



Certificación ISO 9001:2000 ‡
Laboratorios acreditados por EMA §

DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE DE CARGA AÉREA EN MÉXICO

Alfonso Herrera García
Agustín Bustos Rosales
Carlos Daniel Martner Peyrelongue
Oscar Armando Rico Galeana
Jorge Artemio Acha Daza
Roberto Aguerrebere Salido
Francisco Heredia Iturbe
Luz Angélica Gradilla Hernández

Publicación Técnica No 273
Sanfandila, Qro, 2005

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

**Diagnóstico del transporte de carga
aérea en México**

**Publicación Técnica No. 273
Sanfandila, Qro, 2005**

Este trabajo fue realizado en el Instituto Mexicano del Transporte por los investigadores Alfonso Herrera García; Agustín Bustos Rosales; Carlos D Martner Peyrelongue; Óscar A Rico Galeana; Jorge A Acha Daza; y Roberto Aguerrebere Salido; además se contó con la colaboración externa del especialista en transporte, Francisco Heredia Iturbe y de la estudiante de la maestría en sistemas de transporte, Luz A Gradilla Hernández.

Se agradecen las aportaciones de información estadística de la Dirección General de Aeronáutica Civil, y del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; así como a las aerolíneas nacionales y extranjeras, grupos aeroportuarios; y terminales, asociaciones y cámaras relacionadas con la carga aérea, que proporcionaron información valiosa para el desarrollo de este proyecto.

También se reconoce el apoyo económico que brindó el Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea, establecido por Aeropuertos y Servicios Auxiliares y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que fue fundamental para la realización de este trabajo.

Índice

Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	XI
Resumen.....	XV
Abstract.....	XVII
Resumen ejecutivo.....	XIX
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Alcances.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Metodología.....	5
1.5 Generalidades.....	5
1.5.1 Origen y retos del movimiento de carga aérea.....	5
1.5.2 Atributos del servicio de carga aérea.....	5
1.5.3 Pronóstico de la carga aérea mundial para 2004-2008.....	6
1.5.4 La carga aérea en México.....	8
1.5.5 Casos de estudio de aeropuertos extranjeros	10
1.5.6 Regulaciones.....	11
1.5.7 El futuro.....	12
2. Panorama general del subsector aéreo de carga.....	15
2.1 Generalidades.....	15
2.2 Total anual de carga transportada en el periodo 1983 – 2003.....	16
2.3 Distribución de la carga transportada en las categorías doméstica e internacional	21
2.4 Carga transportada por aerolíneas nacionales y extranjeras en el periodo 1992 – 2003.....	23
2.4.1 Participación en el total de carga.....	24
2.4.2 Participación en el transporte de carga internacional.....	26
2.4.3 Carga doméstica e internacional transportada por las líneas nacionales.....	28
2.5 Aerolíneas nacionales que transportaron carga en el año 2003.....	29
2.6 Clasificación jerárquica de las aerolíneas nacionales y extranjeras que transportaron carga en el año 2003.....	33
2.7 Análisis de la evolución de la participación de los servicios exclusivos de carga y de los servicios mixtos (pasajeros y carga)	39
3. Mercados nacionales e internacionales de carga aérea en México.....	43
3.1 Mercados nacionales (pares de ciudades y tipos de carga).....	43
3.2 Mercados internacionales (pares y tipos de carga)	47
3.2.1 Volúmenes de carga aérea de comercio exterior.....	47
3.2.2 Importaciones y exportaciones en aeropuertos seleccionados.....	52
3.2.2.1 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (MEX).....	52
3.2.2.2 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Monterrey (MTY).....	56
3.2.2.3 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Mérida (MID).....	59

3.2.2.4 Aeropuerto Internacional de Nuevo Laredo (NLD).....	62
4. Los desafíos del movimiento de carga aérea en México.....	67
4.1 Antecedentes.....	67
4.2 Resultados de las entrevistas a los principales aeropuertos.....	70
4.3 Resultados de las entrevistas a las aerolíneas.....	74
4.4 Resultados de las entrevistas en terminales de carga aérea.....	76
4.5 Importancia de la relación del transporte de carga aérea con otros modos.....	77
5. Desarrollo de modelos matemáticos del comportamiento de los flujos de carga aérea.....	83
5.1 Introducción.....	83
5.2 El modelo de generación de carga.....	86
5.3 El modelo de atracción de carga.....	93
5.4 Distribución de la carga en la red doméstica.....	99
5.5 Distribución de la carga en la red internacional.....	106
6. Pronóstico de demanda de carga en los principales aeropuertos nacionales.....	113
6.1 Criterio de selección de los cinco aeropuertos principales del país.....	113
6.2 Pronóstico de demanda para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.....	114
6.2.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.....	115
6.2.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.....	117
6.3 Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Guadalajara.....	119
6.3.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Guadalajara	121
6.3.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Guadalajara	123
6.4 Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Monterrey	125
6.4.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Monterrey.....	127
6.4.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Monterrey.....	129
6.5 Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Toluca.....	131
6.5.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Toluca.....	132
6.5.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Toluca.....	134
6.6 Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Mérida.....	136
6.6.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Mérida.....	137
6.6.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Mérida.....	139
7. Conclusiones y recomendaciones.....	143
8. Referencias bibliográficas.....	171

Anexo 2.1 Carga transportada en México por el modo aéreo 1928-2003.	175
Anexo 3.1 Características de los aeropuertos.....	181
Anexo 5.1 Red básica, arcos que acumulan el 95% de la carga aérea doméstica (2003)	191

Índice de figuras

Figura 2.1	Transporte aéreo de carga 1983-2003.....	18
Figura 2.2	Total de carga transportada, doméstica e internacional.....	22
Figura 2.3	Total de carga transportada, participación relativa: Doméstica e internacional.....	23
Figura 2.4	Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras.....	25
Figura 2.5	Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras, participación relativa.....	26
Figura 2.6	Clasificación ABC de las aerolíneas que transportaron carga en 2003 con base en la regla de Pareto.....	37
Figura 2.7	Distribución de la carga aérea, por tipo de servicio.....	40
Figura 2.8	Distribución de carga aérea internacional, por tipo de servicio.....	42
Figura 2.9	Distribución de carga doméstica, por tipo de servicio	42
Figura 3.1	Red nacional de flujos de carga aérea en toneladas, 2003..	44
Figura 3.2	Red nacional de flujos de carga aérea doméstica 2003, en toneladas.....	46
Figura 3.3	Volúmenes de carga aérea doméstica movidos por aeropuerto en 2003 (toneladas).....	46
Figura 3.4	Volúmenes de exportación de carga aérea.....	49
Figura 3.5	Volúmenes de importación de carga aérea.....	51
Figura 3.6	Volúmenes de carga aérea de comercio exterior movidos por aeropuerto, en el 2003 (toneladas).....	52
Figura 3.7	Localización del Aeropuerto de la Ciudad de México.....	53
Figura 3.8a	Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México.....	54
Figura 3.8b	Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México.....	55
Figura 3.9a	Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México.....	55
Figura 3.9b	Destinos de la carga exportada vía el Aeropuerto de la Ciudad de México.....	56
Figura 3.10a	Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey.....	57
Figura 3.10b	Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey.....	57
Figura 3.11a	Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey (millones de dólares).....	58
Figura 3.11b	Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey (millones de dólares).....	59
Figura 3.12a	Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida.....	60
Figura 3.12b	Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la	

	Ciudad de Mérida.....	60
Figura 3.13a	Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida (millones de dólares).....	61
Figura 3.13b	Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida (millones de dólares).....	62
Figura 3.14a	Principales productos importados, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo.....	63
Figura 3.14b	Principales productos exportados, vía el Aeropuerto Nuevo Laredo.....	63
Figura 3.15a	Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo (millones de dólares).....	64
Figura 3.15b	Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo (millones de dólares).....	65
Figura 4.1	Porcentaje acumulado de la carga movida en los aeropuertos nacionales durante 2003.....	70
Figura 4.2	Infraestructura carretera, y ubicación de los aeropuertos nacionales.....	80
Figura 4.3	Infraestructura ferroviaria, y ubicación de los aeropuertos nacionales.....	81
Figura 5.1	Relación entre el sistema de actividades y el sistema de transporte.....	84
Figura 5.2	Residuales del modelo de generación de carga.....	93
Figura 5.3	Residuales del modelo de atracción de carga.....	99
Figura 5.4	Análisis de residuales para el modelo de distribución de carga.....	106
Figura 5.5	Residuales del modelo de distribución de carga internacional.....	111
Figura 6.1	Movimientos de carga doméstica e internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México durante 1992-2003 (toneladas).....	115
Figura 6.2	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas).....	116
Figura 6.3	Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas).....	116
Figura 6.4	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas).....	118
Figura 6.5	Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas).....	118
Figura 6.6	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Guadalajara durante 1992-2003 (toneladas)	120

Figura 6.7	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)..	121
Figura 6.8	Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas).....	122
Figura 6.9	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas).....	124
Figura 6.10	Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas).....	124
Figura 6.11	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Monterrey durante 1992-2003 (toneladas)...	126
Figura 6.12	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)....	127
Figura 6.13	Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Monterrey (toneladas).....	128
Figura 6.14	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)..	129
Figura 6.15	Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas).....	130
Figura 6.16	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Toluca durante 1992-2003 (toneladas).....	131
Figura 6.17	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca (toneladas).....	132
Figura 6.18	Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca (toneladas).....	133
Figura 6.19	Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas).....	134
Figura 6.20	Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas).....	135
Figura 6.21	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Mérida durante 1992-2003 (toneladas).....	136
Figura 6.22	Curva de tendencia exponencial de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida (toneladas).....	138
Figura 6.23	Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida (toneladas).....	138
Figura 6.24	Curva de tendencia exponencial de los datos de carga internacional para el Aeropuerto de Mérida (toneladas).....	140
Figura 6.25	Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Mérida (toneladas).....	140
Figura A2.1	Carga transportada en México por el modo aéreo 1928-1948.....	179
Figura A2.2	Carga transportada en México por el modo aéreo 1949-1968.....	179
Figura A2.3	Carga transportada en México por el modo aéreo 1969-1988.....	180
Figura A2.4	Carga transportada en México por el modo aéreo 1989-	

	2003.....	180
Figura A3.1	Clasificación de aeropuertos en internacionales o nacionales.....	183
Figura A3.2	Número de pistas por aeropuerto.....	184
Figura A3.3	Superficie de plataforma comercial.....	185
Figura A3.4	Superficie de plataforma general.....	186
Figura A3.5	Operaciones comerciales por hora	186
Figura A3.6a	Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de tipo de pavimento en pistas por aeropuerto).....	187
Figura A3.6b	Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de distancia de entre aeropuertos y ciudades).....	188
Figura A3.6c	Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de altitud de los aeropuertos).....	188
Figura A3.6d	Aplicación de un sistema de información geográfica (infraestructura de transporte y tipo de carga manejada en Mérida)... ..	189
Figura A3.6e	Aplicación de un sistema de información geográfica (infraestructura de transporte y valor de carga manejada en Mérida)... ..	190
Figura A5.1	Red básica, arcos que acumulan el 95% de la carga aérea doméstica (2003).....	193

Índice de tablas

Tabla 2.1	Carga transportada en México por el modo aéreo 1983 - 2003 (toneladas).....	17
Tabla 2.2	Carga doméstica e internacional transportada en México por el modo aéreo, 1992 – 2003 toneladas).....	22
Tabla 2.3	Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras 1992 – 2003 (toneladas).....	25
Tabla 2.4	Carga internacional transportada por empresas nacionales y extranjeras 1992 – 2003 (toneladas).....	27
Tabla 2.5	Carga doméstica e internacional transportada por las aerolíneas nacionales 1992 – 2003 (toneladas).....	28
Tabla 2.6	Carga transportada en el año 2003 por empresas nacionales en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento (toneladas).....	30
Tabla 2.7	Equipo de vuelo utilizado por empresas nacionales para el transporte de carga aérea durante el año 2003.....	32
Tabla 2.8	Primera parte. Clasificación de las aerolíneas nacionales y extranjeras que operaron en el año 2003, en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento.....	35
Tabla 2.8	Segunda y última parte. Clasificación de las aerolíneas nacionales y extranjeras que operaron en el año 2003, en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento	36
Tabla 2.9	Evolución de la Carga Aérea por Tipo de Servicio, 1991-2003.....	41
Tabla 3.1	Principales pares origen-destino (red doméstica del 80%, 2003).....	45
Tabla 3.2	Principales productos de comercio exterior en 2003 (millones de dólares).....	48
Tabla 4.1	Movimiento de carga aérea en los aeropuertos nacionales durante 2003.....	69
Tabla 4.2	Ocupación de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea.....	71
Tabla 5.1	Datos fuente para el análisis de generación de carga.....	90
Tabla 5.2	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente e independientes para el análisis de generación de carga...	91
Tabla 5.3	Estadísticas de la regresión de generación de carga.....	91
Tabla 5.4	Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis de la regresión para la generación de carga.....	92
Tabla 5.5	Datos fuente para el análisis de atracción de carga.....	97
Tabla 5.6	Matriz de correlaciones entre la variable dependiente e independientes del análisis de atracción de carga.....	98
Tabla 5.7	Estadísticas de la regresión de atracción de carga.....	98
Tabla 5.8	Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis de la	

	regresión para la atracción de carga.....	98
Tabla 5.9	Datos fuente para el modelo de distribución de carga (2003).....	102
Tabla 5.10	Estadísticas de la regresión para el modelo de distribución de carga.....	105
Tabla 5.11	Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis de la regresión para el modelo de distribución de carga.....	105
Tabla 5.12	Datos fuente para el modelo de distribución de carga internacional (2003).....	108
Tabla 5.13	Estadísticas de la regresión para el modelo de distribución de carga internacional.....	109
Tabla 5.14	Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis de la regresión para el modelo de distribución de carga internacional.....	110
Tabla 6.1	Carga doméstica e internacional (kilogramos), servicios regular y fletamento, año 2003.....	113
Tabla 6.2	Movimientos de carga doméstica e internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas).....	114
Tabla 6.3	Pronóstico de demanda de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México durante 2004-2010 (toneladas).....	117
Tabla 6.4	Pronóstico de demanda de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México durante 2004-2010 (toneladas).....	119
Tabla 6.5	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas).....	120
Tabla 6.6	Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de Guadalajara durante 2004-2010 (toneladas).....	123
Tabla 6.7	Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de Guadalajara durante 2004-2010 (toneladas).....	125
Tabla 6.8	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas).....	126
Tabla 6.9	Pronóstico de demanda de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de Monterrey durante 2004-2010 (toneladas).....	128
Tabla 6.10	Pronóstico de demanda de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de Monterrey durante 2004-2010 (toneladas).....	130
Tabla 6.11	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas).....	131
Tabla 6.12	Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca durante 2004-2010 (toneladas).....	133
Tabla 6.13	Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de Toluca durante 2004-2010 (toneladas).....	135
Tabla 6.14	Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Mérida (toneladas).....	137

Tabla 6.15	Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida durante 2004-2010 (toneladas).....	139
Tabla 6.16	Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de Mérida durante 2004-2010 (toneladas).....	141
Tabla A2.1	Carga transportada en México por el modo aéreo 1928 – 2003.....	177

Resumen

Es de gran importancia el desarrollo de un diagnóstico del transporte de carga aérea en México, dado que con base en él se pueden identificar oportunidades y áreas prioritarias que impulsen y apoyen este sector en México. El auge de las relaciones comerciales internacionales y el crecimiento del país han determinado la conveniencia de que se utilice, cada vez con mayor intensidad el transporte aéreo.

En materia de carga aérea, se perfilan interesantes perspectivas de crecimiento que se deben aprovechar mediante la provisión de la infraestructura aeroportuaria necesaria, y la facilitación de horarios y servicios que demanda esta actividad. Es necesario avanzar en la integración del transporte aéreo con otros modos para conformar un sistema multimodal eficiente, que agilice el movimiento de carga aérea.

Con este trabajo se pretende cubrir el vacío que hay en cuanto a una visión integrada del transporte de carga aérea, dado que no sólo se detectan los principales productos transportados, características, orígenes y destinos, sino que también se desarrollan modelos matemáticos para reproducir su comportamiento actual y predecir su comportamiento futuro; además se establecen sus vínculos con la geografía física y económica, buscando una explicación contextual del fenómeno.

La aportación del trabajo consiste en generar conocimiento objetivo con base en información de campo y estadística; y mediante la aplicación de modelos matemáticos y de sistemas de información geográfica (SIG), para tener un sólido sustento analítico en el diagnóstico del transporte de carga aérea, con el fin de ser utilizado para el aprovechamiento de las oportunidades detectadas.

Algunos resultados relevantes de este trabajo:

- a) Los flujos de comercio exterior se mantendrán como el principal rubro de la carga aérea en México y como el pilar de la reactivación de la actividad en este subsector. Para estos flujos hay un vínculo preponderante con los tres bloques económicos hegemónicos, Norteamérica, Europa y Asia
- b) La infraestructura para los servicios de carga aérea en los aeropuertos nacionales está subutilizada, salvo en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), y Guadalajara
- c) También en este documento se establecen algunos lineamientos estratégicos para la desconcentración del transporte aéreo de carga en el sistema aeroportuario nacional

Abstract

The diagnosis of the air cargo activities in Mexico is of a great importance, because based on it, the opportunities, challenges and high-priority areas can be identified to promote and support this sector. The increase of the international commercial relationships and the economy growth of the country have resulted in an increased use of the air transport.

Interesting perspectives of growth are profiled in air cargo services; for that matter, enough facilities must be provided and appropriate services and schedules must be encouraged for this activity. It is necessary to advance in the integration of the air transport with other modes to achieve an efficient multimodal system that speeds up the movement of air cargo.

With this work an integrated vision of the air cargo was obtained by detecting the main products, characteristics, origins and destinations, and also through air freight forecasts for the main Mexican airports, besides establishing their bonds with the physical and economic geography, looking for a contextual explanation.

The contribution of the work consists on generating objective knowledge based on interviews, statistical information and by means of mathematics and Geographical Information Systems (GIS) to have a solid analytic support in the diagnosis of the air cargo activities.

These are some prominent results of this work:

- a) The flows of international trade will stay as the main item of the air cargo in Mexico and as the main support of the reactivation of this activity. For these flows there is a preponderant link with the three pillars of the world economy: North America, Europe and Asia.
- b) It was observed that the infrastructure for air cargo services in the Mexican airports was under-utilized, except IAMC and Guadalajara.
- c) Also in this paper strategic guidelines are established for the decentralization of the air cargo activity in the Mexican airport system.

Resumen ejecutivo

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia el desarrollo de un diagnóstico del transporte de carga aérea en México, dado que con base en él se pueden identificar oportunidades y áreas prioritarias para impulsar y apoyar este sector en México.

Con este trabajo se pretende cubrir el vacío que hay en cuanto a una visión integrada del transporte de carga aérea, dado que no sólo se detectan los principales productos transportados, características, orígenes y destinos, sino también se desarrollan modelos matemáticos para reproducir su comportamiento actual y predecir su comportamiento futuro; además de establecer sus vínculos con la geografía física y económica, buscando una explicación contextual del fenómeno.

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- a) Identificar el comportamiento actual del movimiento de carga aérea en México, obstáculos, oportunidades, características, causas, mercados, productos principales y relación con otros modos de transporte
- b) Realizar proyecciones para estimar el comportamiento futuro del movimiento de los flujos de carga aérea en los principales aeropuertos nacionales, y con base en el desarrollo de modelos matemáticos para reproducir y predecir su comportamiento
- c) Representar la información pertinente en un sistema de información geográfica para enriquecer el análisis de los flujos de carga aérea

El movimiento de carga aérea es una consecuencia directa de las actividades de manufactura y de los flujos que se dan en el comercio mundial. La carga aérea está cada vez más separada de las operaciones de pasajeros y existe más énfasis sobre los aviones de carga en la medida en que hay más demanda para una entrega más rápida y oportuna de bienes. Sin embargo, pocas ciudades tienen una base industrial que soporte operaciones exclusivamente de carga, de cualquier escala.

En cuanto a los atributos del servicio de carga aérea, una encuesta aplicada a embarcadores de carga aérea intercontinental, indica que estos buscan tres características clave: 1) confiabilidad en el servicio; 2) tarifas competitivas; y 3) tiempos de tránsito cortos.

La demanda de carga aérea se concentra geográficamente, tal como lo están las actividades económicas. En el 2003, más del 96% de las toneladas-kilómetro de carga mundiales fueron movidas hacia, desde o dentro de los tres pilares de la economía mundial: Asia-Pacífico, Europa y Estados Unidos. Sin embargo, el

hecho más significativo es que el 59% de las toneladas-kilómetro de carga fueron movidas hacia, desde o dentro de los Estados Unidos solamente.

PANORAMA GENERAL DEL SUBSECTOR AÉREO DE CARGA

Total anual de carga transportada en el periodo 1983 – 2003

Durante el intervalo de análisis se observa un importante crecimiento de las magnitudes transportadas entre el inicio y el final del periodo analizado, puesto que se inicia con un monto de alrededor de 130 mil toneladas en 1983, y se alcanzan valores cercanos al medio millón de toneladas a partir de 1998. La cifra record de 502 mil toneladas se alcanzó en el 2000, y desde entonces se han venido transportando anualmente cantidades similares. Del análisis de los datos, se puede concluir que en los últimos cinco años la demanda de transporte aéreo de carga se ha comportado de manera relativamente errática, rondando las 500 mil toneladas anuales, pero sin lograr mantener la tendencia creciente que se presentó en la segunda mitad de la década de los noventa.

Distribución de la carga transportada en las categorías doméstica e internacional

Del análisis de la información de la carga transportada en México por el modo de transporte aéreo en el periodo 1992 – 2003, desagregada en las categorías doméstica e internacional, se puede concluir que la carga internacional transportada es mucho mayor que la carga doméstica, y que a lo largo de esa década la diferencia entre ellas se ha incrementado, pasando de una razón aproximada del 60/40 a un valor cercano al 80/20, lo cual implica que en el sistema de transporte aéreo de carga en México, la carga internacional es aproximadamente cuatro veces mayor que la doméstica. En los últimos años la carga internacional ha sido de aproximadamente 400 mil toneladas, mientras que la carga doméstica ha fluctuado alrededor de las 100 mil toneladas, sumando en conjunto un monto cercano al medio millón de toneladas anuales.

Carga transportada por aerolíneas nacionales y extranjeras en el periodo 1992 – 2003

Del análisis de los datos de la carga transportada por las empresas nacionales y extranjeras en el periodo comprendido entre los años 1992 y 2003, se observa que la carga transportada, tanto por empresas nacionales, como por extranjeras, ha mantenido una tasa de crecimiento positiva, de tal manera que las magnitudes absolutas de ambas variables se han incrementado; pero que mientras la carga transportada por las aerolíneas nacionales se ha duplicado, para las extranjeras se ha triplicado en el mismo periodo.

Participación en el transporte de carga internacional

Del análisis de los datos para el periodo 1992 – 2003 se puede decir que el total de la carga internacional transportada por el modo aéreo, ha tenido una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 10.5% en el periodo analizado. Además, se puede observar que la carga internacional se distribuye entre las empresas extranjeras y las mexicanas en una proporción de 80/20, lo cual significa que las

empresas extranjeras transportan anualmente montos cercanos al 80% del total, correspondiendo a las empresas mexicanas el complementario 20%.

Carga doméstica e internacional transportada por las aerolíneas nacionales

Del análisis de la serie de datos entre 1992 y 2003 de estos dos rubros, se puede observar un cambio importante en el origen de la carga transportada por las aerolíneas nacionales, puesto que mientras que en 1992 la carga internacional significaba el 30% del total, en 2003 ésta equivale al 44%. Adicionalmente, se observa que el ritmo de crecimiento de la carga internacional transportada es mucho mayor (tres veces) que el de la carga doméstica, lo cual sugiere que de continuar esta tendencia de crecimiento, en los próximos años la carga internacional manejada por empresas mexicanas será mayor que la doméstica, y que la diferencia podrá seguir incrementándose.

