país tiene grado de marginación alto o muy alto; lo mismo se observa en 64.4% de municipios predominantemente indígenas, y en 44.8% de municipios con moderada presencia indígena (CONAPO, 2011).

La distribución territorial de la incidencia de la marginación en el estado de Oaxaca (por municipio) se presenta en los mapas de las Figuras 4.10 y 4.11. Adicionalmente, en la primera se ha sobrepuesto la capa de la zona de influencia de los servicios aéreos nacionales sin considerar al aeropuerto de Ixtepec, mientras que en la segunda la capa que sí considera la operación de este aeropuerto. Observe que el grado de marginación no cambia en ninguno de las dos figuras, lo que cambia es la forma y extensión de las áreas de influencia.

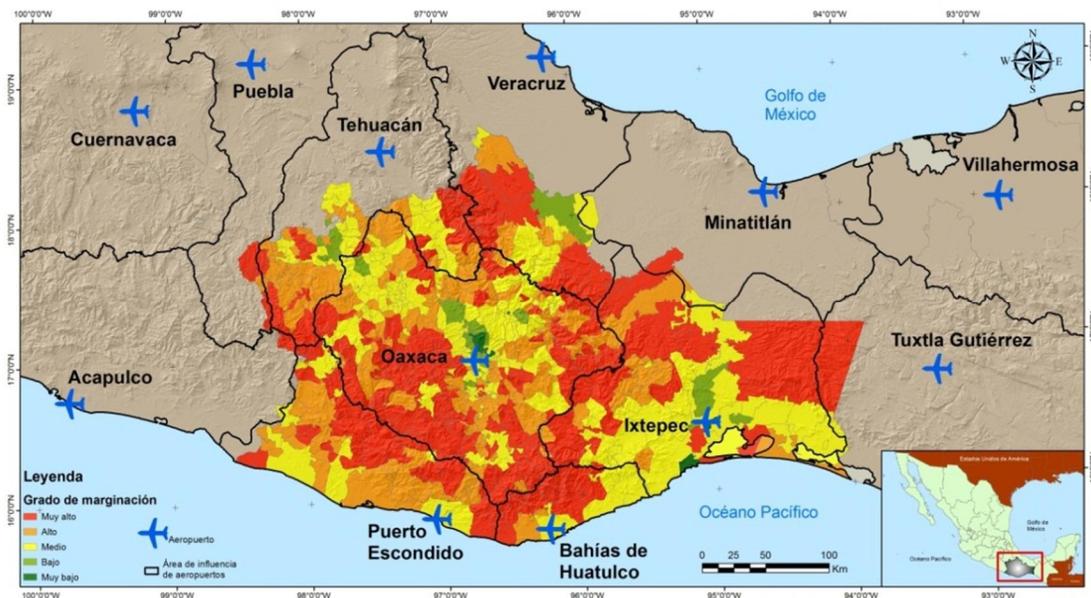
Las figuras muestran la distribución del grado de marginación en un mosaico multicolor. Se hace evidente que la marginación tiende a agruparse en ciertos municipios y que por lo regular el cambio de su magnitud es gradual. Para explicar este patrón geográfico es útil tener presente algunos atributos demográficos a nivel municipal, como por ejemplo, la población total, su dispersión, sus ingresos, su actividad económica, el carácter rural-urbano y el grado de presencia indígena, entre otros.

Se observa en la Figura 4.10 (situación actual, sin el aeropuerto de Ixtepec) que un área importante en el Este de Oaxaca no es cubierta por los aeropuertos oaxaqueños, pero sí por los aeropuertos de Minatitlán y Tuxtla Gutiérrez. Sin embargo, cuando se considera la operación del aeropuerto de Ixtepec (Figura 4.11), se advierte que este aeropuerto ofrece servicio a una parte significativa del área señalada anteriormente, e incluso puede atender a otras extensiones dentro de los estados de Veracruz y Chiapas, que antes no eran servidas por los aeropuertos de Oaxaca.



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y de CONAPO (2011).

**Figura 4.10 Escenario uno. Grados de marginación por municipio en el estado de Oaxaca y áreas de influencia de los aeropuertos en servicio nacional (sin Ixtepec)**



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y de CONAPO (2011).

**Figura 4.11 Escenario dos. Grados de marginación por municipio en el estado de Oaxaca y áreas de influencia de los aeropuertos en servicio nacional (con Ixtepec)**

También, se observa que cuando se considera la operación del aeropuerto de Ixtepec (Figura 4.11), varios municipios cercanos al Istmo con grado de marginación media y todos los de marginación baja y muy baja de esta región en Oaxaca, son ahora atendidos en forma más expedita por Ixtepec, debido a que este aeropuerto está más cerca que el de Bahías de Huatulco, el cual ofrece actualmente el servicio a este sector ubicado prácticamente en el extremo Este de su área de influencia (Figura 4.10).

Los detalles cuantitativos de los grados de marginación y sus relaciones con las áreas de influencia y la organización territorial de Oaxaca, se presentan en el siguiente inciso.

## **4.6 Algunas relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial de Oaxaca**

En esta sección se determinaron cuantitativamente algunas de las características de la organización territorial de Oaxaca, asociadas con las áreas de influencia de sus aeropuertos y de los circundantes. Para ello, mediante un sistema de información geográfica (SIG) se cuantificaron las características de interés que intersectan con las áreas de influencia de cada aeropuerto y que, además, quedan contenidas dentro del estado de Oaxaca.

### **4.6.1 Características del territorio y la población**

En las Tablas 4.1 a 4.4 se resumen y presentan algunas características importantes, del territorio y la población, asociadas con las áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca y circundantes. Cada tabla corresponde a uno de los cuatro escenarios establecidos.

#### **4.6.1.1 Servicios nacionales**

De acuerdo con estas estimaciones y en relación con los servicios nacionales, actualmente el área de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca (Tabla 4.1), para esta entidad incluye a 6,877 localidades (65.5%), 443 municipios (77.7%), 59,353 km<sup>2</sup> de su extensión territorial (63.2%) y una población de 2.68 millones de habitantes (70.63%). Los valores entre paréntesis indican porcentajes en relación con el total del estado de Oaxaca.

También se observa que en general las áreas de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 4.05 grados) en comparación con las áreas de aeropuertos fuera de Oaxaca (en promedio 2.8 grados). Además, en las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños se observa el mayor número de habitantes de la población económicamente activa y ocupada, en ambos casos el 72.6% del total de la entidad.

**Tabla 4.1 Escenario uno. Relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial del estado de Oaxaca (servicio nacional, sin Ixtepec)**

Área de influencia del aeropuerto de	Número de localidades	Número de municipios	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)	Grado promedio de escolaridad	Población económicamente activa (habitantes)	Población ocupada (habitantes)
Acapulco	15	4	232.32	7,407	2.4	1,573.00	1,556.00
Bahías de Huatulco	1,312	46	13,057.08	560,589	3.5	206,392.00	197,555.00
Minatitlán	800	10	10,269.18	194,239	2.5	68,325.00	66,608.00
Oaxaca	4,173	335	33,379.73	1,617,945	4.6	604,278.00	586,733.00
Puebla	48	9	601.16	13,527	2.5	2,804.00	2,768.00
Puerto Escondido	1,392	62	12,916.18	506,746	4.1	161,069.00	155,407.00
Tehuacán	1,114	74	9,055.53	347,288	3.9	109,461.00	105,763.00
Tuxtla Gutiérrez	344	11	5,788.01	71,797	2.0	24,741.00	23,854.00
Veracruz	1,298	19	8,494.12	482,424	3.8	159,692.00	153,295.00
<b>Totales</b>	<b>10,496</b>	<b>570</b>	<b>93,793.30</b>	<b>3,801,962</b>		<b>1,338,335</b>	<b>1,293,539</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y datos del Censo Nacional de Población 2010 (<http://www.inegi.org.mx/>).

Continuando con los servicios nacionales, pero considerando ahora el caso de la entrada en servicio del aeropuerto de Ixtepec (Tabla 4.2), se estima que los cuatro aeropuertos oaxaqueños tendrían la siguiente participación: 7,745 localidades (73.8%), 453 municipios (79.4%), 72,650 km<sup>2</sup> de su extensión territorial (77.4%) y una población de 2.9 millones de habitantes (76.3%). Nuevamente, los porcentajes entre paréntesis indican los valores en relación con el total del estado de Oaxaca. En forma similar al caso anterior, se observa que las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños ofrecerían servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 3.8 grados) en comparación con las áreas de aeropuertos fuera de Oaxaca (en promedio 2.6 grados), y a un mayor porcentaje de la población económicamente activa y ocupada, 78.3% en ambos casos.

**Tabla 4.2 Escenario dos. Relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial del estado de Oaxaca (servicio nacional, con Ixtepec)**

Área de influencia del aeropuerto de	Número de localidades	Número de municipios	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)	Grado promedio de escolaridad	Población económicamente activa (habitantes)	Población ocupada (habitantes)
Acapulco	15	4	232.32	7,407	2.4	1,574	1,556
Bahías de Huatulco	655	18	4,711.46	158,575	3.7	55,162	53,362
Ixtepec	1,601	49	24,455.40	646,365	3.0	236,032	226,687
Minatitlán	223	8	947.28	42,321	1.4	16,493	16,005
Oaxaca	4,097	324	30,566.81	1,592,153	4.6	595,077	577,753
Puebla	48	9	601.16	13,527	2.5	2,804	2,768
Puerto Escondido	1,392	62	12,916.18	506,746	4.1	161,068	155,407
Tehuacán	1,114	73	9,055.53	347,288	3.9	109,461	105,763
Tuxtla Gutiérrez	57	4	1,902.03	6,082	1.6	1,273	1,239
Veracruz	1,294	19	8,405.14	481,498	3.8	159,391	152,999
<b>Totales</b>	<b>10,496</b>	<b>570</b>	<b>93,793.30</b>	<b>3,801,962</b>		<b>1,338,335</b>	<b>1,293,539</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y datos del Censo Nacional de Población 2010 (<http://www.inegi.org.mx/>).

En general, bajo la condición actual los aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio nacional a poco más del 70% de su población, pero en el caso de que entrara en servicio el aeropuerto de Ixtepec, este valor se podría incrementar en casi 6%, lo que representaría alrededor de 218 mil habitantes adicionales. Cabe señalar que las cifras anteriores corresponden a una estimación con base en la metodología de accesibilidad espacial y que se está considerando la información disponible de la población correspondiente al censo de 2010.

Otra observación relacionada con los dos escenarios para los servicios nacionales tiene que ver con las modificaciones de las áreas de influencia de los aeropuertos y sus consecuencias, por ejemplo, en la población contenida dentro de las mismas. Aunque, como ya se señaló antes, al considerar la entrada en operación del aeropuerto de Ixtepec el conjunto de los aeropuertos oaxaqueños ofrecería su servicio a un mayor número de habitantes, no sucede lo mismo para cada aeropuerto de esta entidad en forma individual. Al comparar las Figuras 4.6 y 4.7, y las Tablas 4.1 y 4.2 se observa que con la operación del aeropuerto de Ixtepec, prácticamente el área de influencia de Puerto Escondido no cambia, sin embargo, la de Oaxaca se reduce un poco (8.4%) en su porción Este, y la de Bahías de Huatulco disminuye notablemente (63.9%). Debido a que Ixtepec ahora cubre dichas regiones, incluso se observa cómo las áreas de influencia de aeropuertos fuera de Oaxaca también decrecen, cediendo esos espacios a Ixtepec. Este caso se presenta principalmente con Minatitlán (decrece 90.7% en el estado de Oaxaca) y Tuxtla Gutiérrez (decrece 67.1% en el estado de Oaxaca). Desde luego, estos cambios en la forma y extensión de las áreas de influencia también modifican la cantidad de habitantes que contienen, como se observa en las Tablas 4.1 y 4.2.

#### 4.6.1.2 Servicios internacionales

En las Tablas 4.3 y 4.4 se presentan los resultados estimados para los servicios internacionales, en la primera considerando a todos los aeropuertos que están clasificados como internacionales, y en la segunda sólo aquellos que tuvieron actividad comercial internacional durante 2013.