Aerolíneas nacionales que transportaron carga en el año 2003

Del análisis de los valores de la carga transportada por empresas mexicanas en el 2003, tanto en servicios domésticos como internacionales, en vuelos regulares o de fletamento, se puede concluir que la mayoría de la carga transportada por las empresas mexicanas se realiza por medio de servicios regulares. En el 2003 las aerolíneas nacionales transportaron un total de 195,075 toneladas de carga; de ellas, 161,022 toneladas (82.5%) fueron transportadas en servicios regulares, tanto domésticos, como internacionales; el restante 17.4% correspondió a vuelos de fletamento (34,053 toneladas).

La empresa mexicana más importante en función del volumen de carga transportado en el 2003, fue Aerotransportes Mas de Carga, que con 38,467 toneladas tiene una participación del 39.4% en las empresas exclusivas de carga, y un 19.7% del total de la carga transportada por aerolíneas mexicanas. Las siguientes dos empresas en orden de importancia dentro del segmento de las aerolíneas exclusivas de carga son Aero Unión y Estafeta Carga Aérea. Estas dos, junto con Aerotransportes Mas de Carga transportaron el 90.1% de la carga movida por el segmento de empresas exclusivas de carga, y el 45% del total transportado por compañías nacionales.

Análisis de la evolución de la participación de los servicios exclusivos de carga, y de los servicios mixtos (pasajeros y carga)

En 1991, los servicios exclusivos de carga aérea sólo movían 7 mil toneladas. En, el 2003, su participación alcanzó cerca de 270 mil toneladas. Esta notable expansión se reflejó en una impresionante tasa de crecimiento medio anual (TCMA) de 35.5% durante el periodo de análisis. Por el contrario, los servicios mixtos, es decir, aquellos cuya actividad principal es el movimiento de pasajeros, pero que también transportan carga en las bodegas de las aeronaves, sólo tuvieron una TCMA de 2.3% en el periodo señalado. En un análisis más detallado se pudo observar que el detonante de los servicios exclusivos de carga durante los años noventa y los primeros de la presente década, se encuentra en el tráfico internacional.

MERCADOS NACIONALES E INTERNACIONALES DE CARGA AÉREA EN MÉXICO

Mercados nacionales

En cuanto al movimiento de carga aérea nacional, ésta se concentra en 224 arcos, mismos que parten de 41 aeropuertos origen, con 60 aeropuertos destino. Sin embargo, los primeros diez pares origen-destino concentran más del 55% de la carga movida en la totalidad de los arcos. El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) es el origen en seis de los diez pares principales, y el destino en dos.

Mercados internacionales

En lo que se refiere al comercio exterior, en el 2003 se movió carga aérea por más de 20 mil millones de dólares, cantidad que representa el 6% del valor total de la carga de comercio exterior. De esta cantidad, casi el 70% correspondió al sentido de las importaciones.

Volúmenes de carga aérea de comercio exterior

Los principales productos movidos por transporte aéreo (de acuerdo con el valor de la mercancía) fueron maquinaria, material eléctrico y productos farmacéuticos; todos ellos productos de alta densidad económica. Cabe señalar que tanto en el sentido de las exportaciones como en el de las importaciones, los tres principales tipos de carga movidos fueron los mismos, aunque en el sentido de las exportaciones el primer lugar corresponde a maquinaria, y en el sentido de las importaciones el primer lugar corresponde a equipo y material eléctrico.

El principal destino de la carga aérea de exportación es Norteamérica; como segundo destino en orden de importancia, se encuentra Europa; y en tercer lugar, América Latina. A diferencia de la carga de exportación, en el sentido de las importaciones el mayor volumen no correspondió a Norteamérica (que ahora ocupa el segundo lugar), sino a Europa. En tercer lugar se encuentran las importaciones provenientes de Asia.

LOS DESAFÍOS DEL MOVIMIENTO DE CARGA AÉREA EN MÉXICO

Con base en entrevistas de campo a los principales actores del sistema de transporte de carga aérea, se determinaron los principales aspectos relativos a la infraestructura, tecnología, operación e integración multimodal del sistema, que facilitan o limitan la expansión del transporte aéreo de carga en México. Los siguientes son algunos de los resultados obtenidos.

- La tasa de crecimiento media anual (TCMA) esperada por los principales aeropuertos es del orden del 5%, para horizontes de 15 a 20 años.
- La capacidad utilizada de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea tuvo un promedio de utilización de alrededor de 42%. Por lo que, en la mayoría de los aeropuertos, se tiene un importante margen de crecimiento sin mayores inversiones en infraestructura. Las excepciones son el AICM y Guadalajara.

- En todos los casos para los principales siete aeropuertos que mueven carga aérea fue reportado invariablemente como modo utilizado para ingresar y recoger la carga del aeropuerto al autotransporte, mediante camiones o camionetas.
- La zona de influencia de los aeropuertos es generalmente el área metropolitana o industrial aledaña al aeropuerto y sus corredores.
- En cinco de los siete principales aeropuertos se detectaron proyectos para construir o mejorar la infraestructura utilizada para el manejo de carga aérea y la atención de vuelos cargueros.
- Algunas de las opiniones relacionadas con obstáculos para el desarrollo del movimiento de carga aérea fueron:
 - 1) Para la apertura de terminales de carga aérea internacional, la autoridad aduanera requiere de largos procesos de revisión y autorización
 - 2) Para el despacho aduanero, el ciclo de revisiones demora el proceso y dañan la mercancía
 - 3) Exceso de regulaciones
 - 4) La falta de espacio físico y la creciente demanda de operaciones en el AICM
 - 5) Estancamiento económico del sureste mexicano y competencia con la terminal de contenedores de Puerto Progreso, para algunos productos con origen o destino en La Florida y la costa este de EUA
- En cuanto al tipo de carga que las aerolíneas nacionales transportan en promedio, aproximadamente el 90% es de carga general; 7% es de perecederos; 2.5% es carga peligrosa; y un 0.5% es carga valiosa. En cambio, las aerolíneas extranjeras mueven aproximadamente un 31% de carga general; 57% de perecederos; 5% de carga peligrosa; y 7% de carga valiosa.
- La capacidad utilizada para transportar carga en las aerolíneas nacionales es del 47%; en las aerolíneas extranjeras la capacidad utilizada para transportar carga es de 75%.
- El enlace sistemático reportado con otro modo de transporte, tanto para las aerolíneas nacionales como extranjeras, fue el autotransporte.
- Algunos obstáculos reportados por las aerolíneas nacionales para el desarrollo del movimiento de carga aérea son:
 - 1) El gran incremento de los precios de los combustibles
 - 2) El gran incremento de los cargos por seguros, generados a raíz de los atentados terroristas en los Estados Unidos
 - 3) En las exportaciones, una reducida actividad económica se refleja en un pobre mercado exportador
 - 4) Incertidumbre si en el futuro se les permitirá continuar operando a las aerolíneas de carga en el AICM, dado que esto originaría perder sus conexiones con aerolíneas europeas de gran capacidad

DESARROLLO DE MODELOS MATEMÁTICOS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DE CARGA AÉREA

Se construyeron tres modelos que describen el comportamiento de los flujos de carga en la red de transporte aéreo de carga en México. El primer modelo reproduce el fenómeno de la generación de carga en cada una de las localidades de la red; el segundo, reproduce el fenómeno de la atracción de carga; y el tercero, reproduce la forma en que la carga se distribuye entre las terminales, considerando su fuerza potencial como una función de su tamaño y localización relativa.

El modelo de generación de carga

El modelo de generación de carga busca determinar las relaciones generales en el sistema, que pueden explicar el fenómeno en cada uno de los casos particulares. La red básica de transporte aéreo de carga en México está formada por 43 nodos y 65 arcos. Los nodos corresponden a las terminales más importantes del sistema y los arcos representan los corredores principales en términos de los intercambios de carga, que fueron observados en México en el 2003. Es importante señalar que los datos analizados incluyen las operaciones denominadas regulares y las operaciones bajo contrato de fletamento. Con base en el procedimiento recomendado, el modelo calibrado para replicar el fenómeno de la generación de carga en la red estratégica de transporte aéreo de carga doméstica en México, está expresado por la ecuación:

$$VG_i = 0.00308 \cdot (X_1)_i + 0.75481 \cdot (X_2)_i - 1,530.8$$

Donde:

VG_i = Volumen de carga anual generada en el nodo i - ésimo (toneladas)

$(X_1)_i$ = Población del municipio i - ésimo en el censo 2000 (habitantes)

$(X_2)_i$ = Carga anual atraída por el nodo i - ésimo (toneladas)

Cabe señalar que los coeficientes de determinación obtenidos son muy altos y explican el comportamiento de cerca del 90% de los datos.

El modelo de atracción de carga

Un modelo de atracción de carga busca calcular el volumen de carga que ingresa por cada una de las terminales que forman parte de un sistema de transporte; en nuestro caso, en particular lo que se pretende reproducir es la capacidad de cada una de las terminales de la red básica para atraer carga aérea desde las terminales en el sistema con las que guarda alguna relación.

El modelo calibrado para replicar el fenómeno de la atracción de carga en los nodos de la red estratégica de transporte aéreo de carga en México, toma la forma de la ecuación:

$$VA_i = - 0.0033 \cdot (X_1)_i + 0.8679 \cdot (X_2)_i + 1,166.96$$

Donde:

$VA_i =$ Volumen de carga atraída por el nodo i – ésimo

$(X_1)_i =$ Población económicamente activa en la localidad i – ésima en el censo del año 2000

$(X_2)_i =$ Carga generada por el nodo i – ésimo

Distribución de la carga en la red doméstica

Los modelos de distribución buscan reproducir el patrón de comportamiento con que se reparte la carga generada por cada uno de los nodos, entre los demás nodos de la red con los que sostienen intercambios de flujo.

El resultado del desarrollo se muestra en la siguiente ecuación, expresada en la forma gravitacional convencional; observe que la variable distancia se encuentra en el denominador:

$$V_{ij} = 0.0124 \cdot \frac{(VG_i \cdot VA_j)^{0.6736}}{D_{ij}^{0.1359}}$$

Donde:

$V_{ij} =$ Volumen de carga entre el origen i – ésimo, y el destino j - ésimo

$[VG_i \cdot VA_j] =$ Producto de la carga generada por el nodo i – ésimo, y la carga atraída por el nodo j - ésimo

$D_{ij} =$ Distancia entre el origen i – ésimo, y el destino j - ésimo

De acuerdo con el coeficiente de determinación obtenido para este modelo ($R^2 = 0.72$), el modelo explica desde el punto de vista estadístico, más del 70% de los datos, lo cual es bastante aceptable, y permite concluir que en general se tiene un comportamiento explicable mediante el principio gravitacional.

Distribución de la carga en la red internacional

En este caso se tiene otra aplicación del modelo gravitacional, pero ahora calibrado con datos de la red internacional de transporte aéreo de carga. Se ensayaron varios casos de datos fuente, y se encontró que los que presentan un comportamiento más consistente respecto al principio gravitatorio corresponden a los llamados movimientos regulares. Por lo anterior, en los datos fuente para la calibración del modelo gravitacional internacional, fueron excluidos los movimientos que corresponden a los servicios de fletamento.

La expresión del modelo ya calibrado, en la forma gravitacional convencional, es la siguiente:

$$V_{ij} = 0.159 \cdot \frac{(VG_i \cdot VA_j)^{0.6425}}{D_{ij}^{0.3278}}$$

En este caso, de acuerdo con el coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 0.60$), se puede afirmar que el modelo explica satisfactoriamente, desde el punto de vista estadístico, más del 60% de los datos, lo cual es aceptable para concluir que en general se tiene un comportamiento adecuado al principio gravitacional.

PRONÓSTICO DE DEMANDA DE CARGA EN LOS PRINCIPALES AEROPUERTOS NACIONALES

En este capítulo se presenta un pronóstico de la demanda de carga esperada en los cinco aeropuertos principales del país. Este pronóstico se presenta tanto para carga doméstica como para carga internacional. Se consideran dos criterios para obtener la tasa de crecimiento media anual; por un lado, se asume un crecimiento exponencial de la demanda (TCMA-E), y por el otro se considera un crecimiento lineal (TCMA-L). En ambos casos, el método utilizado consistió en obtener los valores promedio de crecimiento utilizando el primer y el último dato. El pronóstico de demanda se hace hasta el 2010, pudiendo ampliarse el horizonte de pronóstico a criterio del analista.

Durante el 2003, los cinco aeropuertos con mayor movimiento de carga en México fueron: Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca, y Mérida. Estos, en conjunto, movieron el 84.2% del total de carga aérea transportada por todo el sistema de aeropuertos nacionales, tanto en operaciones de comercio doméstico, como de comercio exterior.

Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en la siguiente tabla:

Tasas de crecimiento media anual exponencial (TCMA-E) y lineal (TCMA-L) para los aeropuertos analizados

Aeropuerto	Carga doméstica		Carga internacional	
	TCMA-E %	TCMA-L (toneladas)	TCMA-E %	TCMA-L (toneladas)
México	1.7	1,235.1	8.2	12,072.4
Guadalajara	5.8	1,089.0	21.7	7,079.6
Monterrey	7.8	1,001.3	26.2	2,058.2
Toluca	6.8	0.5	16.9	1,721.5
Mérida	3.3	226.8	2.3	232.6

Puede verse que en términos absolutos, el aeropuerto de la Ciudad de México presenta el mayor crecimiento, tanto en carga doméstica como internacional. Por lo que respecta al crecimiento relativo, el aeropuerto de Monterrey presenta el mayor valor, tanto en carga doméstica como en internacional. Puede notarse también, que a excepción del aeropuerto de Mérida, la carga internacional crece a un ritmo significativamente más alto que la doméstica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El movimiento de carga aérea es una consecuencia directa de las actividades de manufactura y de los flujos que se dan en el comercio mundial.

Se ha observado una reactivación del transporte de carga aérea en México a partir del 2003.

Los flujos de comercio exterior se mantendrán como el principal rubro de la carga aérea en México, y como el pilar de la reactivación de la actividad en este subsector

Se detectó una intensificación de la competencia entre aerolíneas nacionales y extranjeras por la carga aérea de comercio exterior mexicano.

Aunque los servicios mixtos, de pasajeros y carga, mantendrán todavía una presencia significativa en el movimiento de carga doméstica, los datos recientes apuntan hacia un progresivo dominio de los integradores de carga a través de los servicios exclusivos, con lo cual se abrirán opciones para la descentralización hacia aeropuertos alternos de las operaciones de estos servicios.

Dieciséis empresas de aviación mueven el 80% de la carga aérea en México

Un análisis detallado de los flujos de carga aérea indica que el detonante de los servicios exclusivos de carga durante los años noventa y los primeros años de la presente década, se encuentra en el tráfico internacional.

En los flujos de carga aérea internacional de México hay un vínculo preponderante con los tres bloques económicos hegemónicos (Norteamérica, Europa y Asia).

Se observó una estructura radial de los flujos domésticos de carga aérea en México, por lo que se abre la posibilidad de desarrollo de sus extremos.

Se detectó una alta concentración geográfica y nodal de la carga aérea en el sistema aeroportuario nacional. Las tres principales zonas metropolitanas (Valle de México, Guadalajara, y Monterrey) concentran más del 80% de la carga aérea internacional y doméstica movida en los aeropuertos mexicanos. Si sumamos los aeropuertos de Mérida, Tijuana y San Luis Potosí, el nivel de concentración alcanza casi el 90% de la carga manejada en los aeropuertos nacionales durante el 2003.

Se observó una marcada diferencia en el nivel de concentración de carga aérea, dependiendo del tipo de flujo doméstico o internacional.

En el análisis realizado llama la atención la notable falta de movimientos de carga de comercio exterior en ciudades de la frontera norte con un importante desarrollo industrial vinculado a cadenas productivas globalizadas, como es el caso de la industria maquiladora de exportación.

La tasa de crecimiento media anual esperada por las administraciones aeroportuarias, en el movimiento de carga aérea en los principales aeropuertos, es del orden del 5%, para horizontes de 15 a 20 años.

La capacidad utilizada de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea tuvo un promedio de utilización de alrededor de 42%. Por lo que, en la mayoría de los aeropuertos, se tiene un importante margen de crecimiento sin mayores inversiones en infraestructura. Las excepciones son el AICM y Guadalajara, los cuales están en los umbrales de la saturación de las actividades de carga y descarga de mercancías.

La capacidad utilizada para transportar carga en las aerolíneas nacionales es del 47% (remanente 53%); en las aerolíneas extranjeras la capacidad utilizada para transportar carga es de 75% (remanente 25%).

Se detectó la imperiosa necesidad de desarrollar al intermodalismo en el transporte aéreo de carga, para poder competir en el mercado doméstico e internacional.

En cuanto a los pronósticos de demanda para los cinco aeropuertos con mayor movimiento de carga (MEX, GDL, MTY, TLC y MID), los valores promedio de la carga proyectada para el 2010 presentan crecimientos significativos, tomando como base al año 2003.

A continuación se señalan cuatro propuestas para contribuir al desarrollo de lineamientos estratégicos que pudiesen eventualmente fortalecer políticas de desconcentración y descentralización del movimiento de carga aérea en México, propiciando un uso más equilibrado del sistema aeroportuario nacional.

- 1) Desconcentración vía la formación de “hubs” y/o “mini hubs” de servicios exclusivos de carga
- 2) Desconcentración vía servicios alimentadores hacia los *hubs* de servicios mixtos
- 3) Desconcentración vía introducción de servicios de carga en las nuevas líneas “punto a punto” de bajo costo (*LCC*)
- 4) Integración de los aeropuertos fronterizos al movimiento de carga de comercio exterior

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Entre las demandas específicas del sector transporte en el tema Servicios Aeroportuarios, se aborda la demanda relacionada con el diagnóstico del transporte de carga aérea en México. Es de gran importancia el desarrollo de un diagnóstico de este tipo de transporte en el país, pues con base en él se pueden identificar oportunidades y áreas prioritarias para impulsar y apoyar a este sector en México.

El auge de las relaciones comerciales internacionales y el crecimiento del país han determinado que se utilice, cada vez con mayor intensidad, el transporte aéreo. Más aún, dentro de la nueva dinámica económica global, la infraestructura aeroportuaria ha adquirido un carácter estratégico, en tanto que determina la competitividad de las ciudades grandes y medianas como centros de negocios y/o turísticos¹. La configuración actual de la infraestructura aeroportuaria responde al proceso de globalización en lo externo, y a la reciente reestructuración de la red aeroportuaria en lo interno. Por efecto de la globalización se dinamizaron los flujos internacionales de comercio e inversión, y eso tuvo un efecto favorable en el transporte aéreo.

En la última década, el movimiento aéreo de pasajeros prácticamente se duplicó, y el movimiento de carga aérea se triplicó. En materia de carga aérea se perfilan interesantes perspectivas de crecimiento, que se deben aprovechar mediante la provisión de la infraestructura aeroportuaria necesaria, y la facilitación de horarios y servicios que demanda esta actividad. Es necesario avanzar en la integración del transporte aéreo con otros modos, para conformar un sistema multimodal eficiente que agilice el movimiento de carga aérea. Por su parte, dentro de los retos importantes que tiene Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), está coadyuvar al desarrollo regional, promoviendo la construcción o ampliación de infraestructura aeroportuaria a lo largo del territorio nacional, particularmente en zonas con alto potencial turístico y/o comercial².

La aviación se ha convertido en herramienta indispensable para la integración nacional, el turismo, la creación de negocios, y el comercio nacional e internacional de mercancías con alto valor económico³. En México, según cifras del 2000, el conjunto de empresas comerciales de transporte aéreo, nacionales y

¹ Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006; México, 2001, p 96.

² Ibid, pp 101 a 103.

³ Ibid, p 142.

extranjeras, atendieron un mercado de 500 mil toneladas de carga; de las cuales 379 mil toneladas fueron movidas por el transporte regular de pasajeros y carga. El transporte aéreo en el país creció a tasas importantes durante la última década, aunque el de carga mostró mayor dinamismo que el de pasajeros (8.7% contra 5.2% de tasa de crecimiento media anual). Las empresas nacionales participan con cerca de dos tercios del movimiento de pasajeros y cerca del 40% del movimiento de carga⁴.

Con este trabajo se pretende cubrir el vacío que hay en cuanto a una visión integrada del transporte de carga aérea, dado que no sólo se detectan los principales productos transportados, características, orígenes y destinos, sino también se desarrollan modelos matemáticos para reproducir su comportamiento actual y predecir su comportamiento futuro; además de establecer sus vínculos con la geografía física, económica y social, buscando una explicación contextual del fenómeno.

En virtud de lo anterior, un diagnóstico más profundo ayudará a identificar los retos y oportunidades que se presentan en el transporte de carga aérea, no sólo en el ámbito nacional, sino también considerando una diferenciación geográfica regional y/o local.

En el ámbito mundial el movimiento de carga, ha venido jugando un papel cada vez más importante en el transporte aéreo comercial; y en los últimos años ha crecido con tasas anuales hasta un 40% mayores que las registradas en pasajeros, y se pronostica que crecerá alrededor del 6% anual promedio en los próximos 20 años, contra 5% en pasajeros. De hecho, hay aeropuertos cuyos ingresos dependen mayormente de las operaciones de carga, y existen aeronaves diseñadas específicamente para este fin.

En algunos aeropuertos de México se han registrado en los últimos años tasas de crecimiento mayores a las del movimiento de pasajeros, y se plantea en numerosos análisis que la carga puede ser el factor para volver rentable un negocio aeroportuario o una línea aérea. Sin embargo, no se dispone de registros origen – destino, ni de los productos que se transportan, y es difícil establecer sus características. Lo más importante es que aún disponiendo de algunos indicadores, al no conocer las causas que los generan, es casi imposible predecir su comportamiento o cómo se puede presentar en nuevos mercados, menos aun si se buscan estrategias para captarla en otros aeropuertos⁵.

El Grupo Aeroportuario del Pacífico señala que actualmente en la frontera norte del país, la planta industrial maquiladora ha generado y consumido carga aérea en cantidades estimadas superiores a las 300 mil toneladas anuales. Aunque esta

⁴ *Ibíd.*, pp 144 y 145.

⁵ Demandas Específicas de la Convocatoria ASA-2003-C01, p 5.

carga tiene potencial para tomar rutas de fletes aéreos, en el ámbito nacional se maneja por autotransporte, para ser trasladada a los aeropuertos de la frontera del lado de Estados Unidos, principalmente a los de *Brownsville, Harlingen, Mc. Allen*, El Paso y San Diego. Esta carga con potencial para el transporte aéreo, que se consume o se origina en el lado mexicano, no puede ser manejada en los aeropuertos nacionales principalmente por la falta de infraestructura. Esto además implica exceso de manipulación de las mercancías, pérdida de tiempo en el cruce fronterizo, elevados costos de transporte terrestre, así como incremento de inseguridad para la carga; y por otro lado, no permite a las líneas cargueras y a las agencias de carga la promoción y crecimiento de este sector.

Hay también intereses y competencia entre diversas entidades federativas en relación con el transporte de carga aérea; por ejemplo, se busca que el nuevo aeropuerto de Querétaro maneje volúmenes importantes de carga aérea. Paralelamente en su estado vecino, Hidalgo, se tiene el proyecto para la construcción de un aeropuerto de carga en Tizayuca. Este proyecto se verá impulsado por la construcción del Anillo Metropolitano, dado que pasará cerca del aeropuerto proyectado⁶. El anillo forma parte del Programa Regional de Gran Visión, establecido en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006⁷. No muy lejos de este lugar, en Puebla, existe un proyecto para la ampliación de su aeropuerto, dado que hay grupos empresariales interesados en convertirlo en una terminal alterna para el manejo de carga aérea, sobre todo de comercio exterior.

En todos estos casos y otros semejantes, será importante determinar el potencial del sistema en su conjunto y no el de cada una de sus partes en forma independiente, con el objeto de evitar inversiones innecesarias y optimizar el funcionamiento del sistema de transporte aéreo de carga. En eso se refleja la importancia del diagnóstico que se propone en esta propuesta.

1.2 Alcances

Como beneficios del trabajo de investigación se tiene la creación de un enfoque metodológico o esquema de análisis integral, que permite la identificación de productos con potencial para moverse por vía aérea y su estacionalidad, la ubicación de los nichos de mercado y sus tendencias (tanto del comercio doméstico como exterior), y el desarrollo de modelos matemáticos⁸ para replicar y

⁶ Un aspecto importante en la carga aérea es el hecho que una parte del desplazamiento de la mercancía se realiza por tierra; por lo que se requiere un importante complemento en infraestructura y equipamiento terrestre para las líneas aéreas. Es por ello que muchas empresas, llamadas "integradores", están desarrollando de manera interna o mediante *outsourcing* una cadena intermodal que sirve y completa ambos modos de transporte.

⁷ *Op Cit.*, pp 263 a 265.

⁸ Se propone la construcción de tres modelos matemáticos para describir el comportamiento de los flujos de carga aérea. El primer modelo reproducirá el fenómeno de la generación de carga en cada una de las localidades de la red; el segundo, el fenómeno de la atracción de carga; es decir,

predecir el comportamiento de los flujos de carga. Además, la detección de requerimientos de nuevas terminales de carga aérea y/o su ampliación, requerimientos para dar soporte a las operaciones aeroportuarias y la jerarquización de las demandas detectadas y sus requerimientos. El posterior aprovechamiento de estas oportunidades beneficiará al comercio doméstico y exterior, al aumentar su competitividad, generando beneficios empresariales (rentabilidad de las inversiones) y sociales (generación de empleo), y contribuyendo a la integración nacional.

La aportación del trabajo consiste en generar conocimiento objetivo con base en información de campo y estadística y mediante la aplicación de modelos matemáticos y de sistemas de información geográfica (SIG) para tener un sólido sustento analítico en el diagnóstico del transporte de carga aérea, con el fin de ser utilizado en el aprovechamiento de las oportunidades detectadas. Se debe señalar que mediante los modelos matemáticos se puede replicar el comportamiento de los flujos de carga en el sistema de transporte aéreo. Estos modelos permiten hacer predicciones de los flujos que se generan en las terminales ante posibles cambios en los valores de las variables independientes. Metodológicamente también se hace una innovación, al vincular la información generada con una herramienta interactiva de análisis y representación espacial de los datos relativos a los flujos de transporte de carga aérea, como es un sistema de información geográfica, lo cual permitirá monitorear permanentemente los cambios locales regionales y nacionales con la posibilidad de ser actualizada regularmente. De esta forma se establecen las bases para un análisis contextual del transporte de carga aérea, dado que se pueden vincular aspectos de la geografía física, económica y social, para que en otras propuestas y análisis se puedan evaluar, por ejemplo, impactos ambientales, efectos en el desarrollo urbano y en las redes locales de transporte; y oportunidades de desarrollo de aeropuertos específicos.

1.3 Objetivos

Identificar el comportamiento actual del movimiento de carga aérea en México, obstáculos, oportunidades, características, causas, mercados, productos principales y relación con otros modos de transporte.

Realizar proyecciones para estimar el comportamiento futuro del movimiento de los flujos de carga aérea, en los aeropuertos nacionales y con base en el desarrollo de modelos matemáticos para reproducir y predecir su comportamiento.

el comportamiento como destino de cada una de las mismas localidades; y finalmente, el tercero, de tipo gravitacional, reproducirá la forma en que la carga se distribuye entre las terminales de la red, considerando su fuerza potencial como una función de su tamaño y localización relativa. Los dos primeros modelos serán funciones lineales cuyos parámetros estarán determinados con base en el método de mínimos cuadrados de Gauss. El tercer modelo será una función no lineal con estructura matemática más compleja; éste utilizará una relación de potencia entre las variables y cuyos parámetros serán determinados por mínimos cuadrados, mediante una anamorfosis logarítmica.

Representar la información pertinente en un sistema de información geográfica para enriquecer el análisis de los flujos de carga aérea.

1.4 Metodología

Inicialmente se aplicará el método inductivo a los resultados a través de las visitas de campo y entrevistas a los responsables de terminales de carga aérea, aerolíneas, aduanas, directivos aeroportuarios y principales usuarios, para obtener conclusiones que expliquen o relacionen el fenómeno estudiado. Por otro lado, también se utilizará el método analítico, al aplicar procedimientos matemáticos y estadísticos, a fin de determinar los modelos que emulen el comportamiento de los flujos de carga aérea. Finalmente, se aplicará el método sintético para relacionar los distintos elementos encontrados y emitir conclusiones que expliquen los resultados en su conjunto, lo cual en parte se logrará mediante el análisis de la información pertinente en un sistema de información geográfica.

1.5 Generalidades

Con objeto de tener un marco de referencia relacionado con el transporte de carga aérea se realizó una investigación bibliográfica para conocer, en forma genérica, la situación que guarda este sector; a continuación se establecen los principales hallazgos detectados.

1.5.1 Origen y retos del movimiento de carga aérea

El movimiento de carga aérea es una consecuencia directa de las actividades de manufactura y de los flujos que se dan en el comercio mundial. Las cadenas de suministro serán tan buenas o eficientes como lo sea su eslabón más débil, y el segmento aéreo es un eslabón débil. Algunos actores de la industria de carga aérea perciben que su talón de Aquiles es una aerolínea obsoleta, y una relación entre el embarcador y el transportista que esté basada principalmente en la venta de espacio a consignación, en donde un desperdicio de espacio entre el 5 y 10% es común. Bajo este escenario las aerolíneas comúnmente sobrevenden los espacios para evitar su desperdicio, lo cual impacta en la confiabilidad del servicio. La carga aérea está cada vez más separada de las operaciones de pasajeros, y existe más énfasis hacia los aviones de carga en la medida en que se presenta mayor demanda para una entrega más rápida y oportuna de bienes. Sin embargo, pocas ciudades tienen una base industrial que soporte operaciones que sean exclusivamente de carga, de cualquier escala, sin vuelos interconectados que extiendan el alcance de los aeropuertos.

1.5.2 Atributos del servicio de carga aérea

Una encuesta aplicada a embarcadores de carga aérea intercontinental indica que estos buscan tres atributos clave: (1) confiabilidad en el servicio; (2) tarifas competitivas; y (3) tiempos de tránsito cortos.

Una de las principales preocupaciones de los embarcadores aéreos se relaciona con las regulaciones de seguridad y aduanales. Aunque los embarcadores generalmente están de acuerdo en que un número pequeño de los grandes proveedores dominará la industria en el futuro cercano (67%), casi el mismo número (73%) está de acuerdo en que un sólo proveedor de diversos servicios, nunca satisfará todas sus necesidades. La carga aérea jugará un papel importante y creciente en la medida en que los embarcadores continúen buscando mejoras en los niveles de servicio, en los costos y en la calidad de su cadena global de suministro. En cuanto a las tendencias, cerca del 70% de los embarcadores creen que la industria de carga aérea continuará consolidándose en el futuro.

1.5.3 Pronóstico de la carga aérea mundial para 2004-2008

Los últimos tres años estuvieron llenos de frustración para los operadores de carga aérea. Los ataques terroristas, del 11 de septiembre de 2001, tuvieron consecuencias tales como la incertidumbre a nivel mundial. Sin embargo, ahora la mayoría de los indicadores cuantitativos alrededor del mundo están creciendo. La tendencia económica se está acelerando en Estados Unidos, Japón y en la mayor parte de Europa. Existen algunos factores que podrían afectar el progreso económico, como el alza en los precios del petróleo, que puede amenazar a la recuperación naciente; menos visible, pero igualmente peligroso, son las burbujas de crecimiento de los Estados Unidos, precios a la alza, aumento de la deuda de los consumidores, y grandes déficits de comercio insostenibles. Si alguna de esas burbujas llegará a reventar, en lugar de que exista una deflación lenta, el impacto sobre la economía y sobre el crecimiento de carga aérea, podría ser serio. Se espera que la recuperación de la economía global continúe y que la carga aérea mundial en términos de toneladas-kilómetro aumente su flujo, alcanzando un incremento promedio anual de 5.6% entre el 2003 y el 2008. La expansión de los mercados intercontinentales será más grande, de 6.1% de crecimiento promedio anual.

Sin embargo, el crecimiento no se convierte automáticamente en ganancias, especialmente para los operadores de carga, quienes dependen completamente de la carga para obtener sus ingresos. Una de las situaciones más interesantes que afronta la industria, es cómo los operadores de carga manejarán la colisión entre dos tendencias a largo plazo: (1) la caída en los márgenes de ganancia; y (2) el alza en los costos. Las ganancias están cayendo porque los expedidores continúan tratando de bajar sus costos logísticos y por ende los del transporte. Los clientes están demandando “más por menos”. El problema es que las aerolíneas exclusivas de carga son inherentemente más caras, que las aerolíneas de pasajeros que transportan carga en sus compartimientos inferiores, las cuales mueven alrededor de la mitad de la carga intercontinental mundial. Para satisfacer el crecimiento pronosticado de la demanda, las aeronaves de carga deberán incrementar la utilización de su capacidad máxima disponible.

La demanda de carga aérea se concentra geográficamente, tal como lo están las actividades económicas. En el 2003, más del 96% de las toneladas-kilómetro de carga mundiales fueron movidas hacia, desde o dentro de los tres pilares de la economía mundial: Asia-Pacífico (incluyendo a la India), Europa y Estados Unidos. Sin embargo, el hecho más significativo es que el 59% de las toneladas-kilómetro de carga fueron movidas hacia, desde o dentro de los Estados Unidos solamente.

Para satisfacer el crecimiento del tráfico pronosticado, la flota de los transportistas aéreos del mundo deberá crecer en 142 unidades entre el 2004 y el 2008. No obstante, el crecimiento no reducirá la fuerte competencia de precios que existe en el negocio de los transportistas. Se espera que las adiciones en la flota sean concentradas en aviones grandes, ya que los transportistas buscarán las economías de escala, para contrarrestar la caída en los márgenes de ganancia.

Se piensa que el crecimiento de la carga aérea internacional está alcanzando la etapa de madurez en la curva de desarrollo; como consecuencia el movimiento de carga aérea crecerá cada vez menos en comparación con el crecimiento económico.

La carga aérea es muy sensible a los cambios tecnológicos. Los más recientes dispositivos, desde celulares, computadoras del bolsillo, hasta reproductores de MP3, son trasladados preferentemente por aire, debido a sus cortos ciclos de vida. Pero el crecimiento de las toneladas-kilómetro de carga puede verse afectado con la aparición de aparatos electrónicos multifuncionales.

Cuatro de los cinco productos líderes dentro de la carga aérea (en términos de toneladas) demuestran cómo las empresas manufactureras compiten en mercados al otro lado de los océanos, no solo con productos de consumo final, sino también con bienes industriales sofisticados. La cantidad de flujo de artículos perecederos testifica la elevada demanda de los consumidores por productos como: flores naturales, mariscos frescos y exóticos, y verduras fuera de temporada.

Pronóstico Regional Norteamérica–Latinoamérica

Se espera que la recuperación de América Latina genere un 7.5% de crecimiento anual durante los próximos cinco años en los flujos de carga hacia Latinoamérica. Por su parte, la demanda de perecederos por las cadenas de supermercados estadounidenses, producirá una tasa de crecimiento anual del 6%, en los flujos de carga hacia los Estados Unidos.

Pronóstico Regional Europa-Latinoamérica

Es un mercado dominado por el tráfico industrial con un 46% de la carga aérea que viaja hacia Latinoamérica, el cual se conforma de bienes de capital y productos intermedios. Latinoamérica es un mercado en el cual los operadores de carga esperan sufragar una porción significativa de los costos en que incurren durante el regreso de las aeronaves a Europa. Se espera que el tráfico de carga aérea de Europa hacia América Latina se incremente en un 8% anual para el periodo del pronóstico, conforme la economía de latinoamericana se expande

después de varios años de retroceso; en cambio, los flujos de América Latina hacia Europa crecerán más lentamente, con una tasa anual de 4.2%.

1.5.4 La carga aérea en México

Durante el año 2003 el Aeropuerto de la Ciudad de México (AICM) apareció en el lugar número 65, en el ámbito mundial, en cuanto al movimiento de carga aérea en términos de toneladas; este mismo aeropuerto ocupó el tercer lugar en el ámbito de Latinoamérica y el Caribe. Otros aeropuertos nacionales ocuparon los siguientes lugares en el ámbito mundial: Guadalajara, el 131; Monterrey, el 204; y Mérida, el lugar 264.

La compañía mexicana Aerotransportes Mas de Carga (Mas Air), se consolidó por segundo año consecutivo como la primera aerolínea de transporte de mercancías de exportación. Mas Air se ubicó en 2003 como la empresa nacional con mayor mercancía movilizada vía aérea, según estadísticas de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo. El año pasado, la compañía incrementó 12.6% el volumen de carga movida, alza que contrasta con el conjunto de 43 compañías registradas en el Sistema de Liquidación de Cuentas de Carga (CASS) de Exportación, que participaron en los tráficos desde México, las cuales reportaron una reducción de 1.4% en ese mismo periodo. Especializada en el transporte aéreo de carga en general, Mas Air utiliza la holgura operativa que tiene para hacer trajes a la medida para cada uno de sus clientes.

El Director General de Mas Air, cree que existe una gran oportunidad en el desarrollo del mercado porque hay una cantidad importante de productos de alto valor unitario que usan transporte no aéreo por desconocimiento o por costos financieros.

Mas Air descubrió un importante nicho de mercado, la exportación de perecederos. Según datos de Hacienda, en 2003 la exportación nacional de melón y sandía alcanzó 145 millones de dólares; 24.1% más que en 2002. En el 2003 la exportación de legumbres y hortalizas frescas registraron mil 422 millones de dólares (8.6% más que en el 2002); el jitomate sumó 870 millones (42.5% más); la fresa totalizó 103 millones (44.7% más); el rubro de otras frutas frescas llegó a 730 millones (40.8% más); así, considerando el melón y la sandía, estos productos sumaron cerca de 3 mil 330 millones de dólares. Otro ejemplo, es el caso de los productores de flores del estado de Morelos, que están exportando retoños en un sistema de carga aérea refrigerada a Estados Unidos. El tonelaje mínimo para exportar en el servicio de carga aérea es muy variable, hay casos de éxito desde 150 kilogramos a la semana, hasta embarques de productos farmacéuticos de varios miles de kilogramos a la semana.

Prácticamente estancada desde finales de la década de los 90's, el movimiento de carga aérea en México, ha sido por siempre un negocio secundario en la industria de la aviación. En México, es notoria la pérdida de terreno por parte de las empresas nacionales frente a las extranjeras, principalmente debido a que no

existe un interés genuino por incrementar las flotas de aviones exclusivos para transporte de carga aérea, por lo que la mayor parte de la carga sigue viajando en el compartimiento de equipaje de los aviones de pasajeros, aprovechando el espacio remanente. De acuerdo con la Dirección General de Aeronáutica Civil hay una preponderancia de los servicios regulares sobre los de fletamento, donde los primeros representan poco más del 93% de las operaciones en el ámbito doméstico, y más del 77% en el internacional.

En México, desde finales de la década de los noventas, no se ha podido superar la cifra de medio millón de toneladas de carga transportada por modo aéreo; se debe notar que de las operaciones totales que se realizan en los aeropuertos nacionales, tan sólo el 1.3% son de carga.

En el 2003, tanto empresas nacionales como extranjeras transportaron 497,005 toneladas, lo cual representó un crecimiento promedio aproximado de 1.8%, con respecto al 2002, cuando se transportaron 488,202 toneladas. Este débil crecimiento se debió a que las empresas nacionales retrocedieron en el volumen transportado, con respecto al año anterior (retroceso del 3.86% con respecto al año 2002), y sólo las extranjeras registraron un ligero crecimiento (crecimiento de 1.58% con respecto al año 2002). Sólo aquellas empresas que introdujeron aviones exclusivos de carga, como es el caso de Estafeta Mexicana, y Aero Unión, lograron crecimientos extraordinarios en los años 2001, 2002 y 2003.

En espera de que las empresas de aviación decidan buscar una mayor participación en el mercado de carga aérea, los diversos grupos aeroportuarios del país están haciendo inversiones que totalizan unos 250 millones de pesos, para mejorar su infraestructura de carga. Por ejemplo, Asur (Grupo Aeroportuario Sureste), creará a partir de 2004, un área de carga que capte un mayor volumen de mercancías de importación y exportación en las terminales de Veracruz, Mérida y Cancún. Por su parte, voceros de OMA (Grupo Aeroportuario Centro Norte) indican que el grupo invertirá unos 50 millones de pesos durante 2004, en infraestructura para carga en los aeropuertos de Monterrey, Reynosa, Chihuahua y Ciudad Juárez, cuyo propósito principal será atender el servicio de importación y exportación de la industria maquiladora de la región. Por otro lado, el Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP) invertirá unos 100 millones de pesos en su área de carga con el fin de expandir sus operaciones del segmento en los aeropuertos de Hermosillo, Guadalajara y Tijuana.

En los últimos años se ha hablado mucho de la conveniencia y la necesidad de que las líneas aéreas latinoamericanas encaren un proceso de integración regional, cosa que hasta ahora nunca se ha realizado. Latinoamérica es un mercado a desarrollar, y la integración regional es un desafío. Sin embargo, otros opinan que los problemas de cada país son muy distintos, y que por tal razón una integración es impredecible, especialmente porque los mercados de cada uno de los integrantes de la región son muy diferenciados.

1.5.5 Casos de estudio de aeropuertos extranjeros

Se dice que en 2003 había dos tipos de aeropuertos que crecían en el negocio de la carga, aquellos que eran realmente grandes y los que estaban en China. Debido a su gran dinámica, es de interés el desarrollo de los aeropuertos en China, por poseer varios aeropuertos de gran importancia en el ámbito mundial. En estudios realizados al respecto se han identificado los principales “hubs” (punto concentrador) de transporte aéreo en China, y se han examinado los movimientos de carga entre ellos. Sus principales “hubs” son *Beijing*, *Shanghai* y *Hong Kong*; este último se considera como un “hub” internacional. Las rutas internacionales que salen de China se dirigen principalmente a Europa (en mayor medida a Alemania, Inglaterra y Francia), a Norteamérica, al noreste de Asia y a Taiwán. El crecimiento de la de carga en los aeropuertos chinos, durante el período 1980-2000, ha sido del 17.6%.

En el aeropuerto de *Hong-Kong* y otros, se ha observado que existen dos motivos principales por los que un embarcador selecciona el modo aéreo. El primero es la velocidad del transporte aéreo, especialmente para grandes distancias, ya que la velocidad es un factor crítico tratándose de bienes perecederos, o que deben ser entregados a la mañana siguiente (por ejemplo, periódicos), y es una ventaja competitiva clave para los bienes sujetos a las presiones de una cadena de suministro JAT (Justo a Tiempo), en particular para los relacionados con la computación y artículos de moda. El segundo motivo consiste en que en el transporte aéreo existe un bajo riesgo de pérdida o daño a la carga; esto es una ventaja para bienes con un alto grado de valor por unidad. Los cargos monetarios en la industria de carga aérea para este tipo de bienes valiosos y sensibles al tiempo son, por lo general, montos pequeños en comparación con el valor de los artículos o mercancías a transportar. De esta forma, los aeropuertos que están más cerca de los embarcadores y que tienen los costos totales y los tiempos de entrega más bajos, inevitablemente se convertirán en fuertes candidatos para un “hub” regional de carga aérea. Lo anterior muestra la importancia de la localización geográfica, así como los costos y tiempos de entrega como factores competitivos en una competencia regional y global entre aeropuertos, para atraer tráfico de carga. Los factores competitivos también incluyen a la infraestructura, a los clientes y a la política de aviación de transporte intermodal.

Otro interesante estudio de caso de aeropuertos, es uno que se relaciona con el futuro desarrollo del transporte aéreo en el Reino Unido. Dicho estudio se desarrolló (en el 2002) por una consultoría, a solicitud del Gobierno Británico, para determinar la capacidad aeroportuaria requerida para los próximos 30 años. En el estudio se determinó cuál será la demanda que alcanzarán los viajes aéreos; dónde deberá localizarse un aumento en la capacidad aeroportuaria; y cómo se deberán administrar los impactos ambientales del crecimiento aeroportuario. Aborda también los aspectos relacionados con la carga aérea: situación actual, expectativas, pronósticos, requerimientos de capacidad, y el acceso nocturno. También incluye los temas de financiamiento, el acceso terrestre y ferroviario a los aeropuertos, y las implicaciones del aumento de la seguridad del espacio aéreo.

1.5.6 Regulaciones

La desregulación, en 1978, de la aviación doméstica estadounidense de pasajeros, dio como resultado la reconfiguración de las redes de las aerolíneas, formándose sistemas de rutas radiales, concentradas espacialmente alrededor de un pequeño número de aeropuertos centrales, o “hubs”.

Por otro lado, en los Estados Unidos se trabaja actualmente en una serie de requerimientos para manejar la carga aérea doméstica e internacional de tal forma que se aseguren las fronteras sin impedir el comercio. La *Transport Security Administration* (TSA) anunció el Plan Estratégico para la Carga Aérea, con el fin de que sirva como un paso intermedio para desarrollar los requerimientos necesarios de seguridad a fin de que se presente un enfoque amplio, que permita gran seguridad en el transporte de la carga aérea. El plan desarrollado sigue el modelo establecido para la carga marítima. Los primeros pasos reales han sido inspecciones aleatorias de toda la carga aérea; y la solicitud a todos los transportistas de carga aérea de comercio exterior para seguir las mismas reglas y regulaciones que cumplen los transportistas de carga aérea doméstica de los Estados Unidos.

Sin embargo, existe un gran temor en la industria norteamericana del transporte aéreo de carga, al tener que invertir varios millones de dólares para cumplir con los nuevos requerimientos de seguridad, tales como los especificados en forma general en la ley: *Aviation Transportation and Security Act of 2001*. Los transportistas norteamericanos de carga temen que las regulaciones de seguridad propuestas entorpezcan sus negocios, sin que se logre un incremento proporcional en la seguridad. Esta ley implicará, entre algunos aspectos, revisar y desarrollar maneras de fortalecer la seguridad; evaluar las medidas adicionales para permitir la inspección de pasajeros, equipaje y carga; y el establecimiento de un sistema que asegure la conformidad de toda la carga que se transporta en las aeronaves de carga.

Afortunadamente, no toda la reglamentación se aprecia como un obstáculo para el desarrollo del transporte de carga aérea, tal es el caso de la iniciativa que está proponiendo la Asociación de Cadenas de Frío (*Cool Chain Association*), para mejorar la logística de perecederos. La confiabilidad es la piedra angular en la que los embarcadores deben construir sus cadenas de suministro. La confiabilidad es muy importante en los embarques de artículos perecederos, tales como frutas, vegetales y mariscos. Pero la cadena de suministro para productos perecederos puede tener ineficiencias; sólo es confiable el 65% del tiempo, comparado con 98% de los transportistas que ofrecen servicios exprés.

La *Cool Chain Association* está tratando de mejorar la calidad de la logística para productos perecederos. Esta asociación mostró una serie de estándares para los proveedores logísticos que se encargan de la carga aérea, el almacenaje y el transporte de perecederos. El principal criterio es la capacidad para controlar la temperatura. Los nuevos estándares cubren el transporte de perecederos

tradicionales tales como pescado y mariscos, flores, frutas y vegetales. Los estándares combinan puntos generales de cumplimiento en manuales, sistemas, procedimientos y programas de capacitación, con características específicas, por ejemplo, rangos de temperatura para productos individuales. El único tráfico de perecederos que continúa siendo consistente es la carga farmacéutica y médica, particularmente muestras, vacunas y órganos vivos. El total de productos perecederos en el 2002, fueron el 14% de las toneladas de carga aérea mundial.