Observe que los tres aeropuertos de Oaxaca están clasificados como internacionales (escenario tres); sin embargo, durante 2013 Puerto Escondido no presentó esta actividad (escenario cuatro). Fuera del estado de Oaxaca una situación similar se presentó con el aeropuerto internacional de Minatitlán. Por lo que este aeropuerto aparece en el escenario tres, pero no en el cuatro. Es precisamente la condición anterior la que origina que en el escenario cuatro aparezca el área de influencia del aeropuerto de Villahermosa en el estado de Oaxaca.

**Tabla 4.3 Escenario tres. Relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial del estado de Oaxaca (aeropuertos clasificados como internacionales)**

Área de influencia del aeropuerto de	Número de localidades	Número de municipios	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)	Grado promedio de escolaridad	Población económicamente activa (habitantes)	Población ocupada (habitantes)
Acapulco	15	4	241.81	7,407	2.4	1,574	1,556
Bahías de Huatulco	1,312	46	13,057.08	560,599	3.5	206,393	197,557
Minatitlán	801	10	10,269.18	194,242	2.5	68,326	66,609
Oaxaca	4,804	393	40,275.54	1,853,652	4.5	680,428	660,258
Puebla	432	21	2,571.95	107,940	3.7	31,080	30,092
Puerto Escondido	1,392	62	12,929.57	506,754	4.1	161,070	155,408
Tuxtla Gutiérrez	344	11	5,788.01	71,798	2.0	24,742	23,854
Veracruz	1,396	23	8,660.15	499,570	3.7	164,722	158,205
<b>Totales</b>	<b>10,496</b>	<b>570</b>	<b>93,793.30</b>	<b>3,801,962</b>		<b>1,338,335</b>	<b>1,293,539</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y datos del Censo Nacional de Población 2010 (<http://www.inegi.org.mx/>).

Las estimaciones para los servicios internacionales, considerando a todos los aeropuertos clasificados para ofrecer estos servicios (Tabla 4.3), indican que actualmente el área de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca, para esta entidad, incluye a 7,508 localidades (71.5%), 501 municipios (87.9%), 66,262.2 km<sup>2</sup> de su extensión territorial (70.6%) y una población de 2.92 millones de habitantes (76.83%). Los valores entre paréntesis indican porcentajes en relación con el total del estado de Oaxaca. Nuevamente se observa que en general las áreas de influencia de los tres aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 4.03 grados) en comparación con las áreas de aeropuertos fuera de Oaxaca (en promedio 2.87 grados). Además, en las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños se observa el mayor número de habitantes de la población económicamente activa y ocupada, en ambos casos el 78.3% del total de la entidad.

Continuando con los servicios internacionales, pero considerando ahora el caso de sólo aquellos aeropuertos que tuvieron estas operaciones en 2013 (Tabla 4.4), se estima que los aeropuertos de Bahías de Huatulco y Oaxaca tienen la siguiente participación: 7,440 localidades (70.8%), 475 municipios (83.3%), 68,017.7 km<sup>2</sup> de su extensión territorial (72.5%) y una población de 2.89 millones de habitantes (76.06%). También se observa que las áreas de influencia de los dos aeropuertos oaxaqueños ofrecen servicio a los municipios con los mayores grados de escolaridad (en promedio 4.1 grados) en comparación con las áreas de aeropuertos fuera de Oaxaca (en promedio 2.9 grados), y a un mayor porcentaje de la población económicamente activa y ocupada, 78.3% en ambos casos.

**Tabla 4.4 Escenario cuatro. Relaciones entre las áreas de influencia y la organización territorial del estado de Oaxaca (aeropuertos con servicios internacionales en 2013)**

Área de influencia del aeropuerto de	Número de localidades	Número de municipios	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)	Grado promedio de escolaridad	Población económicamente activa (habitantes)	Población ocupada (habitantes)
Acapulco	366	32	4,204.94	143,682	3.9	39,289	38,132
Bahías de Huatulco	2,440	78	26,491.64	987,058	3.7	353,412	339,742
Oaxaca	5,000	397	41,526.10	1,904,829	4.5	694,683	673,935
Puebla	433	21	2,572.05	108,043	3.7	31,094	30,106
Tuxtla Gutiérrez	346	11	5,873.48	72,508	2.0	24,976	24,087
Veracruz	1,825	26	12,518.44	576,503	3.2	192,054	184,798
Villahermosa	86	5	606.65	9,339	1.8	2,827	2,739
<b>Totales</b>	<b>10,496</b>	<b>570</b>	<b>93,793.30</b>	<b>3,801,962</b>		<b>1,338,335</b>	<b>1,293,539</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y datos del Censo Nacional de Población 2010 (<http://www.inegi.org.mx/>).

Como se observa, en el caso de los servicios internacionales en los dos escenarios considerados se estiman valores similares, aunque en el caso de los pasajeros totales dentro de las áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca hay un balance ligeramente mayor en el escenario tres. La similitud de los resultados entre los escenarios tres y cuatro, se debe a dos factores relevantes. El primero se deriva del hecho de que en el escenario cuatro no se considera al aeropuerto de Puerto Escondido, por lo que buena parte de su área de influencia es transferida a Bahías de Huatulco y otra porción a Acapulco. El segundo factor se debe a que en el escenario cuatro no aparece tampoco el aeropuerto de Minatitlán, por lo que nuevamente el área de influencia de Bahías de Huatulco

crece ahora hacia el noreste, para cubrir parte del área dominada antes por dicho aeropuerto. De esta forma el área de influencia de Bahías de Huatulco crece del escenario tres al cuatro en 102.8%, compensando el área perdida por Puerto Escondido (comparar Figuras 4.8 y 4.9).

## 4.6.2 Grados de marginación

Dado que la marginación es la medida-resumen de las carencias de la población, su magnitud y distribución pueden servir para dar indicios del potencial de la actividad aérea. Una población con muy alta marginación difícilmente podrá acceder a estos servicios, por el contrario, una marginación muy baja se puede relacionar con la población que puede acceder a estos servicios regularmente. En particular, en este inciso se consideran dos condiciones para los servicios nacionales, en el primero sin la operación del aeropuerto de Ixtepec (escenario uno) y en el segundo con su operación (escenario dos).

En las Tablas 4.5 y 4.6 se presenta un resumen de los resultados estimados al utilizar un SIG para determinar el número de habitantes<sup>22</sup> con los distintos grados de marginación en las áreas de influencia determinadas mediante la metodología de accesibilidad espacial (Figuras 4.10 y 4.11), para los escenarios uno y dos.

**Tabla 4.5 Escenario uno. Relación entre las áreas de influencia y el grado de marginación en el estado de Oaxaca (servicio nacional, sin Ixtepec)**

Área de influencia del aeropuerto de	Grado de marginación (habitantes)				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Acapulco	8,531	0	0	0	0
<b>Bahías de Huatulco</b>	<b>85,804</b>	<b>56,200</b>	<b>266,070</b>	<b>44,364</b>	<b>90,681</b>
Minatitlán	60,413	22,356	103,335	13,608	0
<b>Oaxaca</b>	<b>388,743</b>	<b>214,850</b>	<b>390,479</b>	<b>242,568</b>	<b>378,937</b>
Puebla	4,788	1,447	0	0	0
<b>Puerto Escondido</b>	<b>149,087</b>	<b>176,770</b>	<b>186,195</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Tehuacán	161,300	76,106	55,413	69,839	0
Tuxtla Gutiérrez	6,608	7,232	60,852	0	0
Veracruz	201,953	65,700	55,967	155,766	0
<b>Totales</b>	<b>1,067,227</b>	<b>620,661</b>	<b>1,118,311</b>	<b>526,145</b>	<b>469,618</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y CONAPO, 2011.

Para asimilar la información de estas tablas conviene primero identificar que en general el grupo más numeroso de habitantes pertenece al grado de marginación medio, el cual corresponde aproximadamente al 29.4% de la población de Oaxaca, en seguida se ubican el grado muy alto (28%), el alto (16.3%), el bajo (13.8%) y por último el muy bajo (12.3%).

<sup>22</sup> Es importante señalar que las estimaciones de la población en las áreas de influencia de las Tablas 4.1 a 4.4 fueron obtenidas con base en las localidades contenidas, de acuerdo con el Censo Nacional de Población 2010; en cambio, las estimaciones de las Tablas 4.5 y 4.6 fueron con base en los municipios (CONAPO, 2011), por lo que los valores para un mismo escenario entre estos dos grupos de tablas pueden presentar algunas diferencias, que en términos generales no son relevantes.

**Tabla 4.6 Escenario dos. Relación entre las áreas de influencia y el grado de marginación en el estado de Oaxaca (servicio nacional, con Ixtepec)**

Área de influencia del aeropuerto de	Grado de marginación (habitantes)				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Acapulco	8,531	0	0	0	0
<b>Bahías de Huatulco</b>	<b>46,074</b>	<b>43,860</b>	<b>52,138</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Ixtepec</b>	<b>132,846</b>	<b>50,071</b>	<b>338,884</b>	<b>57,972</b>	<b>90,681</b>
Minatitlán	0	0	41,535	0	0
<b>Oaxaca</b>	<b>362,648</b>	<b>206,707</b>	<b>388,179</b>	<b>242,568</b>	<b>378,937</b>
Puebla	4,788	1,447	0	0	0
<b>Puerto Escondido</b>	<b>149,087</b>	<b>176,770</b>	<b>186,195</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Tehuacán	161,300	76,106	55,413	69,839	0
Tuxtla Gutiérrez	0	0	0	0	0
Veracruz	201,953	65,700	55,967	155,766	0
<b>Totales</b>	<b>1,067,227</b>	<b>620,661</b>	<b>1,118,311</b>	<b>526,145</b>	<b>469,618</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial y CONAPO, 2011.

Una vez definidas las proporciones de población en cada grado de marginación, conviene señalar que en particular a los aeropuertos oaxaqueños corresponde, en los dos escenarios, la totalidad de los habitantes con grado de marginación muy bajo (última columna de las Tablas 4.5 y 4.6). Lo cual implica que las áreas de influencia, dentro de Oaxaca, en los servicios domésticos de los aeropuertos de los estados de Chiapas, Guerrero, Puebla y Veracruz, en ningún caso atienden a la población con muy baja marginación, la cual es la que tiene mayor potencial para demandar estos servicios.

También se observa que la población con grado de marginación muy bajo es atendida actualmente por los aeropuertos de Oaxaca y Bahías Huatulco (Tabla 4.5). Sin embargo, al considerar la operación del aeropuerto de Ixtepec, la totalidad de la población con grado de marginación muy bajo de Bahías de Huatulco es transferida a Ixtepec (Tabla 4.6). Para comprender esto, conviene comparar las Figuras 4.10 y 4.11, en donde se observa cómo en el escenario uno (sin Ixtepec) el aeropuerto de Bahías de Huatulco atiende a la zonas color verde oscuro (de muy baja marginación) ubicadas hacia el extremo este de su área de influencia, y cuando se considera la operación de Ixtepec (escenario dos) dentro de su área de influencia quedan ahora dicha zonas, las cuales corresponden a los municipios de Salina Cruz<sup>23</sup> y El Espinal<sup>24</sup>. Observe cómo en el escenario dos, dichas zonas se ubican más cerca de los servicios aeroportuarios. De acuerdo con el modelo de isócronas de recorrido se estima que estos municipios pueden ser

<sup>23</sup> En 2010, tenía una población mayor a 82,371 habitantes. Posee una refinera, varias salineras y un astillero. También, en este municipio se ubica uno de los diez puertos más importantes de México. La presencia de la refinera Ing. Antonio Dovalí Jaime de Petróleos Mexicanos (PEMEX), genera empleo para la población del municipio, beneficiando su economía. La refinera se asienta en una superficie de 700 hectáreas y cubre las necesidades energéticas de la costa del Pacífico. Desde el puerto de altura de Salina Cruz, se exporta petróleo crudo y productos refinados. Fuente: <http://www.salinacruz.com.mx> y [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/iter2010.aspx](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx)

<sup>24</sup> Con una población en 2010 de 8,310 habitantes. Fuente: <http://www.inegi.org.mx/>

atendidos por Bahías de Huatulco (escenario uno) con tiempos de desplazamiento por los usuarios de hasta dos horas para el municipio de Salina Cruz y de más de dos horas para el municipio de El Espinal. En cambio, con la operación de Ixtepec (escenario dos) estos tiempos se reducen considerablemente, en este caso los habitantes del municipio de Salina Cruz pueden tener acceso al aeropuerto en menos de una hora y los de El Espinal en menos de media hora (Figuras 4.2 y 4.3).