1.5.7 El futuro

Los dos grandes fabricantes de aeronaves grandes, para más de 100 pasajeros, *Airbus* y *Boeing*, y los tres grandes de motores, *General Electric*, *Pratt & Whitney* y *Rolls-Royce*, coinciden en que hasta el 2020, harán falta más de 15,000 unidades comerciales nuevas para cubrir las necesidades del transporte aéreo en este periodo, y sustituir a aquellas aeronaves que van siendo dadas de baja. Sin embargo, los analistas consideran que los atentados del 11 de septiembre de 2001, la crisis y las guerras de Afganistán e Irak han retrasado este crecimiento, entre uno y dos años.

Las aeronaves.

El grueso de los vuelos de corto y medio recorrido lo seguirán llevando a cabo las familias *Boeing 737* y *A320*, así como los modelos *Bombardier* y *Embraer*. En el medio/largo recorrido, tendremos los B-777, *Dreamliner* (B-7E7) y B-747 por parte de *Boeing*, y A330, A340, y A380 por la de *Airbus*.

Los vuelos de corto recorrido entre los principales pares de ciudades los cubrirán las aerolíneas regionales (de bajo costo), y las grandes aerolíneas unirán esas ciudades ofreciendo clase ejecutiva; además cubrirán rutas entre otras ciudades, especializándose en vuelos de conexión o aporte. Es de esperar que en unos pocos años la Unión Europea supere el aspecto de compañías *nacionales*, y se sustituya por el de *europeas* para derechos de tráfico. En América Latina, al margen de la pertenencia a alguna de las grandes alianzas, el concepto de las aerolíneas de bajo costo⁹ se habrá consolidado también, aunque dadas las mayores distancias entre capitales que en Europa, o no digamos Asia, las aerolíneas “normales” seguirán siendo importantes “jugadores” en el tráfico aéreo de la región.

Los aeropuertos

Se tendrán dos tipos de vuelos, los punto a punto y los tipo “*hub and spoke*”. *Airbus* mantiene que la fórmula del *hub and spoke* ganará fuerza en el futuro, aún más que hoy en día, y, en la necesidad de aumentar la capacidad en determinadas rutas que a la fecha cubren los B-747, y que por motivos de operación no pueden ser realizadas más que a determinadas horas, como son las

⁹ Se estima que las aerolíneas de bajo costo empezarán a operar en México durante 2005, con la posibilidad de que bajen las tarifas aéreas, a mediano plazo, entre un 40 y 70% en trayectos regionales. Fuente: www.expansion.com.mx (10 de diciembre de 2004).

que unen Europa y Asia. *Boeing*, por su parte, apuesta que el futuro estará en los vuelos punto a punto con aviones de menor tamaño como el B-777, el B7E7 o el A340, y que el B-747, en una versión nueva, se encargará de cubrir esas rutas con mayor densidad de tráfico. Sin duda, la realidad será una mezcla de ambas perspectivas; por una parte aumentarán los vuelos de largo recorrido punto a punto, pero también lo harán los vuelos vía *hubs*, en aquellos pares de ciudades donde no se justifiquen los vuelos directos.

2 Panorama general del subsector aéreo de carga

2.1 Generalidades

En este capítulo se presenta un panorama general con algunos aspectos del transporte aéreo de carga en México, especialmente aquellos relacionados con la oferta y la demanda. El propósito es ofrecer un marco de referencia en apoyo a las siguientes partes del estudio. El panorama se construye con base en la descripción y análisis de la estadística básica del subsector generada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La DGAC tiene entre sus funciones la tarea de procesar y compilar periódicamente información que recibe de las empresas aeronáuticas que operan en México, y del organismo público descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). Parte de esa información se publica anualmente, por la propia DGAC, en el documento “La aviación mexicana en cifras”. Esta publicación ha sido la fuente principal de estadísticas del subsector para la elaboración del presente capítulo¹⁰.

Los datos que se encuentran en “La aviación mexicana en cifras” están agregados en escala nacional, siendo éste, en consecuencia, el nivel de detalle que se presenta en el capítulo.

Este capítulo comienza (inciso 2.2) con la presentación y análisis de la serie de datos del total de la carga transportada por el subsector aéreo en el periodo 1983 – 2003. Posteriormente, en el inciso 2.3 el análisis se desagrega con base en las categorías de carga doméstica e internacional. Por su parte en el apartado 2.4 se muestra la distribución de la carga transportada por las aerolíneas nacionales y las extranjeras, bajo las modalidades de servicio regular y de fletamento.

En el inciso 2.5 se reduce el periodo de análisis al año 2003, desagregado al detalle de la identificación de las aerolíneas nacionales que participaron activamente en el mercado del transporte aéreo de carga. Este documento también aborda la identificación y clasificación por importancia de las aerolíneas, tanto mexicanas como extranjeras (inciso 2.6), que transportaron carga en el país en el 2003.

En el inciso 2.7 se analiza la evolución de la participación de los servicios exclusivos de carga y de los servicios mixtos (pasajeros y carga). Finalmente, en

¹⁰ La información referente al 2003, que se presenta en el capítulo, ha sido procesada a partir de la base de datos origen – destino que compila la DGAC; por lo tanto, deben ser considerados como datos preliminares.

el inciso 2.8 se presenta un apartado con las conclusiones principales de esta parte del estudio.

2.2 Total anual de carga transportada en el periodo 1983 – 2003

En este primer apartado se analizan los datos del total de carga (demanda) que ha sido atendida anualmente por el modo de transporte aéreo en el periodo 1983 – 2003. Se ha considerado que los últimos 20 años son un intervalo adecuado para conocer el comportamiento histórico reciente de esta variable. El periodo incluye cuatro sexenios de la administración federal; el primero casi íntegro¹¹, y el último con los tres primeros años de gobierno de la administración actual.

Para el lector interesado en conocer valores más antiguos de la demanda anual que se ha atendido en el sistema, en el Anexo 2.1 se incluye la serie completa de datos, desde 1928 hasta 2003.

Adicionalmente, para un análisis de las etapas de desarrollo del transporte aéreo de carga en México, se sugiere consultar el capítulo primero de la Publicación Técnica 168 del Instituto Mexicano del Transporte (Rico, 2001).

En la Figura 2.1 y en la Tabla 2.1 se muestra el total de la carga que ha sido transportada en México entre 1983 y 2003. En la tabla se incluyen los incrementos anuales, absolutos y relativos, sus valores promedio, y la tasa de crecimiento medio anual para todo el periodo.

Tanto en la gráfica, como en la tabla, se observa claramente un crecimiento importante de las magnitudes transportadas entre el inicio y el final del periodo analizado, puesto que se inicia con un monto de alrededor de 130 mil toneladas en 1983 y se alcanzan valores cercanos al medio millón de toneladas a partir de 1998. La cifra récord de 502 mil toneladas se alcanzó en el 2000, y desde entonces se han venido transportando anualmente cantidades similares.

En el intervalo que va de 1983 a 1988, y que corresponde al sexenio de Miguel de la Madrid, se observa un comportamiento relativamente cíclico de la variable analizada, tomando valores que fluctúan alrededor de las 150 mil toneladas, aunque con una ligera tendencia de crecimiento, especialmente al principio del periodo.

Estos años corresponden al final de la etapa de mayor control gubernamental¹² sobre el subsector aeronáutico en México, y coinciden con el inicio del proceso de desregulación y privatización del subsector que ocurrió en 1988 y 1989.

¹¹ Falta el primer año de la administración de Miguel de la Madrid.

¹² En estos años, el Estado Mexicano no sólo detentaba la prerrogativa sobre la prestación de todos los servicios públicos de transporte en el ámbito federal, sino que incluso era propietario del

Tabla 2.1
Carga transportada^a en México por el modo aéreo 1983 - 2003 (toneladas)

Año	Carga transportada	Incremento anual absoluto	Incremento anual relativo
1983	122,054	-----	-----
1984	148,507	26,453	21.7%
1985	166,520	18,013	12.1%
1986	155,957	-10,563	-6.3%
1987	160,971	5,014	3.2%
1988	151,278	-9,693	-6.0%
1989	158,739	7,461	4.9%
1990	163,975	5,236	3.3%
1991	180,685	16,710	10.2%
1992	207,748	27,063	15.0%
1993	249,524	41,776	20.1%
1994	281,636	32,112	12.9%
1995	277,555	-4,081	-1.4%
1996	325,939	48,384	17.4%
1997	395,819	69,880	21.4%
1998	473,168	77,349	19.5%
1999	482,694	9,526	2.0%
2000	502,069	19,375	4.0%
2001	459,214	-42,855	-8.5%
2002	488,200	28,986	6.3%
2003	497,005	8,805	1.8%
Promedio^b	288,060	18,748	7.7%
TCMA^c	7.3%	-----	-----

Notas: a) Incluye carga doméstica e internacional. b) Promedio aritmético simple de la serie.

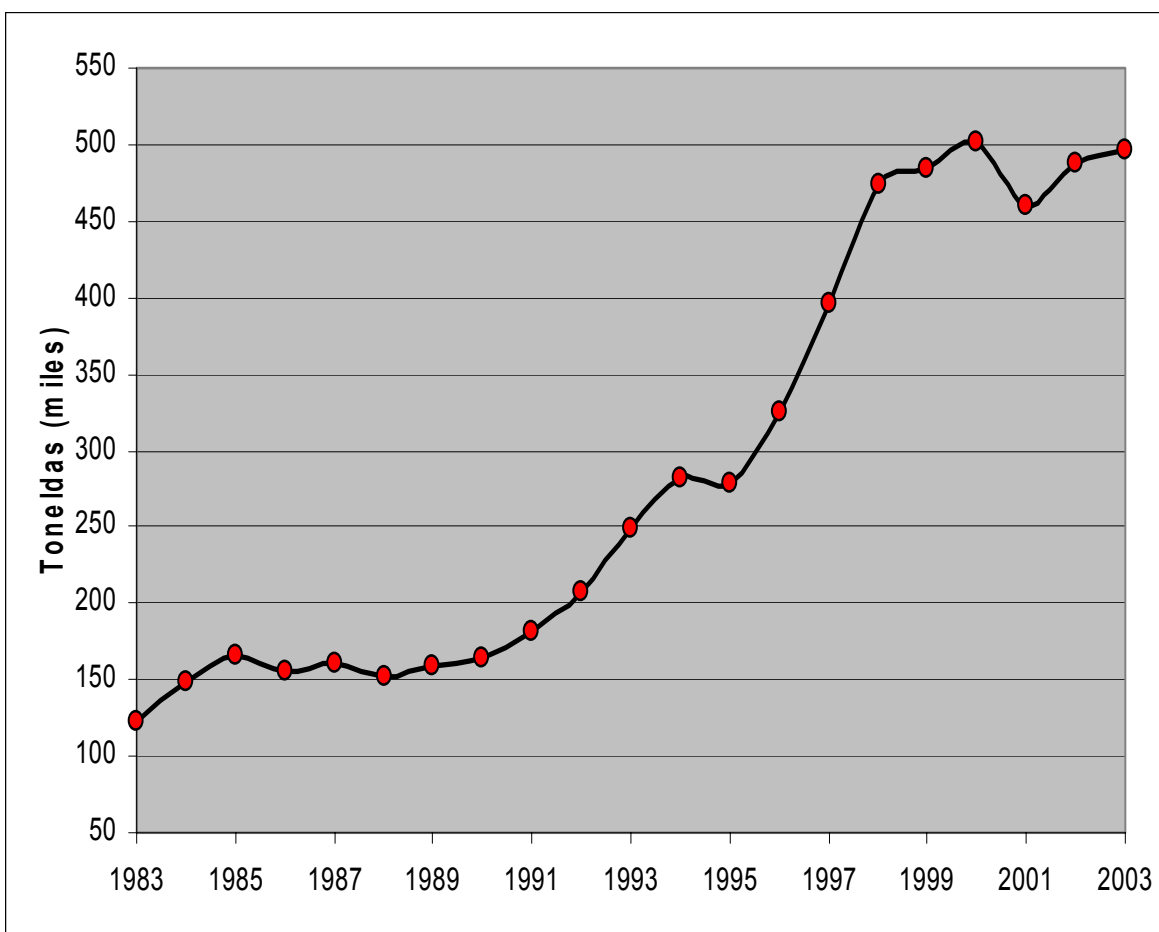
c) Sólo considera los valores final e inicial de la serie.

Fuentes: 1983 – 1988: DGAC, SCT, tomado de Heredia Iturbe, Francisco. El transporte aéreo de carga en México, Publicación Técnica 124, IMT. 1989 – 2002: DGAC, SCT. La aviación mexicana en cifras 2002. 2003: DGAC, SCT. Cifras preliminares.

El proceso de apertura a la participación del sector privado se realizó en medio de una grave crisis financiera y administrativa, tanto a nivel nacional como en las dos empresas troncales nacionales, pero especialmente en Aeroméxico (Rico, 2001).

Por esta situación, no es extraño que en esos años (ochentas), las tasas de crecimiento sean moderadas e incluso puede resultar sorprendente que los volúmenes de carga transportada no hayan decrecido en una mayor magnitud, y que la tendencia general haya sido ascendente.

total de la infraestructura aeronáutica y de la mayoría de las aerolíneas; incluyendo las dos principales empresas troncales nacionales, Aeroméxico y Mexicana.



Nota: Incluye carga doméstica e internacional.

Fuentes: 1983 – 1988: DGAC, SCT, tomado de Heredia Iturbe, Francisco. El transporte aéreo de carga en México, Publicación Técnica 124, IMT. 1989 – 2002: DGAC, SCT. La aviación mexicana en cifras 2002. 2003: DGAC, SCT, cifras preliminares.

Figura 2.1
Transporte aéreo de carga, 1983 – 2003

En el siguiente periodo, 1989 - 1994, que corresponde al sexenio de Carlos Salinas de Gortari, se observa un comportamiento muy estable de la variable analizada, con un crecimiento sostenido mayor al 10% anual. Este comportamiento probablemente se explica por la reestructuración de las rutas que la SCT planteó en 1988 mediante la publicación del nuevo “Esquema Rector del Sistema Nacional de Transporte Aéreo” (Heredia, 1999).

Bajo esta nueva estructura, se logró que las empresas más importantes del país concentraran sus operaciones en las rutas troncales, descargándoseles de la responsabilidad de atender destinos con muy baja demanda, que representaban una carga económica, y permitiendo el crecimiento de las aerolíneas que

actualmente atienden los segmentos regionales y locales de la aviación¹³ (Heredia, 1999; Rico, 2001).

En este periodo (89 – 94) se consolidó el proceso de privatización de las aerolíneas, y se comenzaron a definir los lineamientos que determinarían la apertura de la infraestructura aeroportuaria a los inversionistas privados¹⁴. Entre 1990 y 1995, Aeroméxico y Mexicana sufrieron fuertes problemas derivados de malos manejos por parte de los nuevos administradores privados (Rico, 2001), que agravaron la situación financiera que ya agobiaba a las dos empresas.

Estos problemas coincidieron con la crisis económica nacional que se presentó en los comienzos de la administración de Ernesto Zedillo, a finales de 1994, y que se prolongaría durante casi todo 1995, llevando a las dos aerolíneas a una situación de emergencia; la solución se planteó mediante la creación, en mayo de 1995, de la empresa controladora CINTRA S.A. de C.V. (Corporación Internacional de Aviación), tenedora de las acciones de ambas aerolíneas y sus filiales¹⁵.

La estrategia de integrar parcialmente algunas de las actividades de Aeroméxico, Mexicana y sus filiales, a través de CINTRA, fue exitosa en el sentido de salvar a las empresas de una situación inminente de quiebra, y fomentar en ellas mayores niveles de eficiencia, que se reflejaron en la reactivación de sus actividades comerciales¹⁶.

Así, entre 1995 y 1998 se volvieron a presentar tasas muy altas de crecimiento en las toneladas transportadas por el modo aéreo, alcanzando valores cercanos al

¹³ El “Esquema Rector del Sistema Nacional de Transporte Aéreo” estableció una importante reestructuración de las rutas en el mercado doméstico, clasificando los diferentes destinos y sus enlaces en tres categorías llamadas “troncal-nacional”, “troncal-regional” y “regional-alimentador”. Se propuso que Aeroméxico y Mexicana se concentraran en el nivel troncal-nacional, atendiendo los grandes corredores. En el nivel troncal-regional se establecieron dos grandes zonas a lo largo del país, una en el occidente y otra en el golfo –caribe, que serían atendidas por Aerocalifornia y Aviacsa respectivamente. En el tercer nivel, regional-alimentador, se propusieron cinco centroides de concentración en las ciudades de Hermosillo, Monterrey, Guadalajara, Oaxaca y Mérida, desde donde operarían empresas como Aerocozumel, Aerocaribe, Aerovías Oaxaqueñas, y Aeromar (Heredia, 1999).

¹⁴ El Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000 contempla un proceso de apertura a la inversión privada en el Sistema Aeroportuario Mexicano, habiéndose publicado los lineamientos generales de este proceso en el Diario Oficial de la Federación en febrero de 1998.

¹⁵ Aeroperú, Aerolitoral, Aeromexpress, Aeromextur, Aeromonterrey, Aerolibertad, Aerocozumel y Aerovías Caribe; Sertel, Sabre de México, SEAT, Turborreactores, Datatronic, Servicios Operativos Aéreos, etcétera.

¹⁶ Sin embargo, la existencia de CINTRA ha estado rodeada de una gran polémica por los efectos encontrados que ha tenido en el subsector, pues si bien es innegable que por las ventajas de la concentración económica la corporación se ha saneado financieramente y es más competitiva en el mercado internacional, también existen importantes señalamientos de comportamiento monopólico que perjudica el desarrollo de sus competidores en los mercados domésticos.

20% anual. En términos absolutos, la carga transportada pasó de 277 mil toneladas en 1995, a 473 mil en 1998; es decir, casi 70 mil toneladas por año. Es importante señalar que en este crecimiento destacado, no puede soslayarse la participación cada vez mayor de la carga internacional y de las aerolíneas extranjeras, como se podrá comprobar en apartados posteriores de este capítulo.

En 1998, la SCT publicó los lineamientos generales para la apertura a la inversión privada en el Sistema Aeroportuario Mexicano. A partir del último trimestre de 1997, los 58 aeropuertos administrados por ASA fueron reagrupados en cinco entidades administrativas, determinándose que cuatro de ellas estuvieran disponibles para aceptar participación del sector privado.

Estos cuatro grupos aeroportuarios fueron denominados “Unidades de Negocio” Pacífico, Centro Norte, Sureste y Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, con sede en los aeropuertos de Guadalajara, Monterrey, Cancún y la Ciudad de México, respectivamente.

Los aeropuertos restantes (veintitrés), no se declararon disponibles para recibir participación del capital privado, y han permanecido administrados directamente por el organismo descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares, denominándose a este grupo, ASA Corporativo¹⁷ (Rico, 2002).

En 1999 y 2000, coincidiendo con el cambio de administración federal, el intenso ritmo de crecimiento registrado en los años anteriores en las toneladas transportadas por el subsector, se detuvo, alcanzando valores modestos de 2 y 4% anuales, respectivamente.

Desafortunadamente, 2001 vendría a ser el año más negativo en los veinte años analizados, pues a la tendencia que ya se había manifestado en 1999 y 2000 se agregó la crisis aérea mundial, que derivó de los graves sucesos ocurridos en Nueva York en septiembre y la posterior invasión de Afganistán, por parte de los Estados Unidos. En ese año, la demanda de transporte de carga en México se redujo en más de 40 mil toneladas, lo cual significó cerca del 10% del total y la vuelta a los valores negativos en las tasas de crecimiento.

Este hecho destaca la gran importancia que desde hace algunos años ha venido tomando, en el transporte aéreo mexicano la carga y las decisiones de las aerolíneas internacionales.

En 2002 el panorama parecía volver a tomar una tendencia positiva, pues la demanda volvió a crecer en casi 30 mil toneladas, sin embargo, el avance en 2003 volvió a ser relativamente modesto, con un valor absoluto de cerca de 9 mil toneladas y un incremento de 1.8%, con respecto al año anterior.

¹⁷ En algunos documentos de ASA, estos aeropuertos se dividen en dos grupos, a los que se les denomina Corporativo Norte y Corporativo Sur.

Probablemente haya contribuido a la reducción de las tasas de crecimiento el estado de guerra, que ha resultado de la invasión de los Estados Unidos a Irak, y la afectación consiguiente a la libre circulación de aeronaves civiles en el espacio aéreo mundial.

Del análisis de los datos, se puede concluir que en los últimos cinco años la demanda de transporte aéreo de carga se ha comportado de manera relativamente errática, rondando las 500 mil toneladas anuales, pero sin lograr mantener la tendencia creciente que se presentó en la segunda mitad de la década de los noventa, y que generó una fuerte expectativa de desarrollo de este subsector del transporte en México.

2.3 Distribución de la carga transportada en las categorías doméstica e internacional

La participación de la carga internacional en el total de la carga transportada por el modo aéreo en México ha venido siendo cada vez de mayor relevancia; por ese motivo se ha considerado pertinente realizar un análisis dividiendo el total de la carga en las dos categorías que resultan fundamentales para el propósito de evaluar el comportamiento de este segmento del mercado: doméstica e internacional.

En general, en la categoría “doméstica” se incluyen todos los movimientos que tienen lugar entre dos terminales dentro del territorio nacional de México, y en la categoría “internacional” se incluyen todos los movimientos que tienen uno de sus extremos (origen o destino) en una terminal localizada en México, y el otro en un aeropuerto en cualquier otro país.

La Tabla 2.2 presenta la carga transportada en México por el modo de transporte aéreo en el periodo 1992 – 2003, desagregada en las categorías doméstica e internacional. Esta misma información se presenta de manera gráfica en la Figura 2.2.

De los datos de la Tabla 2.2 se concluye que la carga internacional es mucho mayor que la doméstica, y que a lo largo de esta década la diferencia entre ellas se ha incrementado, pasando de una razón aproximada del 60/40 a un valor cercano al 80/20.

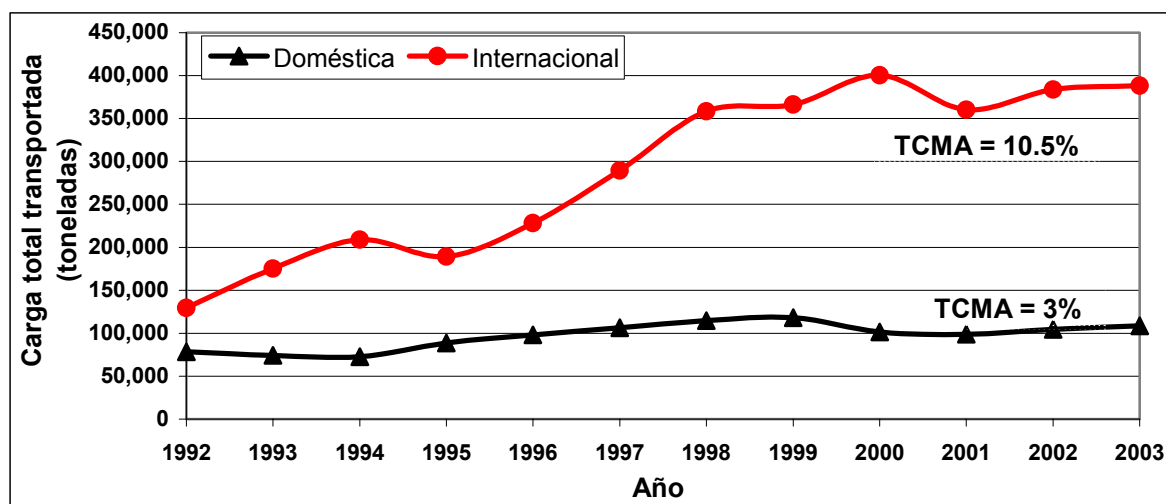
La razón 80/20 es equivalente a la razón 4/1, lo cual implica que en el sistema de transporte aéreo de carga en México, la carga internacional es aproximadamente cuatro veces mayor que la doméstica.

Este dato se corrobora numéricamente al observar que en los últimos años, la carga internacional ha sido de aproximadamente 400 mil toneladas; mientras que la doméstica ha fluctuado alrededor de las 100 mil toneladas, sumando en conjunto un monto cercano al medio millón de toneladas anuales.

Tabla 2.2
Carga doméstica e internacional transportada en México
por el modo aéreo, 1992 – 2003 (toneladas)

Año	Carga doméstica	%	Carga internacional	%	Total
1992	78,463	37.77%	129,285	62.23%	207,748
1993	74,272	29.77%	175,252	70.23%	249,524
1994	72,720	25.82%	208,916	74.18%	281,636
1995	88,495	31.88%	189,060	68.12%	277,555
1996	97,875	30.03%	228,064	69.97%	325,939
1997	106,478	26.90%	289,341	73.10%	395,819
1998	114,817	24.27%	358,351	75.73%	473,168
1999	118,132	24.38%	366,381	75.62%	484,513
2000	101,534	20.22%	400,535	79.78%	502,069
2001	98,900	21.54%	360,314	78.46%	459,214
2002	104,288	21.36%	383,914	78.64%	488,202
2003	108,785	21.89%	388,220	78.11%	497,005
TCMA	3.01%		10.51%		8.25%

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.



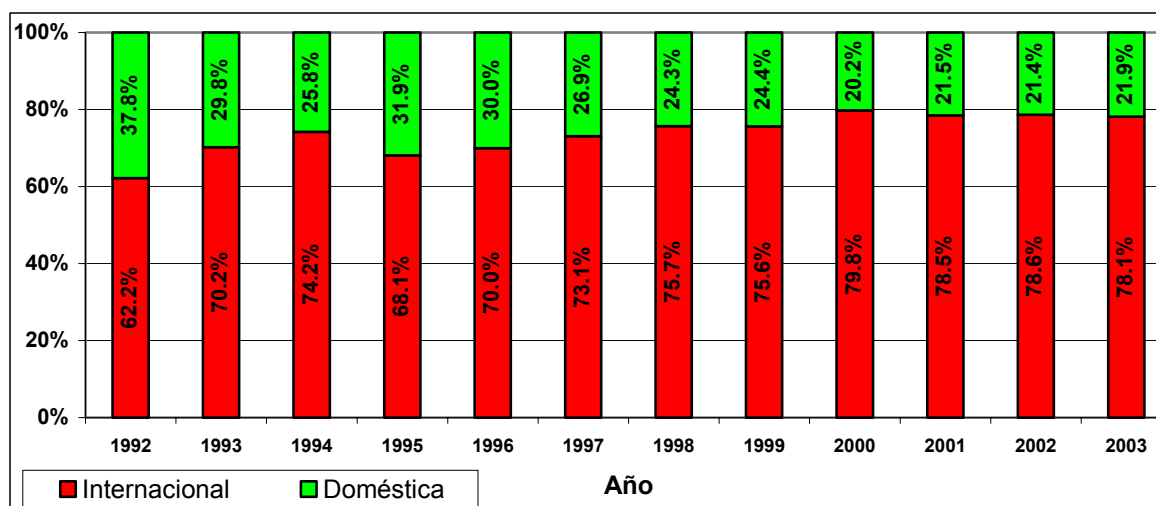
Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México. 2004.

Figura 2.2
Total de carga transportada, doméstica e internacional

En cuanto a las tendencias observadas, en el periodo analizado la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) es de 10.5% para la categoría internacional, misma que es significativamente mayor que para la categoría doméstica, que tan sólo registra una TCMA de 3% en el mismo periodo.

La diferencia en las tasas de crecimiento implica que en el futuro es de esperar que la razón entre la carga internacional y la doméstica se siga incrementando.

Esta tendencia se observa con claridad en la Figura 2.3, que muestra la participación relativa de ambas categorías en el periodo 1992 – 2003.



Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México. 2004.

Figura 2.3

Total de carga transportada, participación relativa: doméstica e internacional

La situación descrita en los párrafos anteriores permite obtener una conclusión fundamental: el transporte aéreo de carga en México tiene actualmente una vocación claramente definida hacia la categoría internacional, puesto que los movimientos domésticos representan sólo alrededor del 20% del total.

Esta conclusión se puede complementar con la observación de que es muy probable que la característica señalada tienda a afirmarse en el futuro, dado que la tasa de crecimiento media anual de la carga internacional es 3.5 veces mayor que la de la doméstica.

La prominencia de los movimientos internacionales tiene importantes implicaciones en la definición del sistema de transporte aéreo de carga y, consecuentemente, también en su estudio, lo cual obliga a que la conclusión expuesta se deba mantener presente a lo largo de todo el proyecto.

2.4 Carga transportada por aerolíneas nacionales y extranjeras en el periodo 1992 – 2003

En el apartado anterior se presentó la distribución del total de la carga transportada en México, dividida entre las categorías doméstica e internacional. En el presente apartado se alude a la distribución del total de la carga transportada, pero dividida entre otras dos categorías que han sido definidas como aerolíneas nacionales y extranjeras.

En la categoría “aerolíneas nacionales” se incluyen todas las actividades realizadas por empresas mexicanas. Estas actividades pueden consistir en servicios domésticos e internacionales.

De acuerdo con el marco regulatorio mexicano, las empresas nacionales son las únicas con autorización para realizar servicios domésticos¹⁸. Adicionalmente, un número importante de aerolíneas mexicanas tienen permisos para realizar servicios internacionales¹⁹.

Por “aerolíneas extranjeras” se entiende todas las empresas que provienen de otros países. Estas aerolíneas, por ley, están excluidas de la prestación de servicios domésticos, quedando restringidas únicamente a la prestación de servicios internacionales.

Conviene señalar que las empresas mexicanas con permiso para llevar a cabo servicios internacionales, lo han obtenido de las agencias reguladoras extranjeras correspondientes, y que usualmente se recibe en reciprocidad a los permisos otorgados por la autoridad aeronáutica mexicana a las compañías extranjeras de esos países, para operar en aeropuertos mexicanos.

La definición del número de empresas que pueden operar entre dos países depende de los convenios bilaterales internacionales firmados por esas naciones.

2.4.1 Participación en el total de la carga

La Tabla 2.3 muestra los datos de la carga transportada por empresas nacionales y extranjeras en el periodo comprendido entre 1992 y 2003, incluyendo la serie de valores que corresponden a la participación relativa de las dos categorías analizadas, así como las tasas de crecimiento medio anual en el periodo.

De los datos presentados en la Tabla 2.3, se observa que la carga transportada, tanto de empresas nacionales, como de extranjeras, ha mantenido una tasa de crecimiento positiva, de tal manera que las magnitudes absolutas de ambas variables se han incrementado pero; mientras que la carga transportada por las aerolíneas nacionales se ha duplicado, para las extranjeras se ha triplicado en el mismo periodo.

Lo anterior es consecuencia de la diferencia en las tasas de crecimiento medio anual de ambas categorías, puesto que no obstante que las dos TCMA son altas (5.27% para las empresas nacionales y 10.89% para las extranjeras), la que corresponde a la aviación extranjera es casi del doble que la de las nacionales.

¹⁸ Entendiendo por servicios domésticos aquellos que tienen origen y destino en aeropuertos localizados dentro del territorio nacional mexicano.

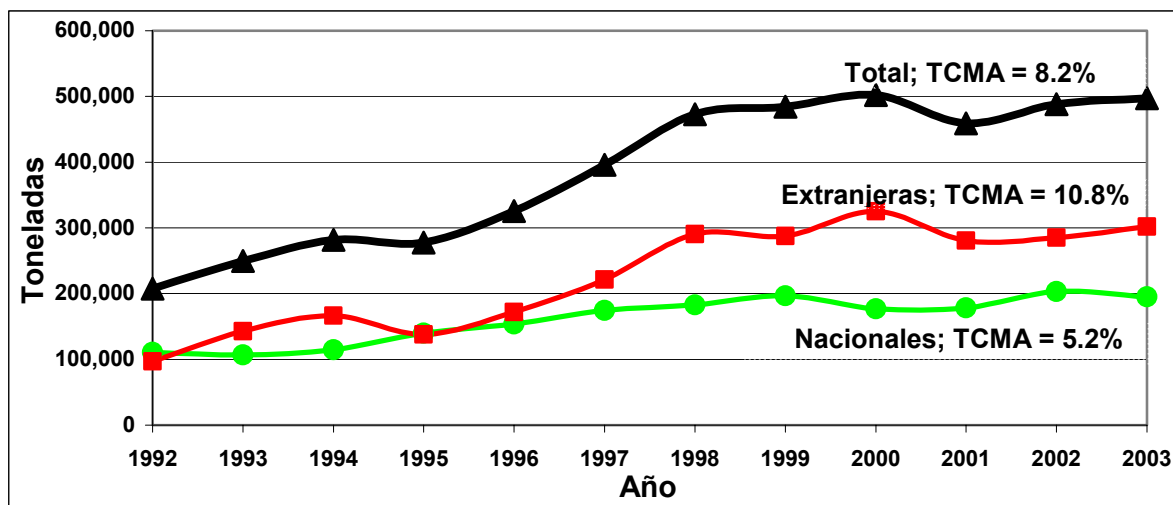
¹⁹ Entendiendo por servicios internacionales aquellos que se realizan con uno de sus extremos (origen o destino) localizado en otro país.

En la Figura 2.4 se puede observar que en la década analizada, la carga transportada por las empresas nacionales ha presentado un comportamiento más estable que la de sus contrapartes extranjeras.

Tabla 2.3
Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras 1992 – 2003
(toneladas)

Año	Nacionales	%	Extranjeras	%	Total
1992	110,862	53.4%	96,886	46.6%	207,748
1993	106,792	42.8%	142,732	57.2%	249,524
1994	114,841	40.8%	166,795	59.2%	281,636
1995	139,883	50.4%	137,672	49.6%	277,555
1996	153,936	47.2%	172,003	52.8%	325,939
1997	174,318	44.0%	221,501	56.0%	395,819
1998	182,693	38.6%	290,475	61.4%	473,168
1999	196,897	40.6%	287,616	59.4%	484,513
2000	177,088	35.3%	324,981	64.7%	502,069
2001	178,353	38.8%	280,861	61.2%	459,214
2002	202,906	41.6%	285,296	58.4%	488,202
2003	195,075	39.3%	301,930	60.7%	497,005
TCMA	5.27%		10.89%		8.25%

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

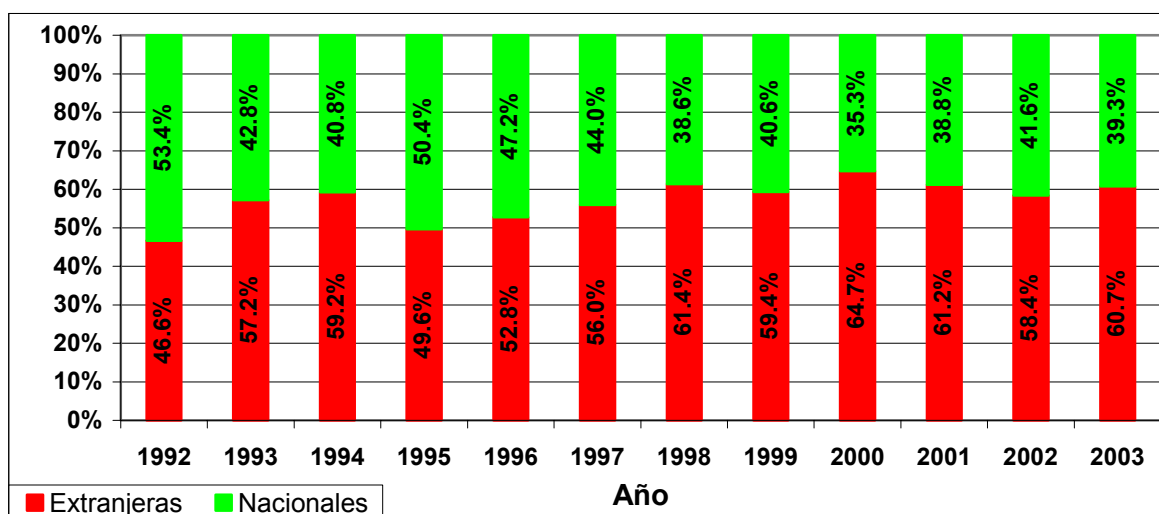


Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Figura 2.4
Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras

La diferencia en la magnitud de las TCMA de las dos categorías provoca que la participación relativa de las empresas nacionales tienda a disminuir con el tiempo (aunque se observa un comportamiento relativamente cíclico), habiendo iniciado el periodo con una razón favorable de aproximadamente 55/45, y terminando con una relación desfavorable 40/60; se observa que la ventaja es obtenida por las empresas extranjeras a partir de 1993, y que el año de menor participación para las nacionales fue 2000.

La participación relativa de ambas categorías se presenta gráficamente en la Figura 2.5.



Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Figura 2.5
Carga total transportada por empresas nacionales y extranjeras, participación relativa

Dada la tendencia observada en las dos tasas de crecimiento medio anual, se puede esperar que la participación de las empresas nacionales siga decreciendo lentamente en el futuro.

2.4.2 Participación en el transporte de carga internacional

En este apartado se analiza la participación absoluta y relativa de las aerolíneas nacionales y extranjeras, exclusivamente en el transporte de carga internacional. Los datos para el periodo 1992 – 2003 son mostrados en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4
Carga internacional transportada por empresas nacionales y extranjeras
1992 – 2003 (toneladas)

Año	Nacionales	%	Extranjeras	%	Total Internacional
1992	32,399	25.1%	96,886	74.9%	129,285
1993	32,520	18.6%	142,732	81.4%	175,252
1994	42,121	20.2%	166,795	79.8%	208,916
1995	51,388	27.2%	137,672	72.8%	189,060
1996	56,061	24.6%	172,003	75.4%	228,064
1997	67,840	23.4%	221,501	76.6%	289,341
1998	67,876	18.9%	290,474	81.1%	358,350
1999	78,757	21.5%	287,616	78.5%	366,373
2000	75,554	18.9%	324,981	81.1%	400,535
2001	79,453	22.1%	280,861	77.9%	360,314
2002	98,618	25.7%	285,295	74.3%	383,913
2003	86,290	22.2%	301,930	77.8%	388,220
TCMA	9.31%		10.89%		10.51%

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

En la Tabla 2.4 se puede observar que el total de la carga internacional transportada por el modo aéreo ha tenido una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 10.5% en el periodo analizado. Esta es una tasa de crecimiento importante, que corresponde a una diferencia de alrededor de 260 mil toneladas entre las 130 mil toneladas que se transportaron en 1992, y las casi 390 mil toneladas manejadas al final del periodo.

Como ya se había notado en apartados anteriores, la carga internacional en México, prácticamente se ha triplicado en los últimos doce años, lo cual seguramente tiene importantes implicaciones en la utilización y desarrollo de la infraestructura y las actividades empresariales en el subsector.

En la misma Tabla 2.4 se aprecia que la carga internacional se distribuye entre las empresas extranjeras y las mexicanas en una proporción *oaretiana* típica de 80/20 (o lo que es lo mismo de 4/1), lo cual significa que las empresas extranjeras transportan anualmente montos cercanos al 80% del total, correspondiendo a las empresas mexicanas el complementario 20%.

Se puede señalar que la proporción de la carga atendida por las empresas mexicanas se ha mantenido relativamente constante a lo largo del periodo analizado, teniendo su valor mínimo en 1993, con 18.6%, y su valor máximo en 1995 con un 27.2%.

Sin duda, las proporciones señaladas indican que la participación de las empresas mexicanas en este mercado es modesta, y sugieren la existencia de

oportunidades de expansión, al menos hasta lograr un reparto más equilibrado con valores cercanos al 50% de participación.

El hecho de que la proporción de la participación de ambas categorías se haya mantenido relativamente constante a lo largo de la década analizada, se refleja en la similitud que existe entre las TCMA de los montos transportados, que es de 9.31% para las nacionales y de 10.89% para las extranjeras, y que son cercanas al 10.51% del crecimiento promedio del total.

Estas cifras sugieren la hipótesis de que las empresas mexicanas han sabido aprovechar, aunque sea parcialmente, las oportunidades derivadas del crecimiento de la carga internacional en la década, logrando al menos no retroceder en su participación en este mercado.

2.4.3 Carga doméstica e internacional transportada por las aerolíneas nacionales

En este apartado se analiza la evolución de la distribución de la carga transportada por las aerolíneas nacionales entre las categorías carga doméstica y carga internacional. Para ello, en la Tabla 2.5 se presenta la serie de datos entre 1992 y 2003 de estos dos rubros, incluyendo la participación relativa de cada uno respecto al total.

Tabla 2.5
Carga doméstica e internacional transportada por las aerolíneas nacionales
1992 – 2003 (toneladas)

Año	Carga doméstica	Participación relativa	Carga Internacional	Participación relativa	Carga total aerolíneas nacionales
1992	78,463	70.78%	32,399	29.22%	110,862
1993	74,272	69.55%	32,520	30.45%	106,792
1994	72,720	63.32%	42,121	36.68%	114,841
1995	88,495	63.26%	51,388	36.74%	139,883
1996	97,875	63.58%	56,061	36.42%	153,936
1997	106,478	61.08%	67,840	38.92%	174,318
1998	114,817	62.85%	67,876	37.15%	182,693
1999	118,132	60.00%	78,757	40.00%	196,889
2000	101,534	57.34%	75,554	42.66%	177,088
2001	98,900	55.45%	79,453	44.55%	178,353
2002	104,288	51.40%	98,618	48.60%	202,906
2003	108,785	55.77%	86,290	44.23%	195,075
TCMA	3.01%		9.31%		5.27%

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

En los datos de la Tabla 2.5 se puede observar un cambio importante en el origen de la carga transportada por las aerolíneas nacionales, puesto que mientras que

en 1992 la carga internacional significaba el 30% del total, en 2003 ésta equivale al 44%. Adicionalmente, se observa que el ritmo de crecimiento de la carga internacional transportada es mucho mayor (tres veces) que el de la carga doméstica, lo cual sugiere que de continuar esta tendencia de crecimiento, en los próximos años la carga internacional manejada por las mexicanas será mayor que la doméstica, y que la diferencia podrá seguir incrementándose.

En consecuencia, se puede afirmar que sí en el pasado la carga doméstica era el mercado principal para las aerolíneas nacionales, en el futuro es de suponerse que los mayores ingresos provengan del mercado internacional, lo cual evidentemente tendrá implicaciones en las políticas de comercialización y en la gestión operativa de las empresas.

Respecto al volumen de carga transportada en el periodo, el valor total casi se duplicó, alcanzando un monto cercano a las 200 mil toneladas. Sin embargo, también en este caso conviene señalar que la mayor parte de este crecimiento se debe a la carga internacional, que casi se triplicó en el periodo, como consecuencia de la significativa tasa de crecimiento medio anual que presentó en el periodo.

2.5 Aerolíneas nacionales que transportaron carga en el año 2003

En este apartado se reduce el periodo de análisis al año más reciente con el que se contaba información en el momento de realizar el estudio, pero desagregado al detalle con la identificación de las aerolíneas nacionales que participaron activamente en el mercado del transporte aéreo de carga. La intención es identificar cuáles son las empresas más importantes, bajo el criterio de los montos de carga transportados, que operan en el país.

Adicionalmente, será posible identificar cuál es la importancia actual de los segmentos de oferta definidos por las compañías que se dedican en exclusividad al transporte de carga y las empresas que transportan mercancías como una actividad secundaria, debido a que su actividad comercial fundamental es el transporte de pasajeros.

En la Tabla 2.6 se presentan los valores de la carga atendida por empresas mexicanas en el 2003, tanto en servicios domésticos como internacionales, en vuelos regulares o de fletamento.

De acuerdo con la DGAC (DGAC, 2004), los servicios regulares se definen como aquellos que están sujetos a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios; en cambio, los servicios de fletamento no están sujetos a ninguna de las tres condiciones, y son contratados específicamente para un servicio en particular. Se entiende que los servicios regulares los llevan a cabo las aerolíneas de manera sistemática, y que incluso no pueden en cualquier momento modificar las

frecuencias e itinerarios. Lógicamente, los servicios regulares se establecen en las rutas con demanda importante y estable, especialmente en el rubro de pasajeros.

Tabla 2.6
Carga transportada en el año 2003 por empresas nacionales en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento (toneladas)

TIPO DE SERVICIO/ AEROLÍNEA	DOMESTICO		INTERNACIONAL		TOTALES
	REGULAR	FLETAMENTO	REGULAR	FLETAMENTO	
EXCLUSIVAS DE CARGA	13,650	19,497	49,926	14,411	97,484
Aerotransportes Mas de Carga	0	0	35,759	2,708	38,467
Aero Unión	11,604	1,345	8,607	6,297	27,853
Estafeta Carga Aérea	0	16,580	0	5,017	21,597
Aeromexpress	0	865	5,560	0	6,425
Jett Paquetería	2,046	0	0	0	2,046
Aeroservicios de la Costa	0	666	0	0	666
Aeroexpress Intercontinental	0	0	0	389	389
Gacela Air Cargo	0	28	0	0	28
Alcon Servicios Aereos	0	13	0	0	13
TRONCALES	70,583	89	21,877	56	92,605
Aerovías de México	30,400	59	11,619	22	42,100
Mexicana de Aviación	24,304	30	10,258	34	34,626
Aviacsa	13,555	0	0	0	13,555
Líneas Aéreas Azteca	2,324	0	0	0	2,324
REGIONALES	4,966	0.04	20	0	4,986
Aeromar	2,217	0	0	0	2,217
Aerolitoral	1,407	0.04	20	0	1,427
Aerolíneas Internacionales	1,342	0	0	0	1,342
Total	89,199	19,586	71,823	14,467	195,075

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

De los datos en la Tabla 2.6 se puede concluir que la mayoría de la carga transportada por empresas mexicanas se realiza por medio de servicios regulares. En el 2003 las aerolíneas nacionales transportaron un total de 195,075 toneladas de carga; de ellas, 161,022 toneladas (82.5%) fueron transportadas en servicios regulares, tanto domésticos, como internacionales, el restante 17.4% correspondió a vuelos de fletamento.

Una segunda característica que se observa a partir de dicha tabla es que en el año 2003 las empresas exclusivas de carga transportaron más toneladas que las aerolíneas troncales. Aunque la diferencia no es muy grande (4,879 toneladas), el hecho es significativo por la importancia creciente que registra este segmento de la oferta. Considérese, por ejemplo, que en 1998 las empresas exclusivas de carga transportaron tan sólo un total de 39,831 toneladas, valor muy inferior a las 130,889 toneladas transportadas por las aerolíneas troncales en ese mismo año (Rico,2001), y menos de la mitad de la carga (40.8%) que manejaron en el 2003.

En 2003, las aerolíneas exclusivas de carga transportaron un total de 97,484 toneladas, de las cuales el 66% correspondió a carga internacional y el complementario 34% a la doméstica. De estos valores relativos se obtiene la conclusión de que el mercado principal de las empresas exclusivas de carga está

definido claramente en el segmento internacional, con excepción de las empresas Aero Unión, Estafeta Carga Aérea, y en menor grado por Jett Paquetería y Aeroservicios de la Costa. La primera de estas empresas tiene una participación con la carga de comercio internacional ligeramente mayor (53.5%) a la componente doméstica; y en el caso de Estafeta Carga Aérea aunque predomina su atención al mercado doméstico, ya tiene una importante componente de carga internacional (23.2%).

La empresa mexicana más importante en función del volumen de carga transportado en el 2003, fue Aerotransportes Mas de Carga, que con 38,467 toneladas tiene una participación del 39.43% en las empresas exclusivas de carga y un 19.7% del total de la carga transportada por las aerolíneas mexicanas. Esta empresa tiene una orientación definida hacia el mercado internacional, considerando que el total de sus operaciones fueron en este segmento del mercado, atendido principalmente mediante servicios regulares (93%), y en menor medida mediante fletamento (7%). Es relevante señalar que Aerotransportes Mas de Carga operó en 2003 sólo una aeronave, un *Boeing 767-300* (Tabla 2.7); sin embargo, para el 2004 estuvo operando con dos *Boeing 767-300* (con capacidad de 55 toneladas cada uno) y un DC10-30F, con capacidad de 70 toneladas.