En la Tabla 4.6 se observa que la población con grado de marginación muy bajo dentro del área de influencia de Ixtepec, es aproximadamente igual a una cuarta parte de la de Oaxaca. Si existiera una correlación directa entre la población con este grado de marginación y la actividad de un aeropuerto, entonces se esperaría que el aeropuerto de Ixtepec dé servicio a una cuarta parte de la cantidad de pasajeros y carga que maneja el aeropuerto de Oaxaca en los servicios nacionales. Además, siguiendo el comportamiento que han tenido los otros tres aeropuertos oaxaqueños actualmente (inciso 2.7.1), debería esperarse que el principal destino nacional de Ixtepec sea el AICM. A partir del cual los usuarios tendrían una gran conectividad con aeropuertos nacionales e internacionales.



## 5 Conclusiones y recomendaciones

---

El estado de Oaxaca tiene el potencial para vencer muchos de sus desequilibrios y desigualdades sociales y económicas aprovechando el talento de su gente, sus características culturales y la riqueza natural de su entorno. El transporte aéreo puede contribuir al servir como catalizador para reforzar y propiciar el turismo y la actividad comercial. Durante 2013, los tres aeropuertos de esta entidad movilizaron a más de un millón de pasajeros, presentando una tendencia positiva, con una tasa de crecimiento medio anual igual a 3.12%.

Sin embargo, el conjunto de aeropuertos de Oaxaca durante los últimos diez años ha presentado una disminución significativa en los movimientos de carga aérea. Afortunadamente, en el periodo 2011-2013 se ha observado una estabilización de estos flujos en aproximadamente mil toneladas anuales. Cabe remarcar que en este caso, prácticamente la totalidad de la carga aérea de la entidad es soportada por el aeropuerto de Oaxaca. Por lo que, Huatulco y Puerto Escondido presentan grandes oportunidades de mejora en este sector.

En los últimos diez años (2004-2013) los aeropuertos de Oaxaca y Huatulco han atendido la mayor parte de los pasajeros de la entidad. Sin embargo, Oaxaca ha tendido a disminuir su participación, mientras que Huatulco ha tendido a crecer en forma sostenida, convergiendo ambos flujos en 2012. De mantenerse este comportamiento, Huatulco podría superar en este rubro a Oaxaca en los próximos años. Por su parte, Puerto Escondido ha mantenido un desempeño modesto en cuanto a pasajeros atendidos, aunque a partir de 2012 ha presentado un repunte.

Más del noventa por ciento de la actividad aérea en Oaxaca se centra en los flujos nacionales; por lo que se tiene una enorme oportunidad de mejora para incrementar los flujos de pasajeros internacionales y la carga del comercio exterior. En el caso de los flujos de pasajeros internacionales, éstos se deben seguir soportando por los dos principales mercados de Norteamérica (EUA y Canadá); sin embargo, es recomendable buscar su diversificación para incrementar su magnitud. En este caso, la promoción en los mercados de Sudamérica, Asia y Europa serían ideales debido a que estos flujos aéreos ya se presentan en el país (pero fuera de Oaxaca) con tasas de crecimiento significativas.

De los tres aeropuertos oaxaqueños, el de Oaxaca fue el que presentó la mayor conectividad nacional (50%), le siguieron muy abajo Bahías de Huatulco (3.2%) y Puerto Escondido (1.6%). En los tres casos siempre destaca como la principal conexión el AICM, con este aeropuerto han estado realizando más del 80% de sus operaciones. Por otra parte, en el caso de la conectividad internacional Bahías de Huatulco presentó una conectividad de 6.8%, muy superior a la de Oaxaca (0.49%). Por su parte, Puerto Escondido ni siquiera presentó operaciones internacionales.

En el caso del aeropuerto de Bahías de Huatulco, el pronóstico de pasajeros estimó una tendencia estable con estacionalidad. El valor promedio mensual del pronóstico fue de 45,564 pasajeros mensuales, que es mayor a la media (34,362) de los datos reales correspondientes al periodo 2008-2013. En cuanto a la estacionalidad se observaron picos en los meses de enero y julio, y valles en mayo y septiembre-octubre. En cuanto al pronóstico de carga para este aeropuerto, se estimó una tendencia descendente muy uniforme, con valores muy bajos durante 2014, que se reducen a casi cero a final de este año, pero que toma valores negativos para 2015. Por lo que los movimientos de carga en este aeropuerto se presentan como un gran reto y una oportunidad de mejora.

En el caso del aeropuerto de Oaxaca, el pronóstico de pasajeros estimó una tendencia creciente con estacionalidad. El valor promedio mensual del pronóstico fue de 47,226 pasajeros mensuales, que es mayor a la media (38,599) de los datos reales durante el periodo 2008-2013. El pronóstico inició con una estimación mensual de 42,769 pasajeros y terminó con 51,741 pasajeros. En cuanto a la estacionalidad se observaron picos en los meses de julio y valles en febrero y septiembre. Por otro lado, en relación con la carga para este aeropuerto, se estimó una tendencia uniforme con un valor promedio de 56.8 toneladas mensuales, inferior a la media (114.98 toneladas) de los datos reales correspondientes al periodo 2008-2013. La estacionalidad, aunque ligera, se observó con picos en octubre y valles en septiembre.

En el caso del aeropuerto de Puerto Escondido, el pronóstico de pasajeros estimó una tendencia creciente con estacionalidad. El valor promedio mensual del pronóstico fue de 11,908 pasajeros mensuales, que es mayor a la media (4,748) de los datos reales durante el periodo 2008-2013. El pronóstico inició con una estimación mensual de 11,710 pasajeros y terminó con 13,065 pasajeros. En cuanto a la estacionalidad se observaron picos en los meses de enero, julio y agosto y valles en septiembre. Por otro lado, en relación con la carga para este aeropuerto, se estimó una tendencia uniforme y ligeramente positiva, con un valor promedio de 3.9 toneladas mensuales, inferior a la media (7.05 toneladas) de los datos reales correspondientes al periodo 2008-2013. El pronóstico inició con una estimación mensual de 3.38 toneladas y terminó con 3.89 toneladas. La estacionalidad observada fue mínima.

En relación con los modelos de pronóstico de las series de pasajeros y carga, en cuatro de las seis series, la metodología Box-Jenkins se ajustó satisfactoriamente. Sólo en dos series el valor del EAPM se estimó por arriba del necesario (30%) para un modelo aceptable. Esta situación se originó por los cambios abruptos en las tendencias de los datos reales de la carga atendida en los aeropuertos de Bahías de Huatulco y Puerto Escondido. Por lo que en investigaciones futuras se explorarán otras técnicas de pronóstico.

Mediante la metodología de accesibilidad espacial se determinó que algunas zonas del estado de Oaxaca son cubiertas por áreas de influencia de aeropuertos ubicados fuera de este estado, y que a su vez, parte de las áreas de influencia de

los aeropuertos oaxaqueños se extienden hacia otras entidades. Dependiendo del escenario considerado los aeropuertos oaxaqueños cubren entre 63% y 77% de su extensión territorial.

Se determinó que en la situación actual, en los servicios nacionales sin el aeropuerto de Ixtepec, un área importante en el Este de Oaxaca no es cubierta por los aeropuertos oaxaqueños, pero sí por los aeropuertos de Minatitlán y Tuxtla Gutiérrez. Sin embargo, cuando se consideró la operación del aeropuerto de Ixtepec, se advirtió que éste aeropuerto ofrecería servicio a una parte significativa del área señalada anteriormente, e incluso podría atender a otras extensiones dentro de los estados de Veracruz y Chiapas, que antes no eran servidas por los aeropuertos de Oaxaca.

Se estimó que en los servicios nacionales, bajo la condición actual los aeropuertos de Oaxaca ofrecen servicio a poco más del 70% de su población, pero en el caso de que entrara en servicio el aeropuerto de Ixtepec, este valor se podría incrementar en casi 6%, lo que representaría alrededor de 218 mil habitantes adicionales.

En cambio, en los servicios internacionales en los dos escenarios considerados se estiman valores similares, aunque en el caso de los pasajeros totales dentro de las áreas de influencia de los aeropuertos de Oaxaca hay un balance ligeramente mayor en el escenario tres, en donde se cubre el 76.8% de su población total.

Con base en la metodología de accesibilidad espacial se determinó que las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños contienen el 100% de sus municipios con grado de marginación muy bajo, los cuales son los que tienen el mayor potencial para demandar los servicios aéreos.

Además, con la entrada en servicio del aeropuerto de Ixtepec los usuarios de muy baja marginación que eran atendidos antes por Bahías de Huatulco, reducirían a la mitad sus tiempos de desplazamiento para tener dichos servicios.

En trabajos futuros se puede continuar con el análisis del área de influencia del aeropuerto de Ixtepec, pero ahora considerando su impacto en los estados de Chiapas y Veracruz, dado que su influencia se extiende parcialmente dentro de estas entidades (Figura 4.7). Resultaría relevante conocer las características de los municipios que abarca en sus estados vecinos.

Otro trabajo futuro consiste en determinar la correlación entre las áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos, los grados de marginación que comprenden y su actividad aérea. Esto aportaría elementos para el diseño de un modelo que tenga como finalidad predecir los flujos de pasajeros y carga en aeropuertos nuevos.



## 6 Bibliografía

---

- Aguirre Jaime Armando.** 1994. Introducción al tratamiento de series temporales. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España.
- Air Transport Action Group (ATAG).** 2014. Aviation Benefits Beyond Borders. Switzerland. Disponible en: <http://aviationbenefits.org/downloads/>
- Álvarez Vázquez Nelson, Pérez Pascual Pedro y Sanz Camero Basilio.** 2014. Guía didáctica de econometría II. Universidad UNED. España. Disponible en: [www.uned.es/eco-4-econometria-II/guiadeconomII.pdf](http://www.uned.es/eco-4-econometria-II/guiadeconomII.pdf)
- Backhoff Pohls Miguel Ángel.** 2005. Transporte y espacio geográfico. Una aproximación geoinformática. ISBN 970-32-2179-3. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Backhoff Pohls Miguel Ángel y García Ortega Gabriela.** 1992. Los sistemas de información geográfica y el transporte. Publicación Técnica No. 32. IMT. México.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO).** 2011. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. Primera edición. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion\\_2010\\_por\\_entidad\\_federativa\\_y\\_municipio](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio)
- Consejo Nacional de Población (CONAPO).** 2012. Índice de marginación por localidad 2010. Primera edición. Colección índices sociodemográficos. México.
- Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).** 2014. Aviación mexicana en cifras 1992-2013. México.
- Gobierno de la República (GR).** 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Estados Unidos Mexicanos. México. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>
- Gobierno del Estado de Oaxaca (GEO).** 2011. Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. México.
- González Moreno Jonatan Omar.** 2007. Cálculo de la accesibilidad espacial con base en el transporte terrestre a través de un SIG (Tesis). Universidad de Girona. España.
- Herrera García Alfonso, Martínez Antonio Jorge Jerónimo y Jonatan Omar González Moreno.** 2009. Determinación del potencial de carga aérea en aeropuertos alternos: Una propuesta metodológica. Publicación Técnica No. 323. IMT. México.

**Makridakis, Wheelwright and Hyndman.** 1998. Forecasting, Methods and Applications. John Wiley and Sons. Third Edition. USA.

**Mauro García Emmanuel.** 2014. Análisis del transporte aéreo de pasajeros y carga para la identificación de oportunidades en la activación de la economía en el estado de Oaxaca. Tesis. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Orizaba. México.

**Medina Flechas Sonia y Mutis Hernando.** 2004. Ilustración de la aplicación de la metodología ARIMA para pronosticar la demanda de productos de consumo masivo para la limpieza del hogar en el mercado colombiano. Revista Ingeniería No 19, pp. 112-125. Universidad de los Andes, Colombia.

**Thirion Michel y Collis Robert.** 2014. ARIMA: Cómo evitar la mentalidad de rebaño+ cuando se analizan los datos de las series de tiempo. Disponible en: <http://www.minitab.com/es-mx/Published-Articles/ARIMA--C%C3%B3mo-evitar-la-%E2%80%9Cmentalidad-de-reba%C3%B1o%E2%80%9D-cuando-se-analizan-los-datos-de-las-series-de-tiempo/>.