Las siguientes dos empresas en orden de importancia dentro del segmento de las aerolíneas exclusivas de carga son Aero Unión y Estafeta Carga Aérea. Estas dos empresas junto con Aerotransportes Mas de Carga, transportaron el 90.1% de la carga movida por el segmento de empresas exclusivas de carga, y el 45% del total transportado por empresas nacionales.

Durante 2003, Aero Unión transportó un total de 27,853 toneladas; de las cuales 12,949 (46.5%) fueron del mercado doméstico. Estafeta Carga Aérea, transportó 21,597 toneladas; de las cuales 16,580 (76.7%) fueron del mercado doméstico de fletamento. Aero Unión, operó en 2003 una flota de dos aeronaves *Airbus A300*, con una capacidad individual 40 toneladas (Tabla 2.7); y en 2004 operó ya con tres *Airbus A300*; y para 2005 están buscando adquirir una aeronave de largo alcance ya sea una DC-10 ó un *Boeing 747/200*. Por su parte, Estafeta Carga Aérea, operó durante 2003 cuatro aeronaves: tres *Boeing 727* y un *Boeing 737* (Tabla 2.7); y en 2004 operaron con cuatro *Boeing 737-200* (capacidad individual de 14 toneladas); y para 2005 se pensó tener cinco aviones: tres *Boeing 737-200* y dos *Boeing 737-300* (capacidad individual, 17 toneladas).

Las aerolíneas troncales han sido tradicionalmente las más importantes en el país, por ser las más grandes y con muchos años de operación en el mercado; sin embargo, su actividad comercial fundamental corresponde al transporte de pasajeros; en tanto que el de carga, siempre ha sido considerado como una actividad comercial de segundo orden. Dentro de las aerolíneas troncales nacionales dedicadas a carga aérea, las tres más importantes son Aeroméxico, Mexicana y Aviacsa; y con una participación incipiente, se ubica Líneas Aéreas Azteca.

Tabla 2.7
Equipo de vuelo utilizado por empresas nacionales para el transporte de carga aérea durante el año 2003

TIPO DE SERVICIO / AEROLÍNEA / AERONAVE	CANTIDAD
EXCLUSIVAS DE CARGA	28
AEROTRANSPORTES MAS DE CARGA	1
BOEING 767-300F	1
AERO UNION	2
AIRBUS 300 B4	2
ESTAFETA CARGA AÉREA	4
BOEING 727-229C	1
BOEING 727-2T4C	2
BOEING 737-210C	1
AEROMEXPRESS	1
BOEING 727-2K5	1
JETT PAQUETERIA	13
SABRELINER T-39A	13
AEROSERVICIOS DE LA COSTA	2
SA-227-AC	2
AEROEXPRESS INTERCONTINENTAL	1
B727-225	1
GACELA AIR CARGO	3
FAIRCHILD SA-227-AC	2
NIHON YS-11A	1
ALCON SERVICIOS AÉREOS	1
NIHON YS-11A	1
TRONCALES	176
AEROVIAS DE MÉXICO	68
BOEING 737-700	4
BOEING 757-200	8
BOEING 767-200	4
BOEING 767-300	1
DC-9-32	7
MD-82	9
MD-83	9
MD-87	16
MD-88	10
MEXICANA DE AVIACIÓN	68
AIRBUS A319-100	14
AIRBUS A320	26
BOEING 727-200	9
BOEING 757-200	9
FOKKER -100	10
AVIACSA	34
BOEING 727-100	2
BOEING 727-200	9
BOEING 737-200	20
DC-9-15	3
LINEAS AEREAS AZTECA	6
BOEING 737-300	3
BOEING 737-700	3
REGIONALES	45
AEROMAR	13
ATR-42	13
AEROLITORAL	25
FAIRCHILD SA227	3
SAAB 340B	22
AEROLINEAS INTERNACIONALES	7
BOEING 727-100	2
BOEING 727-200	5

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Aeroméxico (Aerovías de México) aún conserva una posición destacada en el transporte de carga al haber transportado en 2003 un total de 42,100 toneladas, que representan el 45.4% del total transportado por la categoría troncales, y 21.5% del total transportado por las aerolíneas nacionales. Por su parte, Mexicana de Aviación, movilizó 34,626 toneladas; equivalente al 37.4% de la categoría troncales. En el tercer lugar general de las troncales se ubica Aviacsa, que transportó 13,555 toneladas; y en cuarto lugar Líneas Aéreas Azteca, que movilizó 2,324 toneladas; estos valores representan el 14.6% y el 2.5% respectivamente de la categoría troncales. Cabe mencionar que estas dos últimas aerolíneas sólo participaron en el movimiento de carga regular del ámbito doméstico; a diferencia de Aeroméxico y Mexicana que movilizaron carga tanto doméstica como internacional, principalmente en servicios regulares.

Para finalizar con el análisis de la Tabla 2.6 es pertinente señalar que la participación de las empresas regionales es todavía muy limitada, al alcanzar en conjunto un monto total de 4,986 toneladas transportadas en el 2003, lo que representa tan sólo el 2.5% del total movilizado por las aerolíneas nacionales. Las empresas regionales, de manera similar al caso de las empresas troncales, tienen una vocación fundamentalmente enfocada al transporte de pasajeros, pero en las rutas que no resulta conveniente que sean atendidas por las empresas troncales que suelen manejar una escala de aeronaves de mayor envergadura (Tabla 2.7).

Con relación a las actividades de las empresas regionales se puede observar que están definidas casi en exclusividad en los servicios regulares del ámbito doméstico, puesto que el 99.99% de sus operaciones estuvieron bajo la modalidad de servicios regulares, y el 99.6% fueron servicios en el mercado doméstico.

De lo expuesto se puede concluir que en general, las aerolíneas mexicanas exclusivas de carga operan relativamente poco con el segmento doméstico (sólo el 34%), ya que atienden fundamentalmente al segmento internacional del mercado; mientras que las empresas troncales tienen una alta participación con el segmento doméstico (76.3%), y las regionales operan casi exclusivamente con éste (99.6%).

2.6 Clasificación jerárquica de las aerolíneas nacionales y extranjeras que transportaron carga en el año 2003

En este apartado se presenta una clasificación de las aerolíneas nacionales y extranjeras que transportaron carga doméstica e internacional en el 2003. La clasificación se realizó utilizando la técnica ABC basada en la regla de Pareto (Rico, 2001).

En la Tabla 2.8 se presenta el listado de todas las empresas (77 en total) que realizaron transporte de carga en México en el 2003; se puede observar al respecto la considerable amplitud del intervalo de valores que existe entre la empresa con mayor participación (*Federal Express* – 57,245 toneladas) y la de

menor participación al total (*Trans World Airlines* – 0.17 toneladas). También se puede observar que el número de empresas con una contribución marginal al total de la carga transportada es muy grande (42 empresas de 77 [54.5%], aportan en conjunto menos del 5% de la carga transportada en el sistema).

Ambas características constituyen el problema que obliga a utilizar una técnica de clasificación que permita formar categorías más homogéneas de empresas, y establecer una jerarquía en su colaboración al transporte de carga.

La técnica ABC consiste en ordenar las empresas de mayor a menor, según su participación absoluta al total, y después de calcular las participaciones relativas, identificar los tres grupos formados entre los límites ubicados en el 80, 95 y 100% de las participaciones relativas acumuladas.

Si los datos se distribuyen de acuerdo con la regla de Pareto, los puntos definidos por los valores 80, 95 y 100% de la participación acumulada, deben corresponder aproximadamente a los valores 20, 70 y 100% del acumulado del número de objetos en la lista.

La Figura 2.6 muestra de manera gráfica la aplicación de la técnica de clasificación ABC al caso de las 77 aerolíneas que transportaron carga en México en el 2003. En la figura se aprecia la curva *paretiana*, formada por la sucesión de puntos que corresponden a la participación relativa acumulada de la carga transportada por las 77 empresas y sus valores correspondientes en la participación relativa acumulada del número de compañías ordenadas de mayor a menor, así como la delimitación de las zonas de clasificación ABC, de acuerdo con los puntos 80/20, 95/70 y 100/100.

En la Tabla 2.8 se puede apreciar con mayor detalle los valores que corresponden a cada uno de los puntos de la curva y los límites que hemos propuesto para la definición de las fronteras de clasificación. La Tabla 2.8 se encuentra dividida en dos partes, por razones debidas al formato del reporte.

En la primera parte se incluyen los conjuntos de empresas que corresponden a las dos categorías de mayor relevancia, A y B. Las dos categorías incluyen un total de 35 empresas (45.45% del total) que son responsables del transporte del 95.12% de la carga atendida en 2003.

En la categoría A se encuentran las 16 empresas que se considera son las más importantes en el sistema de transporte aéreo de carga, con base única en el criterio de la cantidad de carga atendida en 2003.

De estas 16 empresas, seis son de origen nacional (37.5%); de ellas, tres son exclusivas de carga y tres son líneas regulares que cubren rutas troncales de pasajeros. En el caso de las diez extranjeras, seis son exclusivas de carga, y cuatro son líneas regulares de pasajeros.

Tabla 2.8 (primera parte)
Clasificación de las aerolíneas nacionales y extranjeras que operaron en el año 2003, en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento

Rango/Empresa		Tipo	Origen	Carga		Empresas participación acumulada (%)	Categoría de Pareto
				(toneladas)	Participación acumulada (%)		
1	Federal Express	Exclusivas carga	Extranjera	57,245	11.52%	1.30%	A
2	Aerovías de México	Regular	Nacional	42,100	19.99%	2.60%	A
3	Aerotransportes Mas de Carga	Exclusivas carga	Nacional	38,467	27.73%	3.90%	A
4	Mexicana de Aviación	Regular	Nacional	34,626	34.70%	5.19%	A
5	Aero Unión	Exclusivas carga	Nacional	27,853	40.30%	6.49%	A
6	United Parcel Service	Regular	Extranjera	26,632	45.66%	7.79%	A
7	Atlas Air	Exclusivas carga	Extranjera	23,614	50.41%	9.09%	A
8	Air France	Regular	Extranjera	21,938	54.82%	10.39%	A
9	Estafeta Carga Aérea	Exclusivas carga	Nacional	21,597	59.17%	11.69%	A
10	Cargolux Airlines Inter.	Exclusivas carga	Extranjera	20,981	63.39%	12.99%	A
11	Martin Air Holland	Exclusivas carga	Extranjera	19,562	67.33%	14.29%	A
12	KLM	Regular	Extranjera	15,658	70.48%	15.58%	A
13	Aviaca	Regular	Nacional	13,555	73.20%	16.88%	A
14	DHL Internacional	Exclusivas carga	Extranjera	13,016	75.82%	18.18%	A
15	Amerijet Internacional	Exclusivas carga	Extranjera	10,364	77.91%	19.48%	A
16	Iberia	Regular	Extranjera	7,613	79.44%	20.78%	A
17	American Airlines	Regular	Extranjera	6,865	80.82%	22.08%	B
18	Aeromexpress	Exclusivas carga	Nacional	6,425	82.11%	23.38%	B
19	Varig	Regular	Extranjera	5,901	83.30%	24.68%	B
20	Lufthansa	Regular	Extranjera	5,644	84.44%	25.97%	B
21	Capital Cargo International	Exclusivas fletamento	Extranjera	5,475	85.54%	27.27%	B
22	DHL Guatemala	Regular	Extranjera	5,128	86.57%	28.57%	B
23	Lan Chile	Regular	Extranjera	4,650	87.51%	29.87%	B
24	Gemini Air Cargo	Exclusivas fletamento	Extranjera	4,142	88.34%	31.17%	B
25	Custom Air Transport	Exclusivas fletamento	Extranjera	4,082	89.16%	32.47%	B
26	Delta	Regular	Extranjera	3,737	89.91%	33.77%	B
27	Alaska	Regular	Extranjera	3,553	90.63%	35.06%	B
28	Continental	Regular	Extranjera	3,458	91.32%	36.36%	B
29	Florida West Airlines	Exclusivas fletamento	Extranjera	3,200	91.97%	37.66%	B
30	Avianca	Regular	Extranjera	3,035	92.58%	38.96%	B
31	Express Net	Regular	Extranjera	2,829	93.15%	40.26%	B
32	British Airways	Regular	Extranjera	2,795	93.71%	41.56%	B
33	United Airlines	Regular	Extranjera	2,461	94.20%	42.86%	B
34	Líneas Aéreas Azteca	Troncal	Nacional	2,324	94.67%	44.16%	B
35	Aeromar	Regional	Nacional	2,217	95.12%	45.45%	B

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Las 16 empresas principales transportaron en conjunto el 79.44% del total de la carga atendida por el sistema en el 2003, acumulando un monto cercano a las 400,000 toneladas (394,821 toneladas).

Todas éstas transportaron individualmente más de siete mil toneladas al año, aunque las primeras seis transportaron individualmente más de 25 mil toneladas anuales²⁰.

²⁰ Cuatro de ellas, de origen nacional.

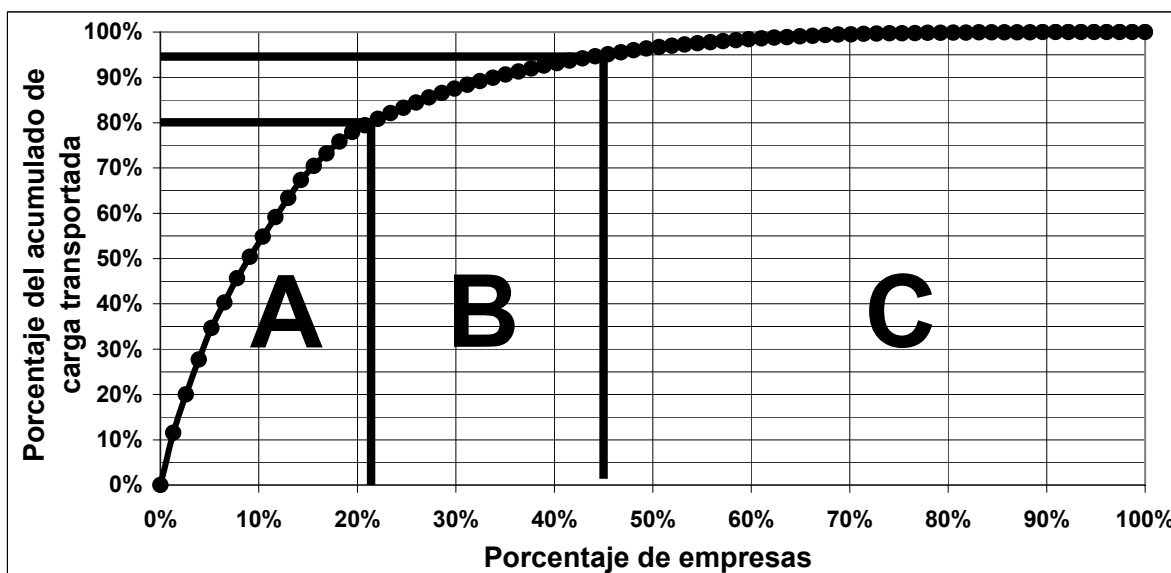
Tabla 2.8 (segunda y última parte)
Clasificación de las aerolíneas nacionales y extranjeras que operaron en el año 2003, en servicios doméstico e internacional, regular y de fletamento

Rango/Empresa	Tipo	Origen	Carga		Empresas participación acumulada (%)	Categoría de Pareto
			(toneladas)	Participación acumulada (%)		
36 Tampa	Regular	Extranjera	2,162	95.55%	46.75%	C
37 Air Foyle Limited	Exclusivas fletamento	Extranjera	2,161	95.99%	48.05%	C
38 Jett Paquetería	Exclusivas carga	Nacional	2,046	96.40%	49.35%	C
39 Japan	Regular	Extranjera	1,570	96.72%	50.65%	C
40 Lloyd Aereo Boliviano	Regular	Extranjera	1,441	97.01%	51.95%	C
41 Aerolitoral	Regional	Nacional	1,427	97.29%	53.25%	C
42 Aerolíneas Internacionales	Regional	Nacional	1,342	97.56%	54.55%	C
43 Air Canada	Regular	Extranjera	1,165	97.80%	55.84%	C
44 Líneas Aéreas Sud	Exclusivas fletamento	Extranjera	1,099	98.02%	57.14%	C
45 Panameña de Aviación	Regular	Extranjera	1,026	98.22%	58.44%	C
46 Aviateca	Regular	Extranjera	1,008	98.43%	59.74%	C
47 U.S.A. Jet Airlines	Exclusivas fletamento	Extranjera	947	98.62%	61.04%	C
48 Taca	Regular	Extranjera	705	98.76%	62.34%	C
49 Ltu Lufthansport Unter	Regular	Extranjera	701	98.90%	63.64%	C
50 Heavylift Cargo Airlines	Exclusivas fletamento	Extranjera	690	99.04%	64.94%	C
51 Aeroservicios de la Costa	Exclusivas carga	Nacional	666	99.17%	66.23%	C
52 Cubana de Aviación	Regular	Extranjera	653	99.31%	67.53%	C
53 Ameristar Air Cargo	Exclusivas fletamento	Extranjera	581	99.42%	68.83%	C
54 Lacsa	Regular	Extranjera	467	99.52%	70.13%	C
55 Aerexpress Intercontinental	Exclusivas carga	Nacional	389	99.59%	71.43%	C
56 C&M Airways	Exclusivas fletamento	Extranjera	287	99.65%	72.73%	C
57 América West	Regular	Extranjera	262	99.70%	74.03%	C
58 Cielos del Peru	Exclusivas fletamento	Extranjera	208	99.75%	75.32%	C
59 Murray Air	Exclusivas fletamento	Extranjera	183	99.78%	76.62%	C
60 Contract Air Cargo	Exclusivas fletamento	Extranjera	173	99.82%	77.92%	C
61 Trans American Airlines	Regular	Extranjera	151	99.85%	79.22%	C
62 Aero Caribbean	Exclusivas fletamento	Extranjera	131	99.87%	80.52%	C
63 Ameristar Airways	Exclusivas fletamento	Extranjera	126	99.90%	81.82%	C
64 Northwest	Regular	Extranjera	106	99.92%	83.12%	C
65 Air Transport Internacional	Exclusivas fletamento	Extranjera	76	99.94%	84.42%	C
66 Skyway	Exclusivas fletamento	Extranjera	73	99.95%	85.71%	C
67 Zantop	Exclusivas fletamento	Extranjera	66	99.96%	87.01%	C
68 Lauda Air	Regular	Extranjera	36	99.97%	88.31%	C
69 Gacela Air Cargo	Exclusivas carga	Nacional	28	99.98%	89.61%	C
70 Express Jet	Regular	Extranjera	23	99.98%	90.91%	C
71 Arrow Air	Exclusivas fletamento	Extranjera	21	99.99%	92.21%	C
72 Kalitta Flying Service	Exclusivas fletamento	Extranjera	18	99.99%	93.51%	C
73 Piedmont Air Transport	Exclusivas fletamento	Extranjera	18	99.99%	94.81%	C
74 Alcon Servicios Aereos	Exclusivas carga	Nacional	13	99.996%	96.10%	C
75 Geo Air/One by Air	Exclusivas fletamento	Extranjera	11	99.999%	97.40%	C
76 Florida Air Transport	Exclusivas fletamento	Extranjera	7	99.99997%	98.70%	C
77 Trans World Airlines	Regular	Extranjera	0.17	100.00000%	100.00%	C

Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Conviene señalar que las aerolíneas nacionales más importantes, también se encuentran clasificadas dentro del grupo de las empresas A, lo cual sugiere un buen nivel de competitividad con respecto a las extranjeras.

En esta categoría A, se ubican las tres principales aerolíneas exclusivas de carga mexicanas (Aerotransportes Mas, Aerounión y Estafeta Carga Aérea), así como las tres principales troncales del país (Aeroméxico, Mexicana y Aviacsa).



Fuente: Elaboración propia con base en La aviación mexicana en cifras 1989-2003. DGAC. México 2004.

Figura 2.6
Clasificación ABC de las aerolíneas que transportaron carga en 2003 con base en la regla de Pareto

También se puede destacar que dentro de la primera categoría se encuentran varias aerolíneas que forman parte de empresas dedicadas al servicio de mercancías y paquetería, como *Federal Express* (FedEx), *United Parcel Service* (UPS), Estafeta Carga Aérea²¹ y DHL Internacional, lo cual sugiere que dicho mercado está teniendo un desarrollo logístico que se caracteriza por la utilización del modo de transporte aéreo en algunos segmentos de sus redes de distribución, y que se explica por la prioridad del tiempo de entrega en los atributos de calidad de los servicios de paquetería.

Cabe destacar en este primer grupo de empresas, la presencia de cinco aerolíneas europeas de gran tradición e importancia mundial: *Air France*, *Cargolux Airlines*, *Martin Air Holland*, KLM e Iberia, que están haciéndose cargo de gran parte de los movimientos del país en relación con el continente europeo, sin dejar de considerar a la propia Aeroméxico.

Otras dos aerolíneas extranjeras importantes de esta categoría son sin duda *Atlas Air* y *Amerijet*. La primera, es el mayor operador mundial de aeronaves cargueras *Boeing 747*²²; y *Amerijet*, cuyo centro de operaciones se ubica en el aeropuerto de Miami, ha tenido importantes movimientos de carga aérea con México, en

²¹ El caso de Estafeta ha sido reseñado en la Publicación Técnica No. 124 (Rico, 2002), y en la Publicación Bimestral Nota, No. 73 (Rico, 2003) del IMT.

²² Referencia: <http://www.atlasair.com>

particular con la ciudad de Mérida, pero también con la Ciudad de México, Cancún y Ciudad del Carmen.

Pasando al análisis de la categoría B, se puede observar que está integrada por 19 empresas que representan alrededor del 25% del total, y que son responsables de transportar aproximadamente 15% del total de la carga en el sistema.

La categoría B la integran las empresas que transportaron más de dos mil doscientas y menos de 7 mil toneladas anuales. En este grupo se observan sólo tres mexicanas; una exclusiva de carga, Aeromexpress, ubicada en segundo lugar de este grupo; una troncal, Líneas Aérea Azteca; y una regional, Aeromar, localizadas ambas al final de esta categoría.

Hay que señalar en esta categoría, la presencia de varias empresas extranjeras importantes, tanto norteamericanas como europeas (por ejemplo, *American Airlines*, *Continental*, *Lufthansa* y *British Airways*), pero a diferencia de la categoría A, además se observan varias aerolíneas sudamericanas, como Varig (ubicada en tercer lugar de esta categoría), Lan Chile y Avianca.

Finalmente, en la categoría C se encuentra la mayoría de las 77 empresas que atendieron la carga en México en el 2003. Paradójicamente, pues no obstante ser la mayoría, estas empresas no aportan, ni individualmente, ni en conjunto, una cantidad significativa en el total de la carga transportada, lo cual se debe a que fundamentalmente se orientan al rubro de pasajeros, característica que se corrobora por el hecho de que de las 42 aerolíneas que forman este conglomerado, sólo cinco son exclusivas de carga.

En esta última categoría se observan siete empresas mexicanas, de las cuales cinco son exclusivas de carga y dos son regionales: Aerolitoral y Aerolíneas Internacionales, ubicadas en los lugares sexto y séptimo de esta categoría. La compañía nacional más destacada es Jett Paquetería (exclusivas de carga), que se ubica en el tercer lugar de esta categoría.

La categoría C es más heterogénea que las dos anteriores, dado que además de empresas norteamericanas, europeas y sudamericanas, también se observan aerolíneas de Canadá (*Air Canada*), el Caribe (Cubana de Aviación), Centroamérica (Panameña de Aviación), e incluso de Asia (*Japan Airlines*), que son áreas geográficas con las que se mantiene intercambios comerciales limitados, pero que eventualmente pueden crecer en el futuro.