**USIG/IMT.** 2014. Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (SIGET), versión 2.0, en edición. Instituto Mexicano del Transporte. México.

Sitios en Internet:

**Atlas cibernético del transporte del IMT:**

<http://www.imt.mx/SitioIMT/USIG/ServiciosInvestigacion/ProyectosDesarrollo/frmAtlasCibernetico.aspx>

**Consejo Nacional de Población (CONAPO):** <http://www.conapo.gob.mx/>

**Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC):**

<http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadistica/>

**Global Digital Elevation Model Version 2 (GDEM V2):**

<http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

**Gobierno del Estado de Oaxaca:** <http://www.oaxaca.gob.mx/>

**Instituto Mexicano del Transporte (IMT):** <http://www.imt.mx/>

**Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI):** <http://www.inegi.org.mx/>

**Marco Geoestadístico Nacional (MGN) del INEGI:**

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

# Anexo A

**Tabla A.1 Datos de los pasajeros atendidos mensualmente en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

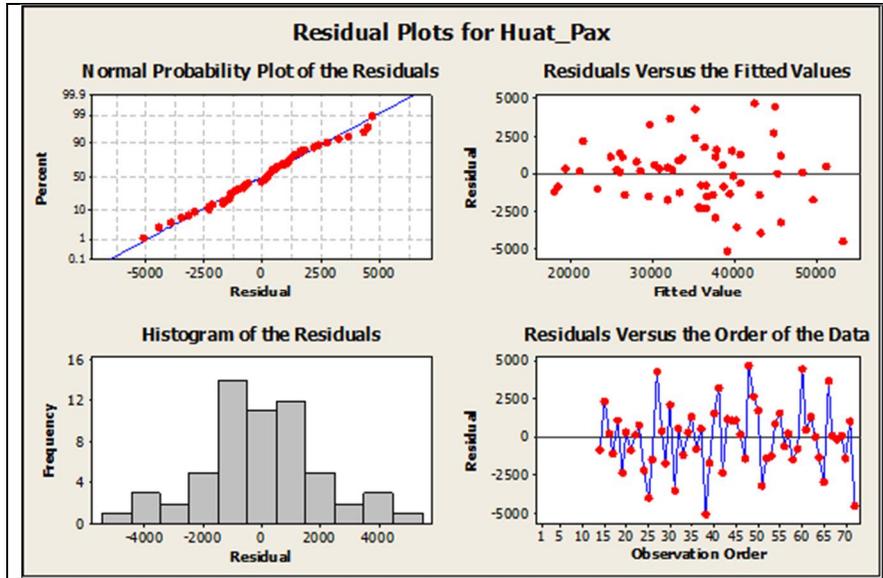
Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)
1	Ene-08	40,994	25	Ene-10	39,210	49	Ene-12	47,541
2	Feb-08	36,435	26	Feb-10	35,206	50	Feb-12	38,180
3	Mar-08	34,454	27	Mar-10	39,581	51	Mar-12	42,476
4	Abr-08	27,381	28	Abr-10	32,226	52	Abr-12	41,636
5	May-08	25,422	29	May-10	30,160	53	May-12	31,994
6	Jun-08	23,233	30	Jun-10	23,659	54	Jun-12	33,990
7	Jul-08	45,097	31	Jul-10	36,790	55	Jul-12	39,432
8	Ags-08	30,322	32	Ags-10	30,825	56	Ags-12	40,091
9	Sept-08	19,567	33	Sept-10	16,812	57	Sept-12	25,855
10	Oct-08	19,691	34	Oct-10	19,693	58	Oct-12	27,973
11	Nov-08	25,202	35	Nov-10	27,331	59	Nov-12	35,129
12	Dic-08	37,707	36	Dic-10	35,804	60	Dic-12	49,360
13	Ene-09	40,592	37	Ene-11	39,194	61	Ene-13	51,723
14	Feb-09	37,877	38	Feb-11	33,975	62	Feb-13	42,011
15	Mar-09	37,546	39	Mar-11	47,839	63	Mar-13	45,275
16	Abr-09	32,674	40	Abr-11	41,270	64	Abr-13	38,029
17	May-09	22,166	41	May-11	32,898	65	May-13	34,777
18	Jun-09	25,993	42	Jun-11	34,178	66	Jun-13	35,756
19	Jul-09	33,480	43	Jul-11	46,825	67	Jul-13	48,419
20	Ags-09	31,235	44	Ags-11	38,830	68	Ags-13	39,792
21	Sept-09	17,684	45	Sept-11	27,367	69	Sept-13	26,141
22	Oct-09	21,282	46	Oct-11	28,633	70	Oct-13	25,265
23	Nov-09	28,926	47	Nov-11	35,917	71	Nov-13	34,584
24	Dic-09	33,472	48	Dic-11	47,156	72	Dic-13	48,798

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.2 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

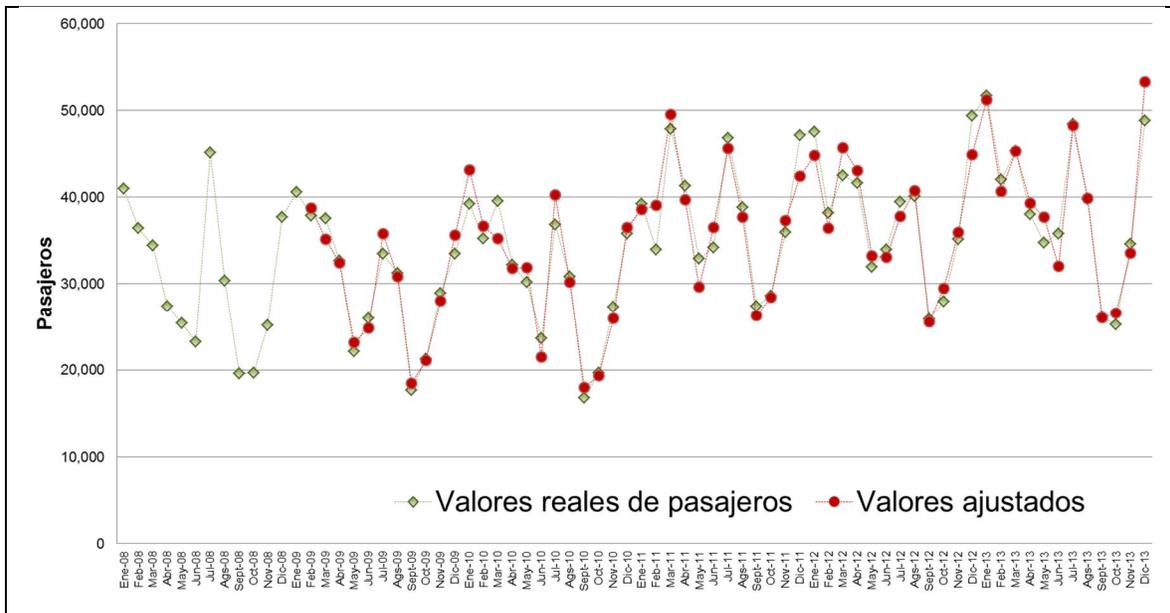
Modelo	Parámetros	Coefficientes	T	P	Estadísticos		
ARIMA (2,1,2)	AR (1)	0.4385	1.62	0.11	Residuales Suma Cuadrado		2,921,894,726
	AR (2)	-0.3309	-1.79	0.078	Residuales Media Cuadrado		44,271,132
	MA (1)	0.753	2.72	0.008	Retardo (Lag)		12
	MA (2)	0.2098	0.74	0.460	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)		31
	Constante	130.11	2.67	0.009	Grado de Libertad		7
					P		0.000
					Error absoluto de porcentaje medio		14.358
SARIMA (1,1,2) (2,1,1) <sub>12</sub>	AR (1)	0.512	<b>5.08</b>	0.000	<b>Residuales Suma Cuadrado</b>		<b>40,356,887</b>
	SAR (12)	-0.2099	<b>-1.57</b>	0.122	<b>Residuales Media Cuadrado</b>		<b>7,614,507</b>
	SAR (24)	-0.5891	<b>-4.21</b>	0.000	Retardo (Lag)		12    24
	MA (1)	-0.2262	<b>-9.26</b>	0.000	<b>Chi-Cuadrada (Ljung-Box)</b>		<b>9.7</b> 16.8
	SMA (12)	0.8006	<b>5.43</b>	0.000	<b>Grado de Libertad</b>		<b>6</b> 18
					<b>P</b>		<b>0.14</b> 0.537
					<b>Error absoluto de porcentaje medio</b>		<b>6.195</b>
SARIMA (1,1,2) (3,1,1) <sub>12</sub>	AR (1)	-0.0339	-0.21	0.838	Residuales Suma Cuadrado		257,641,637
	SAR (12)	-0.5183	-3.87	0.000	Residuales Media Cuadrado		4,954,647
	SAR (24)	-0.3308	-2.18	0.034	Retardo (Lag)		12    24    36
	SAR (36)	0.5854	4.49	0.000	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)		14.6    44.2    61.9
	MA (1)	0.6244	9.19	0.000	Grado de Libertad		5    17    29
	MA (2)	0.3818	3.54	0.001	P		0.012    0.000    0
	SMA (12)	-0.8678	-5.65	0.000	Error absoluto de porcentaje medio		4.592
SARIMA (1,1,3) (3,1,1) <sub>12</sub>	AR (1)	-0.0471	-0.2	0.845	Residuales Suma Cuadrado		260,182,818
	SAR (12)	-0.5471	-3.94	0	Residuales Media Cuadrado		5,101,624
	SAR (24)	-0.3043	-1.82	0.075	Retardo (Lag)		12    24    36
	SAR (36)	0.5905	4.26	0	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)		13.5    42.7    59.3
	MA (1)	0.5628	3.02	0.004	Grado de Libertad		4    16    28
	MA (2)	0.4048	1.84	0.071	P		0.009    0.000    0
	SMA (12)	-0.8693	-5.72	0	Error absoluto de porcentaje medio		4.599

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.1 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.2 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

**Tabla A.3 Pronóstico de pasajeros generado por el modelo para el aeropuerto de Bahías de Huatulco**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	50,441	46,077	54,804
2	Feb-14	42,638	38,027	47,250
3	Mar-14	54,218	49,606	58,829
4	Abr-14	47,300	42,688	51,912
5	May-14	35,703	31,091	40,315
6	Jun-14	46,808	42,196	51,420
7	Jul-14	56,733	52,121	61,345
8	Ags-14	47,528	42,916	52,141
9	Sept-14	36,129	31,516	40,741
10	Oct-14	34,343	29,731	38,956
11	Nov-14	44,033	39,420	48,645
12	Dic-14	54,832	50,219	59,444
13	Ene-15	56,649	49,189	64,109
14	Feb-15	46,955	39,236	54,675
15	Mar-15	48,917	41,196	56,638
16	Abr-15	47,304	39,583	55,025
17	May-15	37,175	29,453	44,896
18	Jun-15	43,787	36,065	51,509
19	Jul-15	48,524	40,802	56,246
20	Ags-15	47,758	40,035	55,480
21	Sept-15	33,374	25,652	41,096
22	Oct-15	33,549	25,827	41,272
23	Nov-15	42,256	34,533	49,979
24	Dic-15	56,582	48,859	64,306

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Tabla A.4 Datos de la carga atendida mensualmente en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

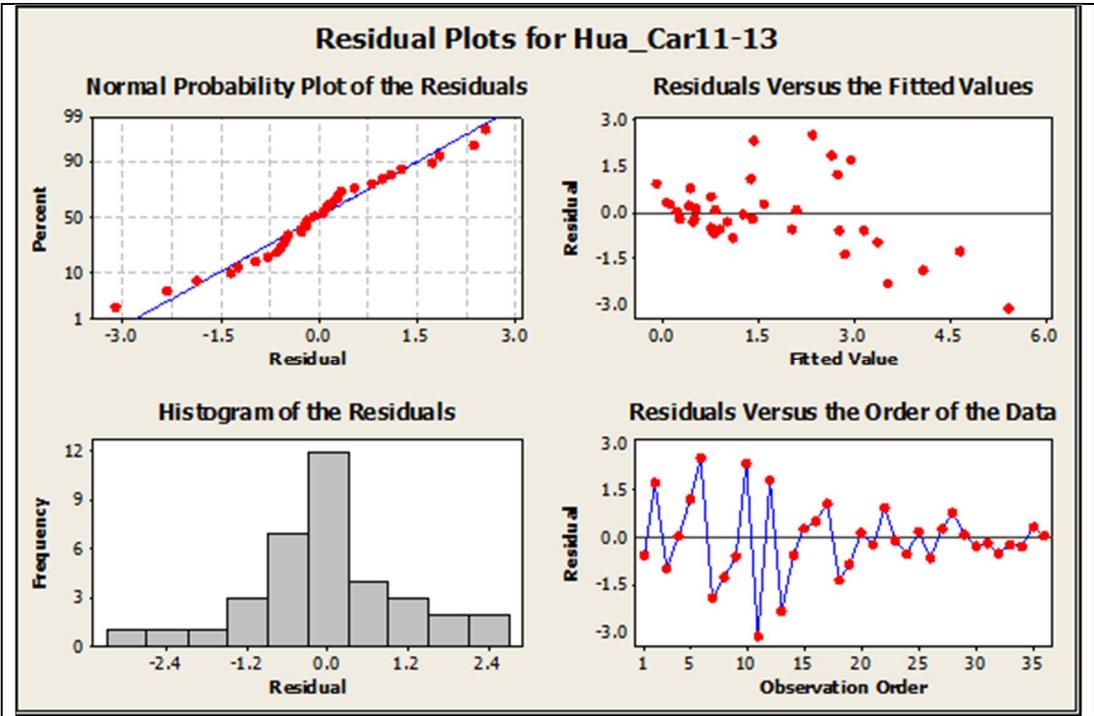
Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)
1	Ene-08	42.20	25	Ene-10	28.70	49	Ene-12	1.20
2	Feb-08	48.10	26	Feb-10	26.70	50	Feb-12	1.50
3	Mar-08	50.40	27	Mar-10	45.20	51	Mar-12	1.90
4	Abr-08	39.40	28	Abr-10	26.50	52	Abr-12	1.30
5	May-08	38.60	29	May-10	32.00	53	May-12	2.50
6	Jun-08	32.20	30	Jun-10	21.30	54	Jun-12	1.50
7	Jul-08	37.70	31	Jul-10	28.70	55	Jul-12	0.30
8	Ags-08	39.00	32	Ags-10	20.30	56	Ags-12	0.70
9	Sept-08	31.20	33	Sept-10	0.50	57	Sept-12	0.10
10	Oct-08	24.00	34	Oct-10	1.20	58	Oct-12	0.90
11	Nov-08	26.20	35	Nov-10	3.70	59	Nov-12	1.20
12	Dic-08	38.00	36	Dic-10	3.00	60	Dic-12	0.30
13	Ene-09	19.50	37	Ene-11	2.60	61	Ene-13	0.65
14	Feb-09	26.40	38	Feb-11	4.70	62	Feb-13	0.17
15	Mar-09	32.90	39	Mar-11	2.40	63	Mar-13	0.42
16	Abr-09	26.30	40	Abr-11	2.20	64	Abr-13	1.25
17	May-09	27.50	41	May-11	4.00	65	May-13	0.94
18	Jun-09	28.50	42	Jun-11	4.90	66	Jun-13	0.76
19	Jul-09	28.40	43	Jul-11	2.20	67	Jul-13	1.24
20	Ags-09	21.30	44	Ags-11	3.40	68	Ags-13	0.41
21	Sept-09	16.70	45	Sept-11	2.20	69	Sept-13	0.30
22	Oct-09	2.40	46	Oct-11	3.80	70	Oct-13	0.20
23	Nov-09	21.80	47	Nov-11	2.30	71	Nov-13	0.40
24	Dic-09	37.50	48	Dic-11	4.50	72	Dic-13	0.29

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.5 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

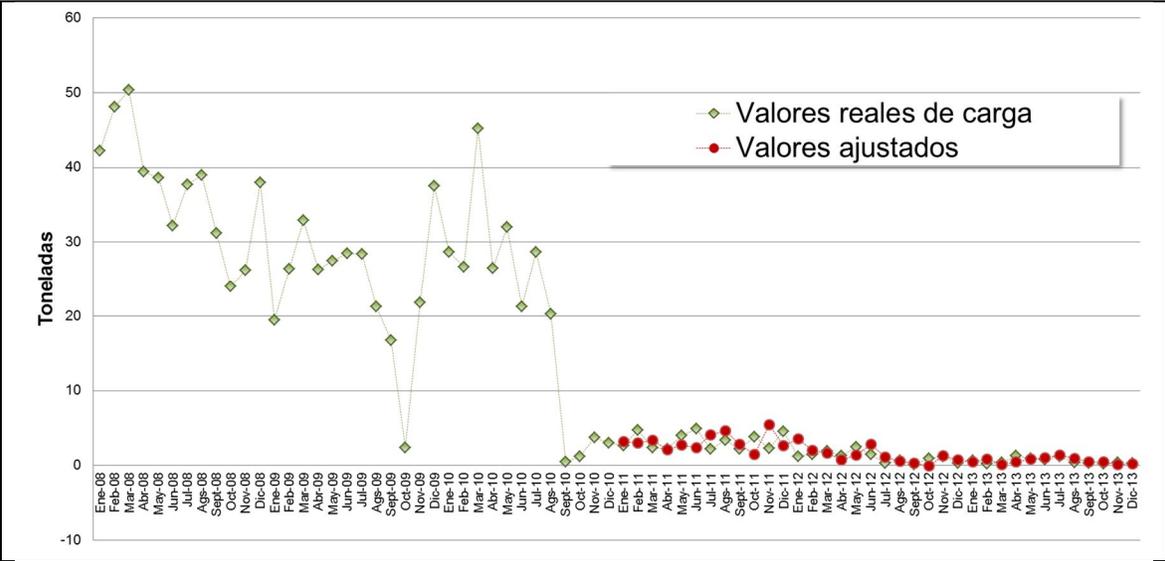
Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
ARIMA (2,1,1)	AR (1)	-1.4862	-5.63	0.000	Residuales Suma Cuadrado 34.5114	
	AR (2)	-0.4871	-2.09	0.045	Residuales Media Cuadrado 1.0785	
	MA (1)	-0.9599	-4.65	0.000	Retardo (Lag)	12 24
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	14.1 18.3
					Grados de Libertad	9 21
					P	14.1 18.3
					Error absoluto de porcentaje medio	90.364
ARIMA (3,1,0)	AR (1)	-0.812	-4.87	0.000	Residuales Suma Cuadrado 29.7617	
	AR (2)	-0.5104	-2.55	0.016	Residuales Media Cuadrado 0.9301	
	AR (3)	-0.3229	-1.94	0.061	Retardo (Lag)	12 24
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	13.8 18.8
					Grados de Libertad	9 21
					P	0.13 18.8
					Error absoluto de porcentaje medio	115.296
Holt-Winters Serie 2011-2013	Alfa (Nivel)		0.84		Residuales Suma Cuadrado 49.34	
	Gamma (Tendencia)		0.01		Residuales Media Cuadrado 0.69	
	Delta (Estacional)		0.01		Error absoluto de la media 0.8597	
					Error cuadrático de la media 1.3706	
					Error absoluto de porcentaje medio 78.005	
Holt-Winters Serie 2008-2013	Alfa (Nivel)		0.84		Residuales Suma Cuadrado 2,329.39	
	Gamma (Tendencia)		0.01		Residuales Media Cuadrado 32.35	
	Delta (Estacional)		0.01		Error absoluto de la media 3.6499	
					Error cuadrático de la media 32.3527	
					Error absoluto de porcentaje medio 90.4569	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.3 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.4 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de la carga atendida en el aeropuerto de Bahías de Huatulco (2008-2013)**

**Tabla A.6 Pronóstico de carga generado por el modelo para el aeropuerto de Bahías de Huatulco**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	0.336	-1.77	2.44
2	Feb-14	0.285	-2.25	2.82
3	Mar-14	0.196	-2.86	3.25
4	Abr-14	0.225	-3.40	3.85
5	May-14	0.179	-4.05	4.41
6	Jun-14	0.113	-4.74	4.96
7	Jul-14	0.114	-5.37	5.60
8	Ags-14	0.073	-6.06	6.21
9	Sept-14	0.030	-6.76	6.82
10	Oct-14	0.003	-7.44	7.45
11	Nov-14	0.033	-8.14	8.07
12	Dic-14	0.053	-8.82	8.72
13	Ene-15	-0.108	-9.54	9.33
14	Feb-15	-0.139	-10.24	9.96
15	Mar-15	-0.136	-10.91	10.63
16	Abr-15	-0.219	-11.66	11.22
17	May-15	-0.244	-12.36	11.87
18	Jun-15	-0.219	-13.00	12.56
19	Jul-15	-0.331	-13.79	13.13
20	Ags-15	-0.350	-14.48	13.78
21	Sept-15	-0.302	-15.11	14.50
22	Oct-15	-0.442	-15.92	15.04
23	Nov-15	-0.456	-16.61	15.70
24	Dic-15	-0.385	-17.21	16.44

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Tabla A.7 Datos de los pasajeros atendidos mensualmente en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

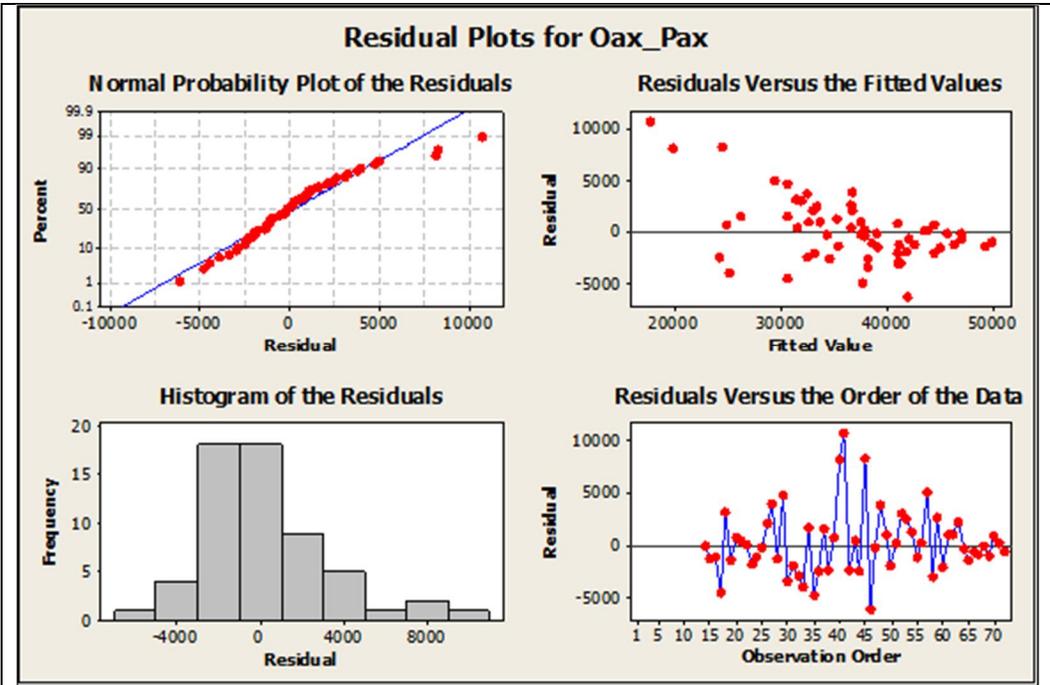
Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)
1	Ene-08	46,923	25	Ene-10	37,377	49	Ene-12	33,544
2	Feb-08	43,277	26	Feb-10	35,024	50	Feb-12	31,188
3	Mar-08	47,926	27	Mar-10	40,616	51	Mar-12	38,066
4	Abr-08	44,329	28	Abr-10	34,015	52	Abr-12	34,952
5	May-08	42,019	29	May-10	35,329	53	May-12	35,847
6	Jun-08	40,906	30	Jun-10	34,767	54	Jun-12	36,566
7	Jul-08	51,365	31	Jul-10	42,480	55	Jul-12	45,194
8	Ags-08	51,609	32	Ags-10	38,283	56	Ags-12	43,923
9	Sept-08	39,353	33	Sept-10	21,126	57	Sept-12	34,362
10	Oct-08	47,505	34	Oct-10	32,214	58	Oct-12	37,982
11	Nov-08	51,625	35	Nov-10	32,839	59	Nov-12	39,295
12	Dic-08	53,621	36	Dic-10	32,061	60	Dic-12	38,906
13	Ene-09	49,519	37	Ene-11	27,732	61	Ene-13	38,559
14	Feb-09	46,947	38	Feb-11	21,836	62	Feb-13	34,704
15	Mar-09	47,964	39	Mar-11	25,664	63	Mar-13	38,887
16	Abr-09	39,910	40	Abr-11	27,981	64	Abr-13	37,614
17	May-09	26,081	41	May-11	28,464	65	May-13	37,715
18	Jun-09	34,601	42	Jun-11	30,172	66	Jun-13	41,440
19	Jul-09	43,641	43	Jul-11	37,033	67	Jul-13	48,922
20	Ags-09	45,266	44	Ags-11	35,667	68	Ags-13	45,529
21	Sept-09	31,909	45	Sept-11	32,768	69	Sept-13	37,627
22	Oct-09	38,930	46	Oct-11	35,810	70	Oct-13	41,950
23	Nov-09	39,915	47	Nov-11	34,070	71	Nov-13	43,786
24	Dic-09	41,440	48	Dic-11	36,227	72	Dic-13	46,414