En este segmento encontramos empresas que transportaron muy poca carga en el año, por ejemplo, se encontró que seis transportaron menos de 20 toneladas, y una de ellas la cifra minúscula de 170 kilogramos en todo el año 2003.

2.7 Análisis de la evolución de la participación de los servicios exclusivos de carga y de los servicios mixtos (pasajeros y carga)

Un dato fundamental en el diagnóstico del transporte de la carga aérea en México lo constituye la participación de los llamados servicios exclusivos de carga. En efecto, el gran detonador de la carga aérea en el país durante la década de los noventa fue precisamente este tipo de servicio.

En 1991, los servicios exclusivos de carga aérea sólo movían 7 mil toneladas. En el 2003, su participación alcanzó cerca de 270 mil toneladas. Esta explosiva expansión se reflejó en una impresionante tasa de crecimiento medio anual (TCMA) de 35.5% durante el periodo de análisis.

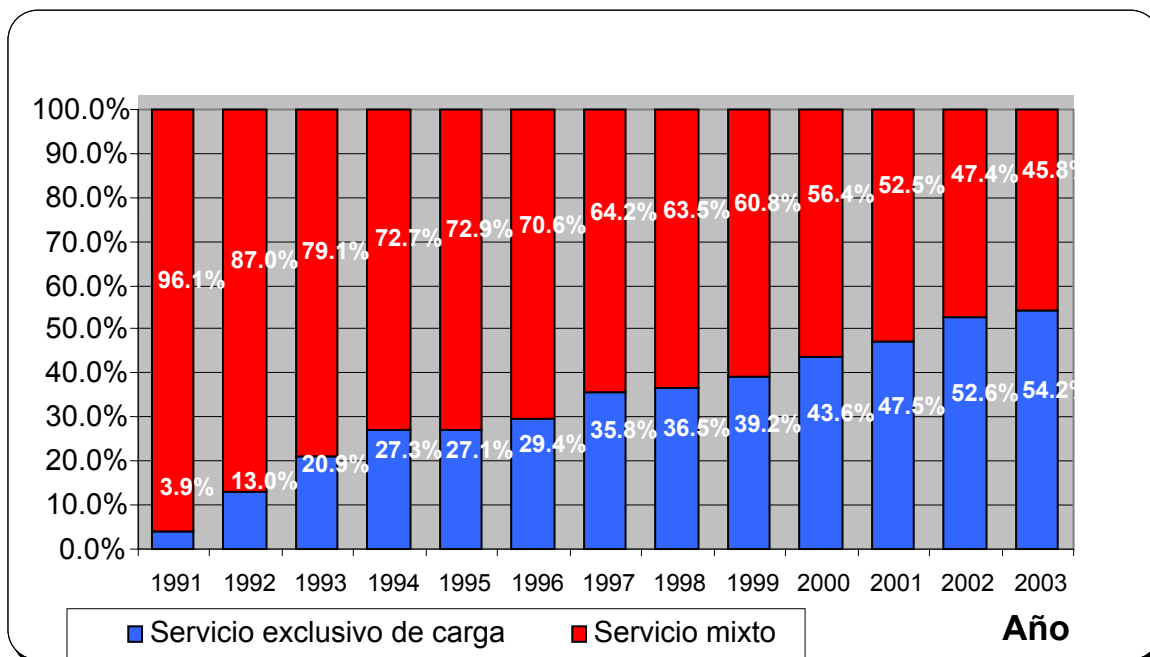
Por el contrario, los servicios mixtos, es decir, aquellos cuya actividad principal es el movimiento de pasajeros, pero que transportan carga en las bodegas de las aeronaves, sólo tuvieron una TCMA de 2.3% en el periodo señalado.

El mito de que la carga viaja principalmente en la panza de los aviones de pasajeros comienza a derrumbarse frente a la dinámica de los servicios exclusivos desarrollados por los llamados *integradores de carga*. En 1991, los servicios exclusivos de estos actores eran incipientes en México, apenas movían el 4% de la carga aérea. A partir del 2002, comenzó a mover más carga que los servicios mixtos y, en 2003, concentraron el 54% del mercado (Figura 2.7).

La actividad de las empresas integradoras (Estafeta, Mas de Carga, Aero Unión, Fedex, UPS, DHL y Amerijet, etc.), está transformando sustancialmente las características del transporte aéreo de carga en México al abrir nuevas oportunidades para el desarrollo del multimodalismo basado en transporte aéreo, al estimular la diversificación de los servicios y al potenciar la descentralización de la actividad aeroportuaria nacional.

Debe recordarse que la caída de los flujos de carga en los servicios mixtos inició antes de la multicitada crisis de la aviación mundial en el año 2001. En efecto, desde 1998, los aviones de pasajeros comenzaron a perder carga en México. Así, la TCMA de 1998-2003 en este segmento tuvo signo negativo al alcanzar un retroceso promedio de -5.4% anual.

Por el contrario, los servicios exclusivos de carga, a pesar del periodo crítico iniciado en el 2001, mantuvieron una TCMA positiva, alcanzando un 9.3% anual durante el periodo 1998-2003 (Tabla 2.9)



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

Figura 2.7
Distribución de la carga aérea, por tipo de servicio

Ahora bien, en un análisis más detallado es posible observar que el detonante de los servicios exclusivos de carga durante los años noventa y los primeros de la presente década, se encuentra en el tráfico internacional.

En 1991, sólo el 6.5% de la carga aérea internacional era movilizada por servicios exclusivos; sin embargo, en el 2003, la participación de este último segmento superaba el 60% de los flujos internacionales (Figura 2.8).

Por lo tanto, en el futuro próximo es previsible que los integradores de carga sigan capturando mayores porciones del transporte de carga aérea a través de sus servicios exclusivos.

Desde luego, esto no implica una caída definitiva de los servicios mixtos, pues en la medida en que se reactive la economía mundial y el mercado de los pasajeros, volverán a tener tasas positivas de crecimiento de la carga aérea, aunque no tan dinámicas como las de los servicios exclusivos.

Distinta ha sido la evolución de los servicios exclusivos de carga aérea en el caso de los flujos domésticos. De hecho, el mercado doméstico sigue siendo atendido mayoritariamente por los servicios mixtos.

Los servicios exclusivos fueron prácticamente inexistentes durante la década de los noventa; sin embargo, han emergido de manera poderosa a partir de los últimos cuatro años.

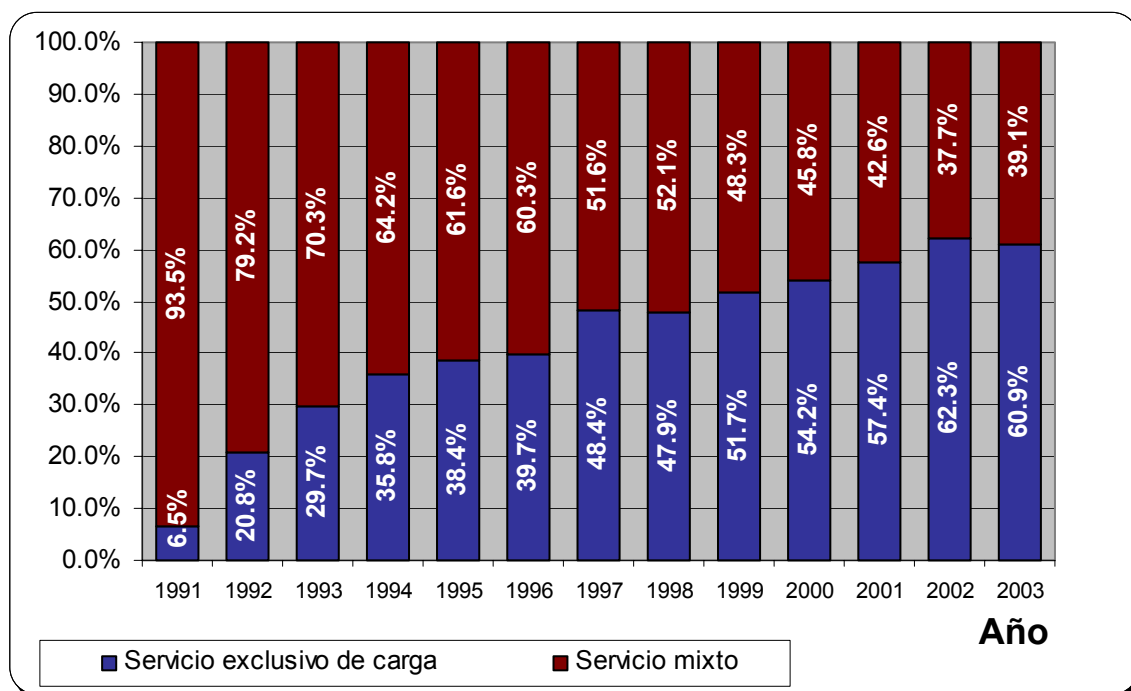
Tabla 2.9
Evolución de la carga aérea por tipo de servicio, 1991-2003

Año	Carga total (ton)	Total servicio exclusivo de carga (ton)	Total servicio mixto (ton)
1991	180685	7065	173620
1992	207748	26945	180803
1993	249524	52134	197390
1994	281636	76863	204773
1995	277555	75243	202312
1996	325939	95970	229969
1997	395819	141647	254172
1998	473168	172630	300538
1999	484505	190099	294406
2000	502069	218978	283091
2001	459214	218046	241168
2002	488201	256758	231443
2003	497005	269390	227615
TCMA 91-03	8,8	35,5	2,3
TCMA 98-03	1,0	9,3	(-5,4)

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

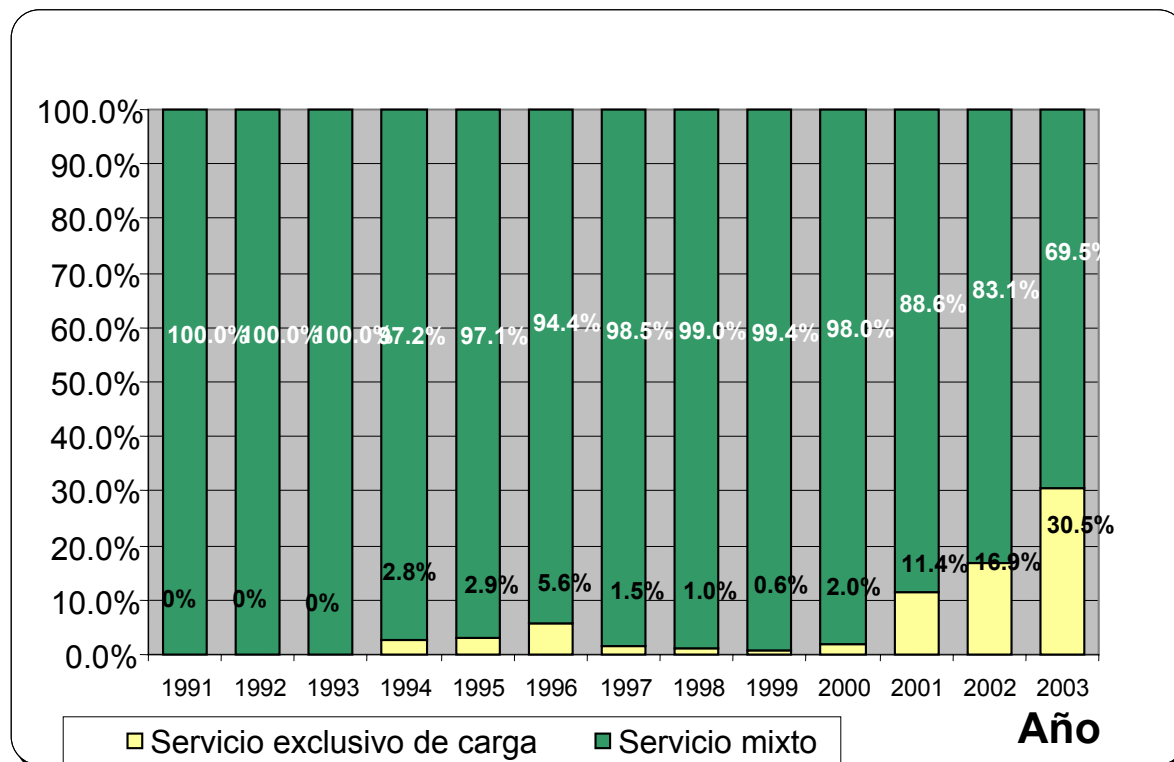
En el 2000, los servicios exclusivos sólo movilizaron el 2% de la carga aérea doméstica; no obstante, en el 2003, representaron más del 30% de este mercado (Figura 2.9), debido a la presencia de empresas *integradoras de carga* mexicanas, como Estafeta y Aero Unión, que han ingresado con gran dinamismo en este segmento del transporte aéreo.

De esta forma, aunque los servicios mixtos mantendrán todavía una presencia significativa en el movimiento de carga doméstica, los datos recientes apuntan hacia un progresivo dominio de los integradores de carga a través de los servicios exclusivos, con lo cual se abrirán opciones para la descentralización hacia aeropuertos alternos de las operaciones de estos servicios, los cuales dependen más de una eficiente integración multimodal con el transporte carretero, que de las rutas regulares de los aviones de pasajeros.



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

Figura 2.8
Distribución de carga aérea internacional, por tipo de servicio



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

Figura 2.9
Distribución de carga doméstica, por tipo de servicio

3 Mercados nacionales e internacionales de carga aérea en México

Como parte del diagnóstico del transporte de carga aérea es de gran importancia identificar las características del mercado, tanto nacional como internacional, para lo cual se han determinado los volúmenes de carga, así como los principales tipos de carga por región de origen en el caso de las importaciones y de destino en el caso de las exportaciones.

Para realizar lo anterior se ha recurrido al análisis de bases de datos de mercancía movida por transporte aéreo, las cuales fueron proporcionadas por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). Por otra parte, en el Anexo 3.1 se muestran algunas características operativas y físicas de la red aeroportuaria nacional, misma que da una idea de la oferta de infraestructura para atender la carga identificada.

3.1 Mercados nacionales (pares de ciudades y tipos de carga)

En cuanto al movimiento de carga aérea nacional, ésta se encuentra concentrada en 224 arcos, mismos que parten de 41 aeropuertos origen con 60 aeropuertos destino (Figura 3.1). Sin embargo, los primeros diez pares origen-destino concentran más del 55% de la carga movida en la totalidad de los arcos.

Cabe mencionar que el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) se encuentra como origen en seis de los diez pares principales, y como destino en dos. Esto quiere decir que ocho de los diez principales pares se generan desde o hacia la Ciudad de México.

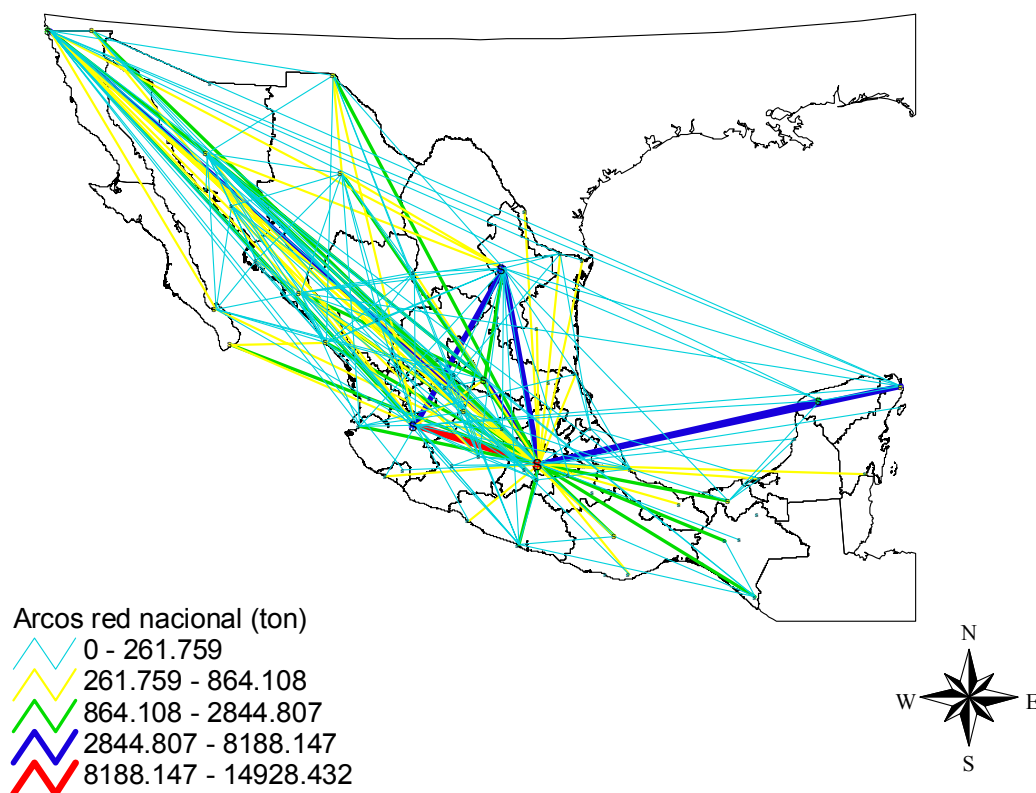
La red de flujos de carga aérea obedece a una regla de Pareto tal que en 29 de los 241 pares origen-destino (12% de los arcos) se concentra más del 80% de la carga en función del tonelaje (Tabla 3.1).

La red que concentra el 80% de los flujos de carga muestra una estructura radial con dos puntos concentradores: AICM y Tijuana (Figura 3.2).

Dado que la Ciudad de México es el centro económico del país, la gran mayoría de los aeropuertos en el territorio nacional tienen que ver, ya sea de manera directa o indirecta con el AICM; de ahí se desprende que este aeropuerto sea el principal centro de producción y atracción de flujos de carga.

Tijuana, por su parte, es uno de los principales puntos fronterizos con los Estados Unidos de Norteamérica. Cabe mencionar que debido a su situación geográfica, la

concentración de flujos da forma a una red “cónica”, cuyo vértice principal es precisamente esta ciudad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.1
Red nacional de flujos de carga aérea en toneladas, 2003

Como se puede observar en la Tabla 3.1, además de los dos puntos concentradores mencionados, las ciudades de Guadalajara y Monterrey generan importantes flujos de carga aérea.

En cuanto a los flujos de carga movidos por aeropuerto, en la Figura 3.3 destaca por mucho el AICM, ya que atendió más de 80 mil toneladas en el 2003.

De acuerdo con los volúmenes de carga se puede distinguir un segundo grupo, el cual está integrado por los aeropuertos de Monterrey y Guadalajara con un rango entre 16 mil y 26 mil toneladas para ese mismo año.

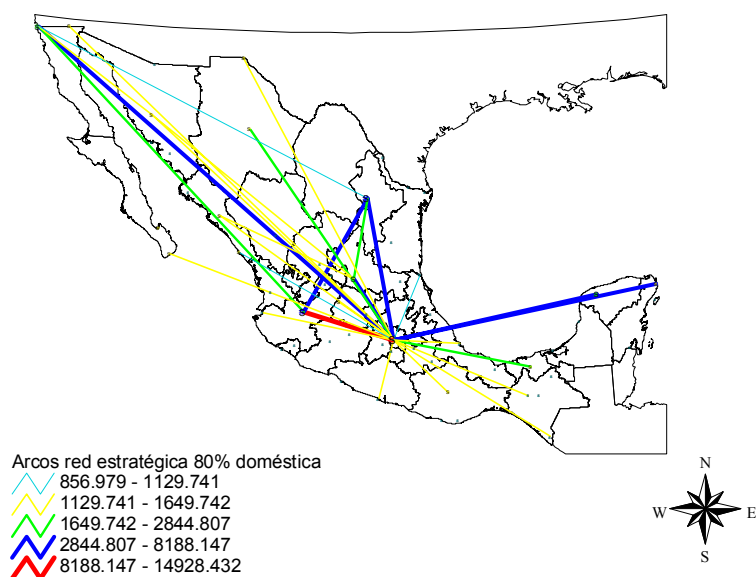
Asimismo, en un tercer grupo se encuentran Tijuana, Mérida y San Luis Potosí, aunque la actividad de este último se debe principalmente a su función como centro de distribución de carga de una empresa líder en el ramo de la paquetería.

En la figura se observa un cuarto grupo formado por aeropuertos de menor importancia, los cuales se sitúan principalmente en el Bajío, en la costa del Pacífico, y algunos otros dispersos en el sureste mexicano.

Tabla 3.1
Principales pares origen - destino (red doméstica del 80%, 2003)

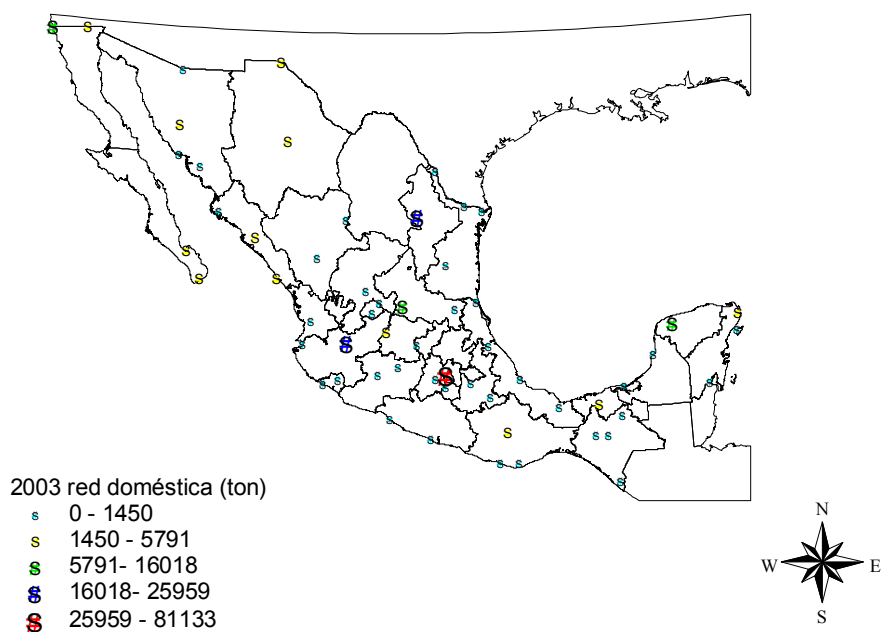
PAR	Porcentaje	Acumulado
MÉXICO - GUADALAJARA	13.72%	13.72%
MÉRIDA - MÉXICO	7.53%	21.25%
MÉXICO - MONTERREY	7.15%	28.40%
MÉXICO - TIJUANA	6.79%	35.19%
MONTERREY - GUADALAJARA	5.65%	40.84%
SAN LUIS POTOSÍ - MÉXICO	4.62%	45.47%
MÉXICO - CANCÚN	4.37%	49.84%
SAN LUIS POTOSÍ - MONTERREY	2.62%	52.45%
MÉXICO - VILLAHERMOSA	2.23%	54.68%
MÉXICO - CHIHUAHUA	1.91%	56.60%
GUADALAJARA - TIJUANA	1.86%	58.46%
MÉXICO - HERMOSILLO	1.52%	59.97%
TIJUANA - HERMOSILLO	1.48%	61.45%
SAN LUIS POTOSÍ - CULIACÁN	1.43%	62.89%
MÉXICO - MEXICALI	1.36%	64.25%
MÉXICO - OAXACA	1.34%	65.58%
MÉXICO - CD. JUÁREZ	1.33%	66.92%
MÉXICO - TUXTLA GUTIÉRREZ	1.32%	68.24%
MÉXICO - CULIACÁN	1.28%	69.52%
MÉXICO - SAN JOSÉ DEL CABO	1.25%	70.77%
MÉXICO - DEL BAJÍO	1.24%	72.01%
MÉXICO - PUERTO VALLARTA	1.23%	73.24%
TAPACHULA - MÉXICO	1.16%	74.40%
MÉXICO - VERACRUZ	1.15%	75.54%
SAN LUIS POTOSÍ - HERMOSILLO	1.12%	76.66%
MÉXICO - ACAPULCO	1.12%	77.79%
MÉXICO - MAZATLÁN	1.04%	78.83%
MONTERREY - TIJUANA	0.79%	79.62%
MÉXICO - TAMPICO	0.79%	80.41%

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.2
Red nacional de flujos de carga aérea doméstica 2003, en toneladas



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.3
Volúmenes de carga aérea doméstica movidos por aeropuerto en 2003 (toneladas)

3.2 Mercados internacionales (pares y tipos de carga)

En lo que se refiere al comercio exterior, en el 2003 se movió carga aérea por más de 20 mil millones de dólares; esto representa el 6% del valor del comercio exterior mexicano movido por todos los modos de transporte. Del valor de la carga aérea de comercio exterior, casi el 70% correspondió al sentido de las importaciones.