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.8 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

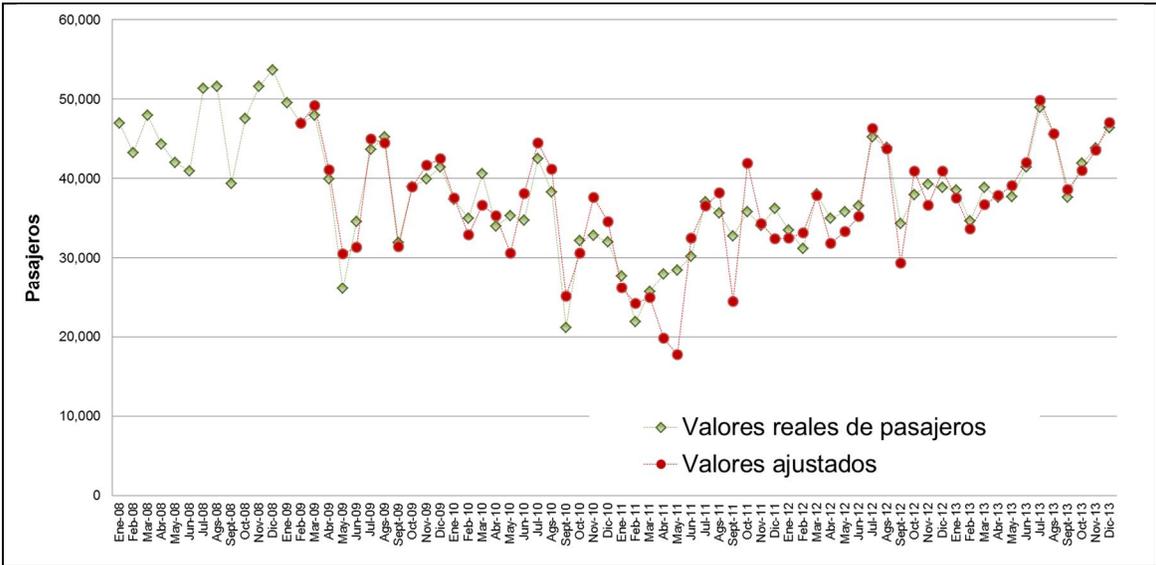
Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
ARIMA (2,1,2)	AR (1)	0.1550	0.57	0.573	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.5354	-2.95	0.004	Residuales Media Cuadrado	
	MA (1)	0.5104	1.66	0.102	Retardo (Lag)	
	MA (2)	-0.1863	-0.68	0.499	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	
					Grado de Libertad	
					P	
					Error absoluto de porcentaje medio	
					10.351	
SARIMA (2,1,2) (1,0,1) <sub>12</sub>	AR (1)	0.6515	0.09	0.927	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.0083	0.00	0.999	Residuales Media Cuadrado	
	SAR (12)	1.0016	70.41	0	Retardo (Lag)	
	MA (1)	0.7887	0.11	0.911	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	
	MA (2)	-0.0068	0	0.999	Grado de Libertad	
	SMA(12)	0.8820	7.28	0.000	P	
					Error absoluto de porcentaje medio	
					6.436	
SARIMA (2,1,2) (1,0,2) <sub>12</sub>	AR (1)	0.7042	9.4	0.000	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.956	-9.74	0.000	Residuales Media Cuadrado	
	SAR (12)	0.9777	25.23	0.000	12	24
	MA (1)	0.6892	4.22	0.000	14.7	27.2
	MA (2)	-0.8726	-4.57	0.000	Grado de Libertad	
	SMA(12)	0.8542	6.38	0.000	5	17
	SMA(24)	-0.4667	-2.48	0.016	0.012	0.055
					Error absoluto de porcentaje medio	
					13.557	
SARIMA (2,1,2) (1,1,0) <sub>12</sub>	AR (1)	0.714	<b>39.34</b>	0.000	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-1.0018	<b>-63.73</b>	0.000	Residuales Media Cuadrado	
	SAR (12)	-0.7731	<b>8.29</b>	0.000	12	24
	MA (1)	0.7336	<b>7.31</b>	0.000	<b>14.5</b>	35.2
	MA (2)	-0.9512	<b>-9.73</b>	0.000	Grado de Libertad	
					7	19
					<b>0.042</b>	0.013
					Error absoluto de porcentaje medio	
				<b>13.557</b>		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.5 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.6 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

**Tabla A.9 Pronóstico de pasajeros generado por el modelo para el aeropuerto de Oaxaca**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	42,769	36,451	49,088
2	Feb-14	37,388	28,539	46,237
3	Mar-14	43,232	32,659	53,805
4	Abr-14	42,924	30,950	54,898
5	May-14	45,767	32,415	59,120
6	Jun-14	46,296	31,539	61,052
7	Jul-14	51,908	35,879	67,938
8	Ags-14	49,062	31,992	66,133
9	Sept-14	41,858	23,888	59,827
10	Oct-14	48,146	29,257	67,035
11	Nov-14	49,386	29,497	69,275
12	Dic-14	47,031	26,166	67,896
13	Ene-15	44,235	22,099	66,372
14	Feb-15	41,475	18,248	64,703
15	Mar-15	48,768	24,492	73,044
16	Abr-15	48,221	22,834	73,608
17	May-15	46,569	20,046	73,091
18	Jun-15	47,364	19,808	74,920
19	Jul-15	55,228	26,775	83,681
20	Ags-15	54,743	25,439	84,047
21	Sept-15	48,179	17,969	78,389
22	Oct-15	51,002	19,836	82,168
23	Nov-15	50,131	18,063	82,199
24	Dic-15	51,741	18,884	84,599

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Tabla A.10 Datos de la carga atendida mensualmente en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

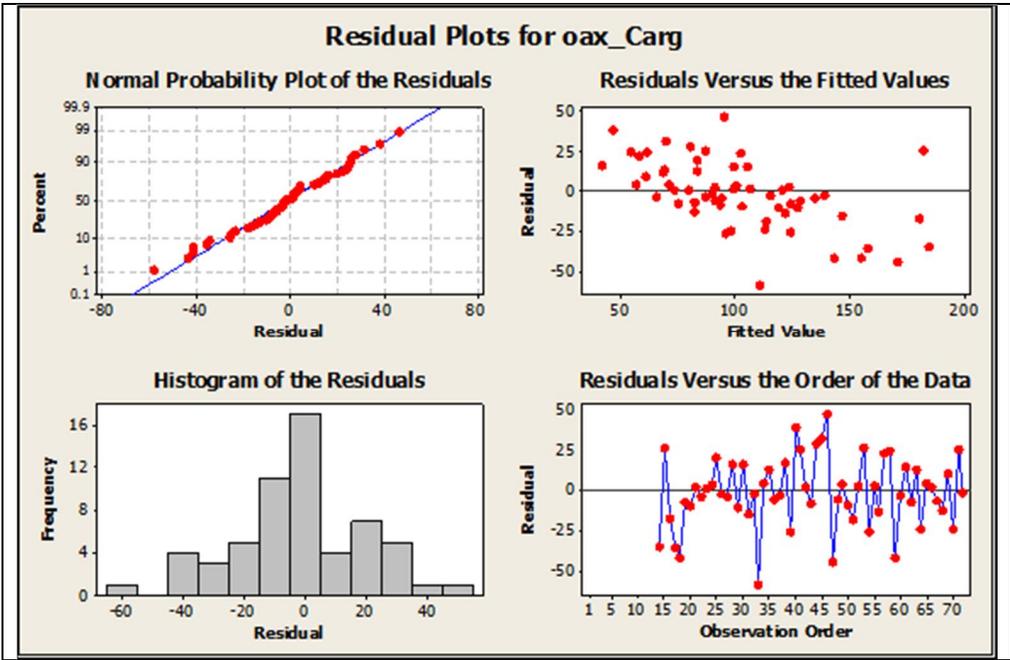
Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)
1	Ene-08	114.7	25	Ene-10	102.8	49	Ene-12	103.8
2	Feb-08	142.9	26	Feb-10	112.6	50	Feb-12	93.4
3	Mar-08	145.1	27	Mar-10	131.2	51	Mar-12	95.1
4	Abr-08	133.7	28	Abr-10	114.7	52	Abr-12	93.6
5	May-08	151.6	29	May-10	108.5	53	May-12	112.5
6	Jun-08	180.0	30	Jun-10	120.6	54	Jun-12	98.9
7	Jul-08	213.1	31	Jul-10	131.5	55	Jul-12	101.6
8	Ags-08	219.9	32	Ags-10	137.0	56	Ags-12	108.4
9	Sept-08	199.5	33	Sept-10	52.0	57	Sept-12	80.6
10	Oct-08	205.9	34	Oct-10	61.0	58	Oct-12	126.5
11	Nov-08	219.4	35	Nov-10	96.2	59	Nov-12	101.6
12	Dic-08	224.1	36	Dic-10	85.7	60	Dic-12	83.8
13	Ene-09	183.9	37	Ene-11	62.3	61	Ene-13	82.7
14	Feb-09	149.9	38	Feb-11	58.3	62	Feb-13	67.7
15	Mar-09	208.0	39	Mar-11	69.8	63	Mar-13	80.9
16	Abr-09	163.4	40	Abr-11	85.0	64	Abr-13	74.1
17	May-09	122.5	41	May-11	79.1	65	May-13	75.2
18	Jun-09	113.2	42	Jun-11	81.1	66	Jun-13	74.5
19	Jul-09	116.3	43	Jul-11	84.7	67	Jul-13	75.7
20	Ags-09	117.2	44	Ags-11	107.9	68	Ags-13	69.1
21	Sept-09	107.6	45	Sept-11	101.6	69	Sept-13	70.8
22	Oct-09	89.8	46	Oct-11	142.1	70	Oct-13	89.3
23	Nov-09	121.2	47	Nov-11	126.7	71	Nov-13	86.1
24	Dic-09	126.5	48	Dic-11	122.8	72	Dic-13	88.4

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.11 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

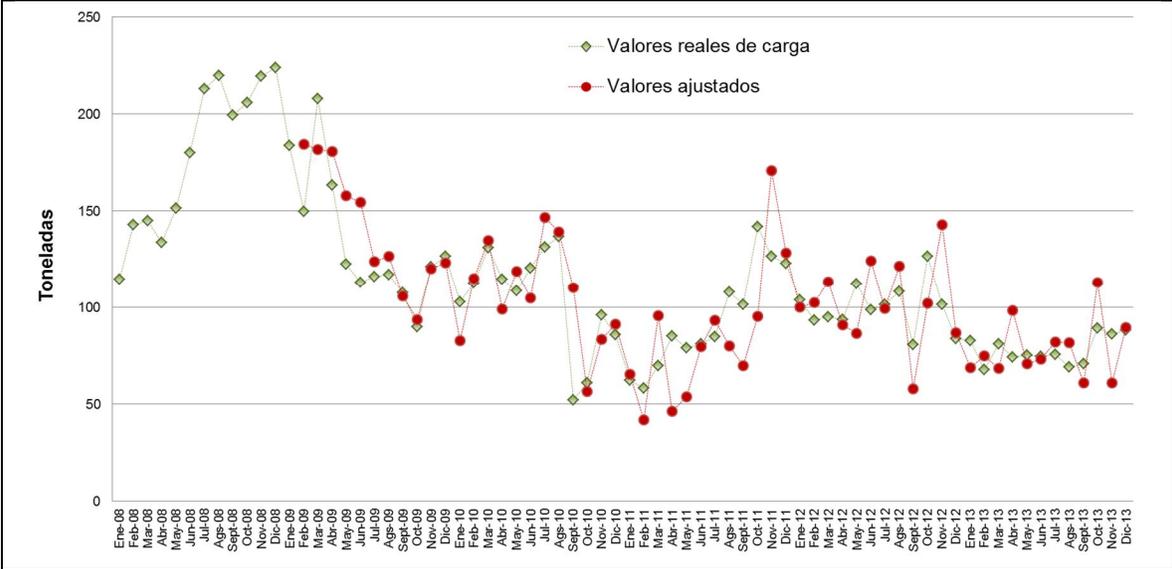
Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
ARIMA (2,1,2)	AR (1)	0.1182	0.92	0.360	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.8480	-7.41	0.000	Residuales Media Cuadrado	
	MA (1)	0.2758	1.54	0.129	Retardo (Lag)	
	MA (2)	-0.643	-3.72	0.000	Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	
					Grados de Libertad	
					P	
					Error absoluto de porcentaje medio	
SARIMA (2,1,2) (2,0,1) <sub>12</sub>	AR (1)	0.8221	4.5	0.000	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.7791	-4.74	0.000	Residuales Media Cuadrado	
	SAR (12)	-0.404	-2.92	0.005	12	24
	SAR (24)	0.5693	4.65	0.000	16	29.5
	MA (1)	1.0379	6.41	0.000	5	17
	MA (2)	-0.9268	-6.69	0.000	0.007	0.03
	SMA (12)	-0.8176	-5.29	0.000	Error absoluto de porcentaje medio	
SARIMA (2,1,2) (1,1,0) <sub>12</sub>	AR (1)	-1.3589	<b>-28.67</b>	0.000	Residuales Suma Cuadrado	
	AR (2)	-0.9953	<b>-15.63</b>	0.000	<b>Residuales Media Cuadrado</b>	
	SAR (12)	-0.5351	<b>.4.46</b>	0.000	12	24
	MA (1)	-1.3997	<b>-17.72</b>	0.000	<b>Chi-Cuadrada (Ljung-Box)</b>	
	MA (2)	-0.9584	<b>-8.12</b>	0.000	<b>Grados de Libertad</b>	
					0.324	0.128
					<b>Error absoluto de porcentaje medio</b>	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.7 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.8 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de la carga atendida en el aeropuerto de Oaxaca (2008-2013)**

**Tabla A.12 Pronóstico de carga generado por el modelo para el aeropuerto de Oaxaca**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	66.003	22.57	109.44
2	Feb-14	55.504	-7.19	118.19
3	Mar-14	71.443	-3.57	146.46
4	Abr-14	53.364	-34.05	140.78
5	May-14	74.319	-23.48	172.12
6	Jun-14	66.727	-39.55	173.00
7	Jul-14	58.433	-57.25	174.12
8	Ags-14	72.985	-50.21	196.18
9	Sept-14	50.148	-80.27	180.57
10	Oct-14	81.286	-56.85	219.42
11	Nov-14	77.936	-66.27	222.14
12	Dic-14	55.919	-94.93	206.77
13	Ene-15	51.939	-112.19	216.07
14	Feb-15	42.988	-132.59	218.56
15	Mar-15	45.097	-141.97	232.17
16	Abr-15	45.918	-151.75	243.59
17	May-15	51.073	-156.28	258.43
18	Jun-15	41.397	-175.91	258.70
19	Jul-15	51.179	-175.07	277.43
20	Ags-15	42.498	-192.46	277.45
21	Sept-15	36.047	-207.70	279.79
22	Oct-15	67.856	-183.76	319.47
23	Nov-15	51.243	-208.44	310.93
24	Dic-15	52.972	-214.54	320.48

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Tabla A.13 Datos de los pasajeros atendidos mensualmente en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

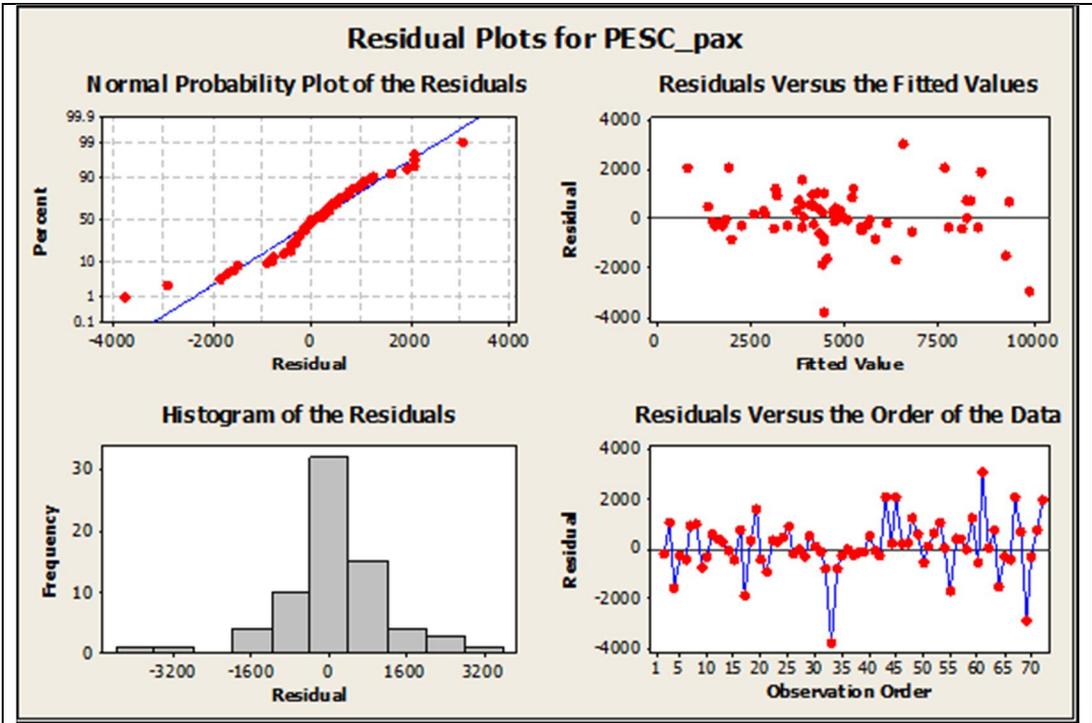
Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)	Periodo	Mes (t)	Pasajeros (Yt)
1	Ene-08	4,282	25	Ene-10	6,016	49	Ene-12	4,647
2	Feb-08	3,980	26	Feb-10	5,382	50	Feb-12	3,717
3	Mar-08	5,495	27	Mar-10	5,631	51	Mar-12	3,965
4	Abr-08	2,913	28	Abr-10	5,090	52	Abr-12	4,674
5	May-08	3,138	29	May-10	4,676	53	May-12	5,319
6	Jun-08	2,674	30	Jun-10	4,972	54	Jun-12	4,983
7	Jul-08	4,109	31	Jul-10	5,934	55	Jul-12	4,650
8	Ags-08	5,079	32	Ags-10	4,969	56	Ags-12	5,067
9	Sept-08	3,643	33	Sept-10	629	57	Sept-12	5,199
10	Oct-08	3,483	34	Oct-10	1,183	58	Oct-12	5,054
11	Nov-08	4,404	35	Nov-10	1,483	59	Nov-12	6,446
12	Dic-08	4,722	36	Dic-10	1,781	60	Dic-12	6,223
13	Ene-09	4,931	37	Ene-11	1,935	61	Ene-13	9,574
14	Feb-09	4,576	38	Feb-11	1,564	62	Feb-13	8,219
15	Mar-09	4,957	39	Mar-11	1,564	63	Mar-13	9,099
16	Abr-09	4,503	40	Abr-11	1,834	64	Abr-13	7,750
17	May-09	2,548	41	May-11	1,372	65	May-13	8,183
18	Jun-09	3,180	42	Jun-11	1,303	66	Jun-13	7,681
19	Jul-09	5,416	43	Jul-11	3,944	67	Jul-13	9,705
20	Ags-09	5,022	44	Ags-11	3,077	68	Ags-13	10,022
21	Sept-09	3,509	45	Sept-11	2,849	69	Sept-13	6,975
22	Oct-09	4,029	46	Oct-11	2,773	70	Oct-13	7,400
23	Nov-09	4,656	47	Nov-11	3,058	71	Nov-13	8,940
24	Dic-09	5,183	48	Dic-11	4,373	72	Dic-13	10,531

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.14 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

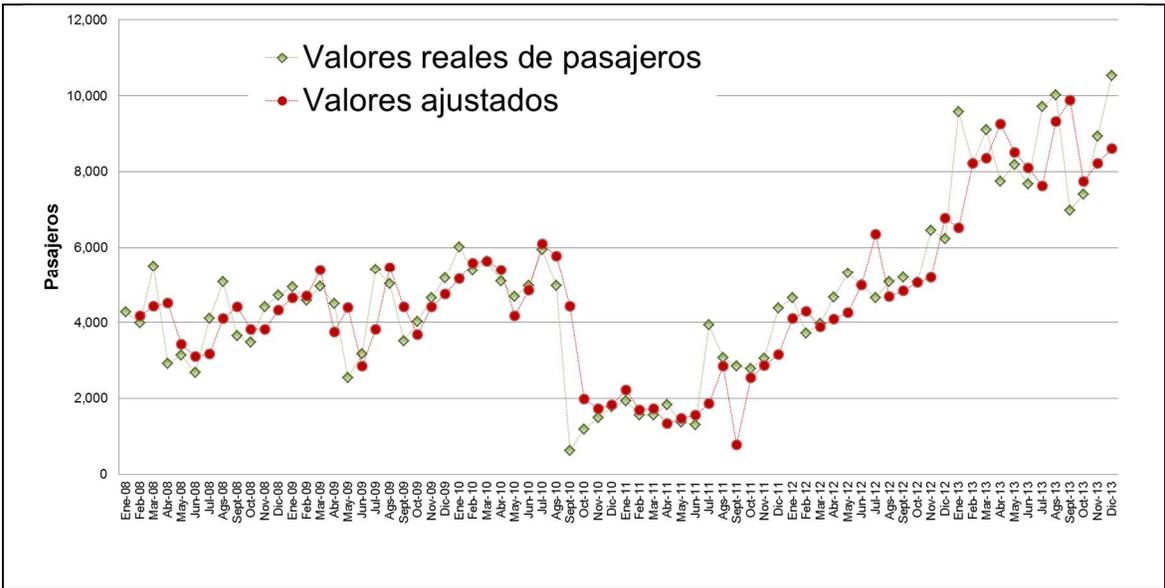
Modelo	Parametros	Coefficientes	T	P	Estadísticos	
ARIMA (1,0,2)	AR (1)	1.0019	63.52	0	Residuales Suma Cuadrado	9,071,198
	MA (1)	0.2578	2.1	0.04	Residuales Media Cuadrado	1,314,666
	MA (2)	0.1976	1.61	0.112	Retardo (Lag)	12
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	14
					Grado de Libertad	9
					P	0.136
					Error absoluto de porcentaje medio	25.577
ARIMA (1,1,2)	AR (1)	0.0701	0.11	0.912	Residuales Suma Cuadrado	90,901,255
	MA (1)	0.3138	0.51	0.613	Residuales Media Cuadrado	1,336,783
	MA (2)	0.1753	0.77	0.443	Retardo (Lag)	12
					Chi-Cuadrada (Ljung-Box)	13
					Grado de Libertad	9
					P	0.145
					Error absoluto de porcentaje medio	25.760
SARIMA (0,1,1) (1,0,0) <sub>12</sub>	SAR (12)	0.5155	<b>3.92</b>	0	Residuales Suma Cuadrado	79,975,719
	MA (1)	0.2867	<b>2.42</b>	0.018	<b>Residuales Media Cuadrado</b>	<b>1,159,068</b>
					Retardo (Lag)	12
					<b>Chi-Cuadrada (Ljung-Box)</b>	<b>12.2</b>
					<b>Grado de Libertad</b>	<b>10</b>
					<b>P</b>	<b>0.271</b>
					<b>Error absoluto de porcentaje medio</b>	<b>23.916</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.9 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.10 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de los pasajeros atendidos en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

**Tabla A.15 Pronóstico de pasajeros generado por el modelo para el aeropuerto de Puerto Escondido**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	11,710	9,599	13,820
2	Feb-14	11,011	8,419	13,604
3	Mar-14	11,465	8,467	14,463
4	Abr-14	10,769	7,415	14,124
5	May-14	10,993	7,316	14,670
6	Jun-14	10,734	6,760	14,707
7	Jul-14	11,777	7,528	16,026
8	Ags-14	11,941	7,433	16,448
9	Sept-14	10,370	5,617	15,122
10	Oct-14	10,589	5,604	15,574
11	Nov-14	11,383	6,175	16,590
12	Dic-14	12,203	6,782	17,624
13	Ene-15	12,810	6,801	18,820
14	Feb-15	12,450	6,022	18,878
15	Mar-15	12,684	5,863	19,505
16	Abr-15	12,326	5,133	19,518
17	May-15	12,441	4,895	19,986
18	Jun-15	12,307	4,425	20,190
19	Jul-15	12,845	4,639	21,052
20	Ags-15	12,929	4,412	21,447
21	Sept-15	12,120	3,302	20,938
22	Oct-15	12,233	3,124	21,341
23	Nov-15	12,642	3,252	22,032
24	Dic-15	13,065	3,402	22,727

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Tabla A.16 Datos de la carga atendida mensualmente en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

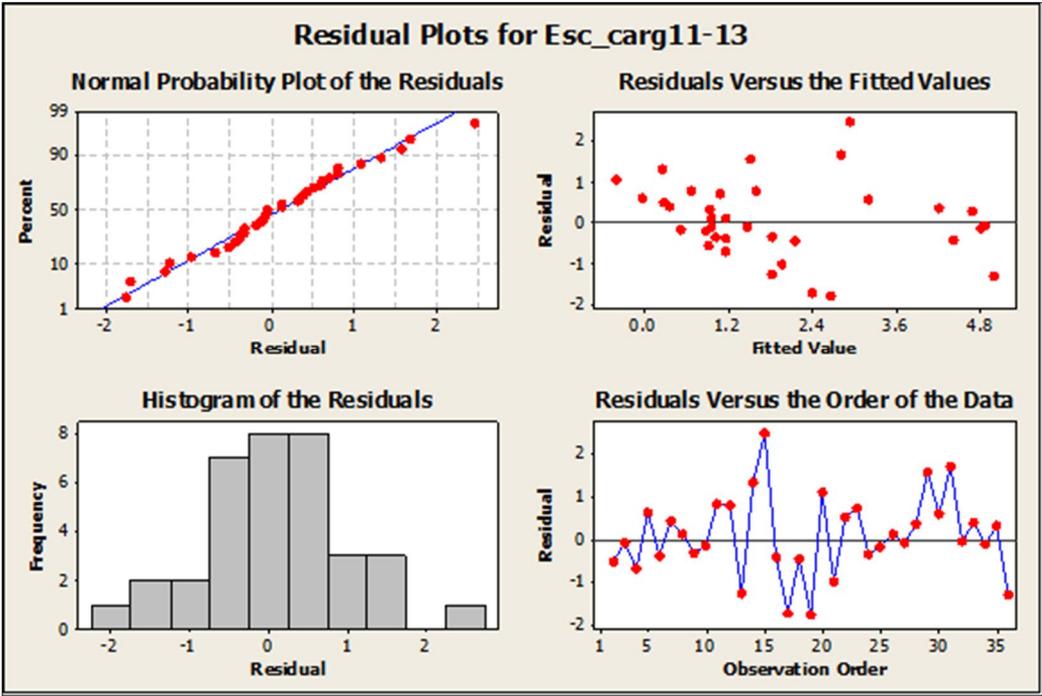
Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)	Periodo	Mes (t)	Tons (Yt)
1	Ene-08	15.4	25	Ene-10	18.9	49	Ene-12	0.6
2	Feb-08	19.1	26	Feb-10	20.4	50	Feb-12	1.6
3	Mar-08	21.8	27	Mar-10	20.6	51	Mar-12	5.4
4	Abr-08	22.0	28	Abr-10	21.4	52	Abr-12	4.0
5	May-08	18.1	29	May-10	24.8	53	May-12	0.7
6	Jun-08	18.1	30	Jun-10	12.4	54	Jun-12	1.7
7	Jul-08	16.0	31	Jul-10	4.5	55	Jul-12	0.9
8	Ags-08	17.1	32	Ags-10	4.6	56	Ags-12	0.7
9	Sept-08	13.4	33	Sept-10	0.0	57	Sept-12	1.0
10	Oct-08	15.3	34	Oct-10	0.4	58	Oct-12	0.8
11	Nov-08	7.8	35	Nov-10	0.6	59	Nov-12	1.8
12	Dic-08	11.3	36	Dic-10	1.4	60	Dic-12	1.5
13	Ene-09	15.7	37	Ene-11	1.5	61	Ene-13	0.7
14	Feb-09	12.5	38	Feb-11	0.4	62	Feb-13	1.3
15	Mar-09	17.4	39	Mar-11	0.9	63	Mar-13	1.4
16	Abr-09	13.4	40	Abr-11	0.5	64	Abr-13	1.3
17	May-09	7.5	41	May-11	0.6	65	May-13	3.1
18	Jun-09	14.5	42	Jun-11	0.8	66	Jun-13	3.8
19	Jul-09	9.5	43	Jul-11	0.8	67	Jul-13	4.5
20	Ags-09	7.6	44	Ags-11	1.1	68	Ags-13	4.8
21	Sept-09	7.5	45	Sept-11	0.7	69	Sept-13	4.6
22	Oct-09	6.7	46	Oct-11	0.4	70	Oct-13	4.7
23	Nov-09	16.9	47	Nov-11	1.5	71	Nov-13	5.0
24	Dic-09	14.7	48	Dic-11	2.4	72	Dic-13	3.7

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC.

**Tabla A.17 Resumen de resultados al aplicar modelos ARIMA a la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

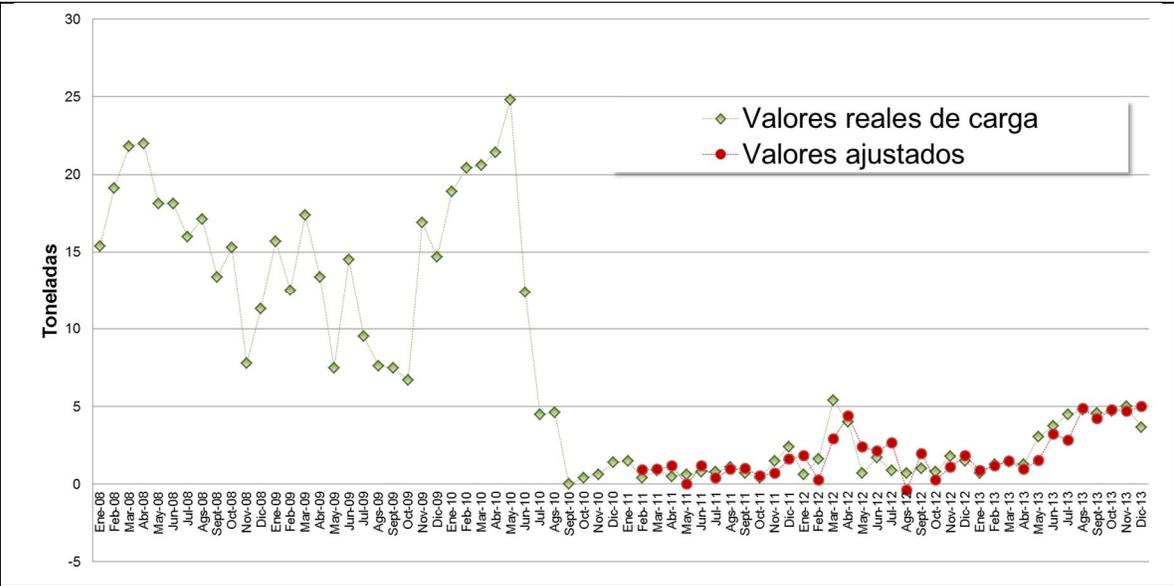
Modelo	Parametros	Coeficientes	T	P	Estadísticos	
<b>ARIMA(2,1,1)</b> <b>Serie 2011-2013</b>	AR (1)	-0.5544	-2.91	0.01	Residuales Suma Cuadrado 29.447	
	AR (2)	-0.5504	-3.48	0.001	<b>Residuales Media Cuadrado 0.920</b>	
	MA (1)	-0.6716	-3.49	0.001	Retardo (Lag) 12 24	
					<b>Chi-Cuadrada (Ljung-Box) 8.5 20.5</b>	
	<b>Grados de Libertad 9 21</b>					
	P 0.486 0.49					
	<b>Error absoluto de porcentaje medio 51.173</b>					
Holt-Winters	Alfa (Nivel)	0.84		Residuales Suma Cuadrado 247.76		
	Gamma (Tendencia)	0.01		Residuales Media Cuadrado 3.44		
	Delta (Estacional)	0.01	Desviación absoluta media 0.658			
			Desviación cuadrado media 0.8115			
	Error absoluto de porcentaje medio 52.6418					

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.



Fuente: Resultados generados con el programa Minitab.

**Figura A.11 Gráficas de los residuos del modelo ajustado para la serie de datos de la carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

**Figura A.12 Comparación de los datos ajustados mediante el modelo SARIMA y la serie de datos reales de la carga atendida en el aeropuerto de Puerto Escondido (2008-2013)**

**Tabla A.18 Pronóstico de carga generado por el modelo para el aeropuerto de Puerto Escondido**

Periodo	Mes (t)	Pronósticos	Límite inferior	Límite superior
1	Ene-14	3.388	1.51	5.27
2	Feb-14	4.276	1.46	7.10
3	Mar-14	3.956	0.98	6.93
4	Abr-14	3.645	0.33	6.96
5	May-14	3.994	0.22	7.77
6	Jun-14	3.971	-0.03	7.98
7	Jul-14	3.792	-0.45	8.04
8	Ags-14	3.903	-0.64	8.45
9	Sept-14	3.940	-0.84	8.72
10	Oct-14	3.858	-1.13	8.85
11	Nov-14	3.883	-1.34	9.11
12	Dic-14	3.915	-1.52	9.35
13	Ene-15	3.883	-1.74	9.51
14	Feb-15	3.884	-1.94	9.71
15	Mar-15	3.901	-2.11	9.92
16	Abr-15	3.891	-2.30	10.09
17	May-15	3.887	-2.49	10.26
18	Jun-15	3.895	-2.65	10.44
19	Jul-15	3.893	-2.82	10.61
20	Ags-15	3.890	-2.99	10.77
21	Sept-15	3.892	-3.15	10.93
22	Oct-15	3.892	-3.30	11.09
23	Nov-15	3.891	-3.46	11.24
24	Dic-15	3.892	-3.61	11.39

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DGAC y el programa Minitab.

## Anexo B

---

En este anexo se incluyen todas las figuras del Capítulo 4 (Figuras 4.1 a 4.11), en formato *GeoPDF*, por lo tanto, estos mapas son interactivos. Para ello es indispensable abrir el archivo de esta publicación en su versión pesada con el programa *Adobe Acrobat Professional* (versión 7.0 o superior).

Para activar o desactivar las capas deseadas deberá ir a la pestaña Capas (ubicada en el margen izquierdo) y automáticamente se abrirá una nueva ventana en donde aparecen las opciones. En caso necesario activar el símbolo en dicha ventana para desplegar las opciones. Las distintas capas se activan o desactivan al dar un *click* en el símbolo del ojo.

Todos estos mapas fueron elaborados con una proyección cónica conforme de Lambert y datum WGS84.







Carretera Querétaro-Galindo km 12+000  
CP 76700, Sanfandila  
Pedro Escobedo, Querétaro, México  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>