Las exportaciones por vía aérea representan el 8.1% del valor de la carga total exportada; mientras que las importaciones por vía aérea representan el 3.8% del valor total de la carga importada.

3.2.1 Volúmenes de carga aérea de comercio exterior

De las bases de datos proporcionadas por el INEGI, se procedió a clasificar la carga por capítulo arancelario al que pertenecía cada embarque de acuerdo con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SADCM).

Los principales productos movidos por transporte aéreo (de acuerdo con el valor de la mercancía) fueron maquinaria, material eléctrico y productos farmacéuticos; todos ellos insumos de alta densidad económica.

Tanto en el sentido de las exportaciones como en el de las importaciones, los tres principales tipos de carga atendidos fueron los mismos; aunque en el sentido de las exportaciones, el primer lugar corresponde a maquinaria; y en el sentido de las importaciones, el primer lugar lo ocupó equipo y material eléctrico.

En la Tabla 3.2 se presenta la lista de los diez principales tipos de productos movidos por transporte aéreo; puede observarse que en conjunto representaron el 90% del valor de la carga movida por transporte aéreo en el 2003.

Aunque estos productos son los diez principales a nivel nacional, en el inciso 3.2.2, en el cual se analizan algunos aeropuertos seleccionados, se verá que cada uno tiene su propia lista de principales productos movidos, la cual dependerá principalmente del área de influencia atendida por aeropuerto.

En la Figura 3.4 (mapa y gráfica) se muestran los volúmenes de exportación de carga aérea en dólares, los cuales fueron registrados en el 2003, y clasificados de acuerdo con el continente al que se enviaron.

El principal destino de la carga aérea de exportación es Norteamérica, con un valor de más de 3 800 millones de dólares. En la gráfica se puede observar que Norteamérica destaca notablemente con respecto a los otros destinos de la carga.

Tabla 3.2
Principales productos de comercio exterior en 2003 (millones de dólares)

Capítulo	Producto	Total general (millones de dólares)	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Exportación (millones de dólares)	Importación (millones de dólares)
84	Reactores nucleares, calderas, máquinas y artefactos mecánicos	5782	28.81%	28.81%	2689	3094
85	Máquinas, aparatos y material eléctrico y electrónico, y sus partes	5545	27.63%	56.44%	1345	4200
30	Productos farmacéuticos	2072	10.32%	66.77%	534	1538
90	Instrumentos de óptica y aparatos médico-quirúrgicos de precisión, medida, control	1453	7.24%	74.01%	388	1065
29	Productos químicos orgánicos	1257	6.26%	80.27%	165	1092
71	Perlas, metales preciosos y manufacturas de estas materias	958	4.77%	85.05%	345	613
88	Equipo de navegación aérea o espacial	359	1.79%	86.83%	146	213
62	Prendas y complementos de vestir, excepto los de punto	265	1.32%	88.15%	34	230
61	Prendas y complementos de vestir de punto	209	1.04%	89.20%	64	146
39	Materias plásticas y manufacturas de estas materias	178	0.89%	90.08%	24	154
Otros			9.92%			

Fuente: elaboración propia.

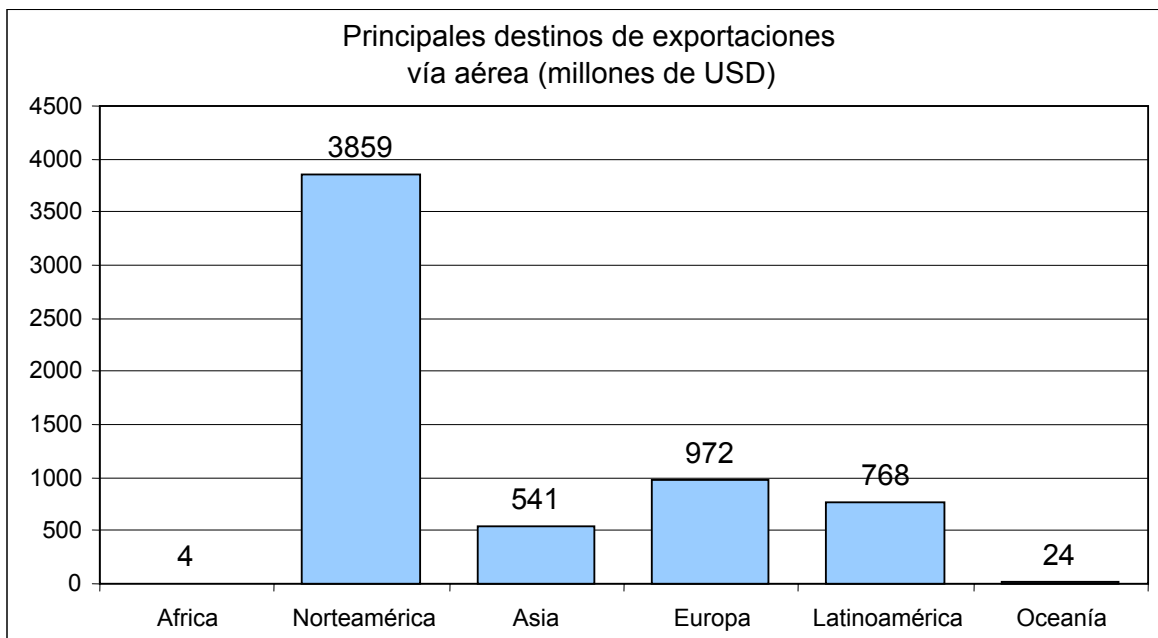
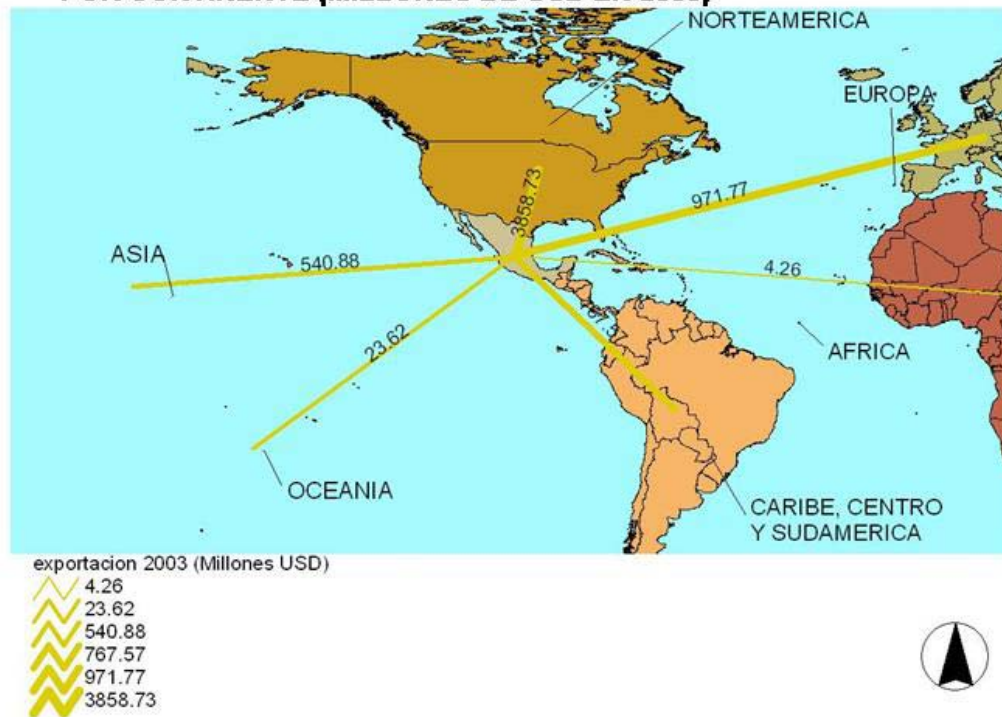
Como segundo destino en orden de importancia se encuentra Europa, a donde se envía mercancía por un valor de aproximadamente la cuarta parte de lo que se destina a Norteamérica (casi mil millones de dólares).

A pesar de su cercanía con México, el bloque de América Latina representa un tercer lugar en cuanto a exportaciones se refiere, puesto que los montos de mercancías exportadas a estos destinos apenas superaron los 750 millones de dólares, cifra que es menor a lo enviado a Norteamérica o a Europa.

En cuarto lugar de las exportaciones de carga vía aérea, se encuentran las realizadas con destino a países asiáticos; el valor de dichas exportaciones alcanza casi los 550 millones de dólares, lo que representa poco más de la séptima parte del valor de las exportaciones a Norteamérica.

Con menos de 25 millones de dólares anuales, se encuentran Oceanía y África; el primero con 24 millones de dólares, mientras que al segundo se envió mercancía por cuatro millones de dólares.

**VOLUMENES DE EXPORTACION DE LOS AEROPUERTOS MEXICANOS
POR CONTINENTE (MILLONES DE USD EN 2003)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.4
Volúmenes de exportación de carga aérea

En lo referente a las importaciones de carga aérea, en la Figura 3.5 (mapa y gráfica) se muestran los volúmenes registrados (en dólares) en el 2003, los cuales se clasificaron de acuerdo con el continente del cual procedían.

Si se comparan las barras de los histogramas de exportación y de importación se puede observar que, con excepción de Norteamérica y Latinoamérica, son mucho mayores los valores en el sentido de las importaciones.

A diferencia de la carga de exportación, en el sentido de las importaciones, el mayor volumen no correspondió a Norteamérica (que ahora ocupa el segundo lugar con menos de 4 mil millones de dólares), sino a Europa con más de 5 mil millones de dólares.

En tercer lugar se encuentran las importaciones provenientes de Asia, las cuales alcanzan un valor similar al de las importaciones de Norteamérica. En el caso de Asia, los volúmenes de importaciones son alrededor de siete veces mayor a lo que se exporta a ese destino.

En cuarto lugar se ubican las importaciones provenientes de Latinoamérica con poco más de mil millones de dólares. A pesar de la cercanía del mercado latinoamericano, esto apenas supera la cuarta parte de lo que se envía de otros mercados, como son el asiático o el norteamericano.

Con menos de 50 millones de dólares anuales, se encuentran África y Oceanía; el primero con 26 millones de dólares, mientras que al segundo se envió mercancía por 18 millones de dólares.

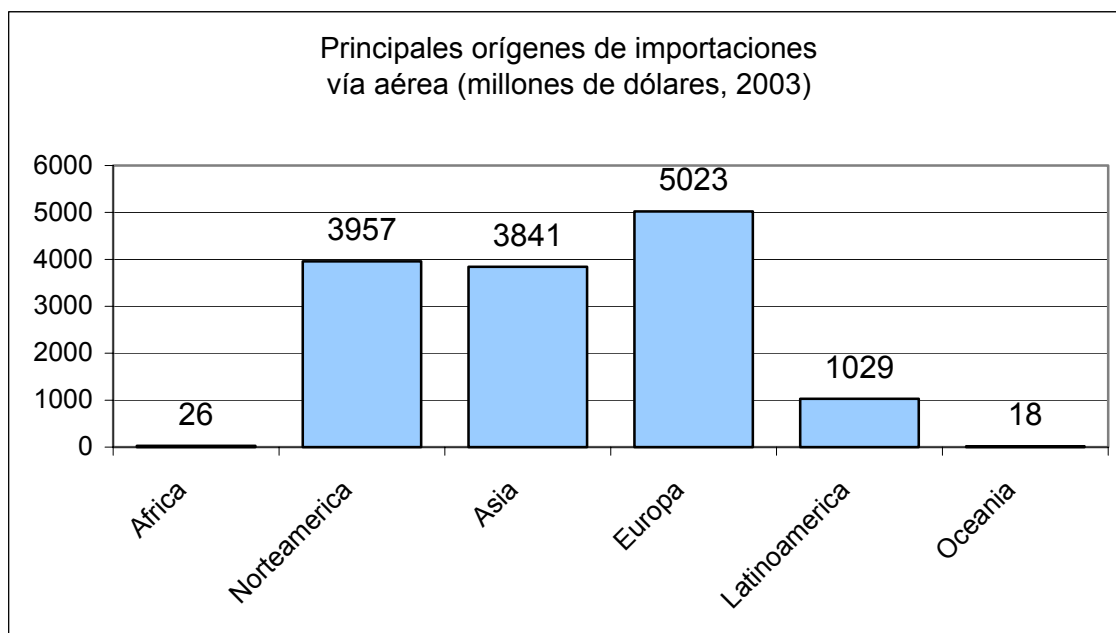
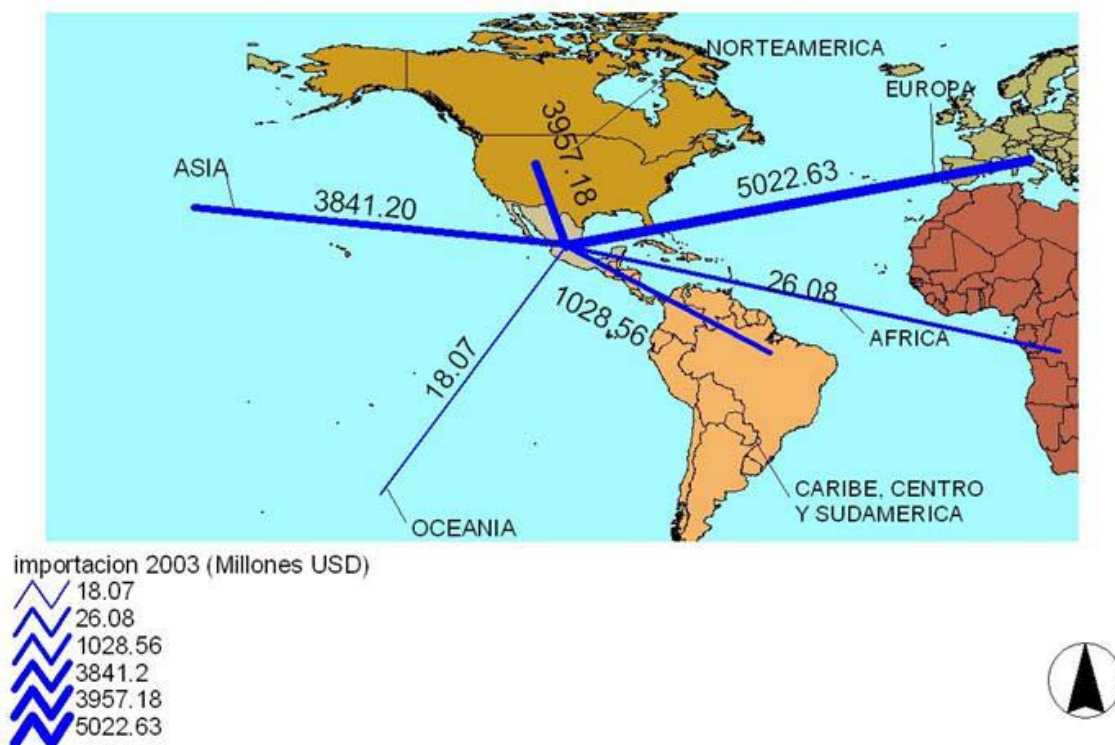
La Figura 3.6 muestra los volúmenes de carga aérea de comercio exterior, que fueron movidos por los distintos aeropuertos de la red en el 2003.

Dichos aeropuertos se agruparon de acuerdo con los volúmenes de carga movidos. Esta clasificación permite observar una gran concentración de los flujos de carga aérea internacional en unos pocos aeropuertos, principalmente en el AICM, el cual destaca por mucho del resto de la red, ya que atendió casi 230 mil toneladas en ese año.

En un segundo rango se encuentra el aeropuerto de Guadalajara con un volumen de casi 90 mil toneladas destinadas al comercio exterior. En la misma figura se aprecia un tercer grupo formado por los aeropuertos de Monterrey y Toluca, donde se movieron casi 24 500 toneladas. Siguiendo el mismo criterio de toneladas atendidas, se encuentra en un cuarto nivel: el aeropuerto de Mérida, el cual se encargó de alrededor de 11 500 toneladas.

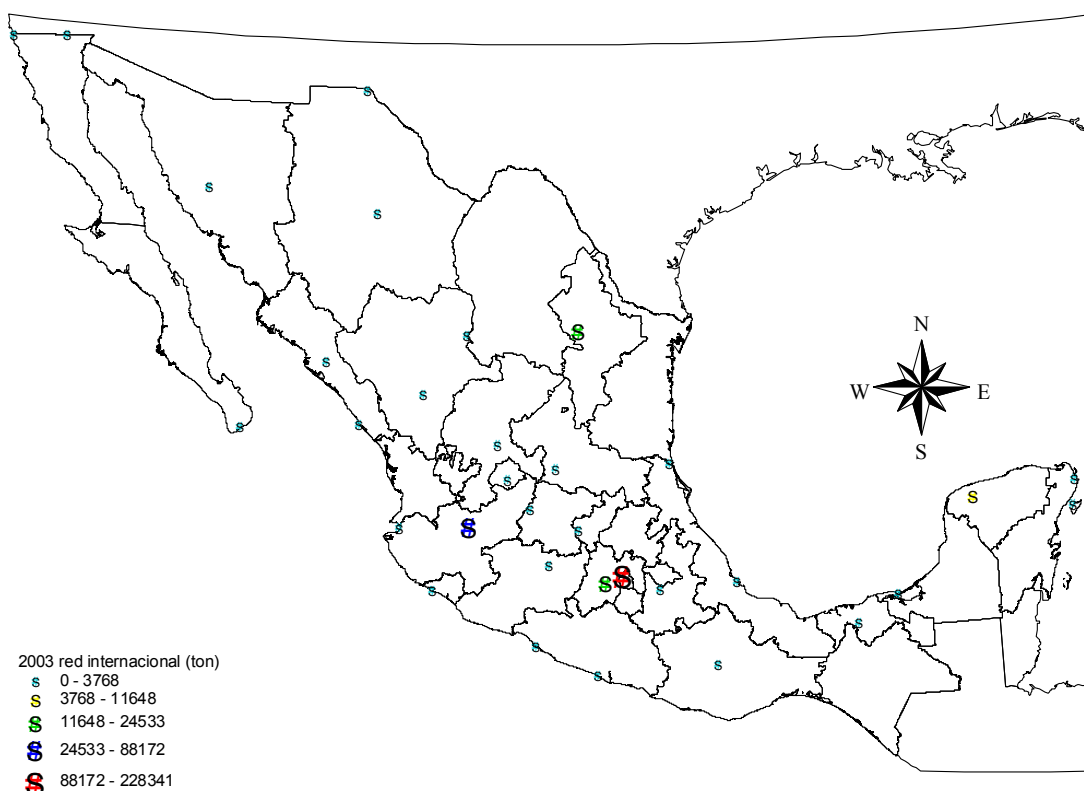
Finalmente, se puede mencionar un quinto grupo, formado por el resto de los aeropuertos que movieron menos de 4 mil toneladas en el 2003.

VOLUMENES DE IMPORTACION DE LOS AEROPUERTOS MEXICANOS POR CONTINENTE (MILLONES DE USD EN 2003)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.5
Volúmenes de importación de carga aérea



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.6
Volúmenes de carga aérea de comercio exterior movidos por aeropuerto, en el 2003 (toneladas)

3.2.2 Importaciones y exportaciones en aeropuertos seleccionados

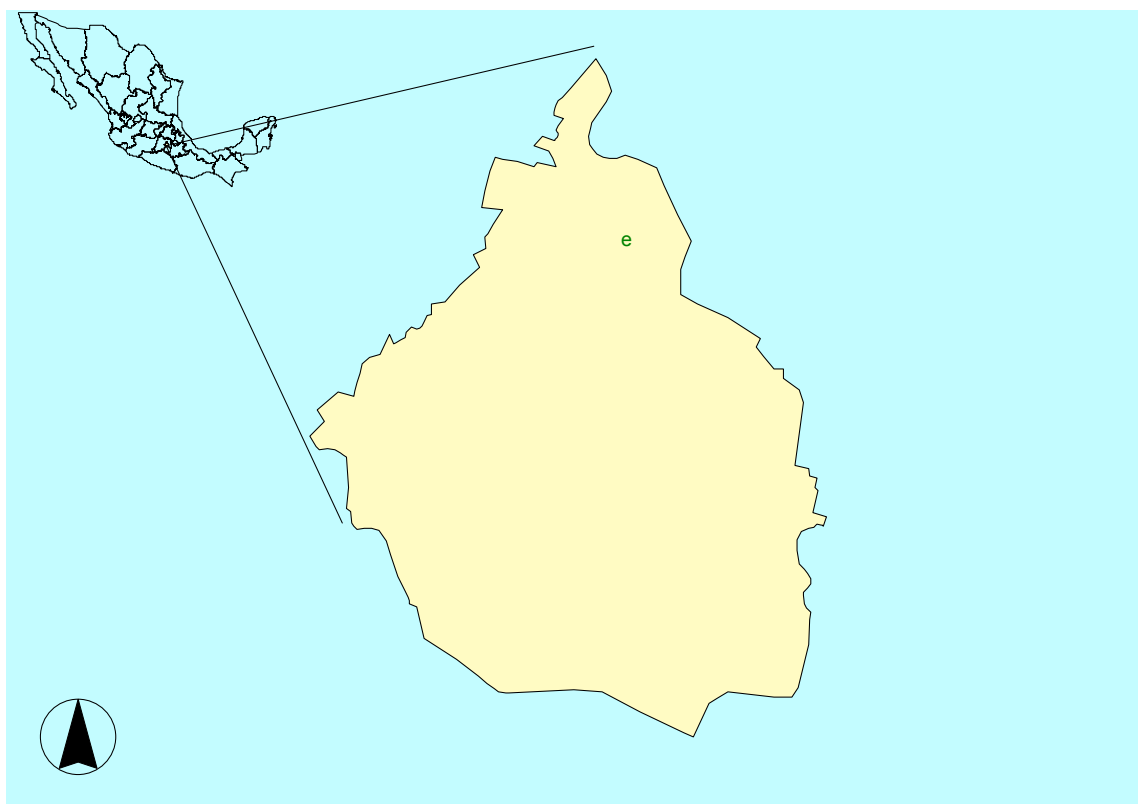
Como fue mencionado, en cada aeropuerto se mueve carga perteneciente a distintos capítulos arancelarios.

A continuación se identifican los principales productos encauzados al comercio exterior, así como los principales orígenes y destinos atendidos por los aeropuertos de la Ciudad de México, Monterrey, Mérida y Nuevo Laredo. Estos aeropuertos se tomaron como ejemplo.

El mismo análisis puede realizarse para el resto de los aeropuertos utilizando el Sistema de información Geográfica (SIG), del cual se entrega un proyecto (archivo .apr, que requiere del software Arc View, no incluido) con el presente documento. En el Anexo 3.1 se presentan algunas características físicas y operativas de los aeropuertos junto con aplicaciones del uso del SIG para visualizar dichas características.

3.2.2.1 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (MEX)

En la Figura 3.8a se enlistan los productos de carga aérea internacional importados vía el Aeropuerto de la Ciudad de México que contaron con una participación superior al 1% del total de carga importada por este aeropuerto en el 2003.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.7
Localización del Aeropuerto de la Ciudad de México

Se realizó la clasificación para la carga aérea de comercio internacional movida por este aeropuerto, utilizando el mismo sistema que en el caso de la carga aérea movida a nivel nacional (SADCM). Una vez agrupada por capítulo arancelario, la carga se ordenó de acuerdo con los volúmenes manejados, en dólares del 2003.

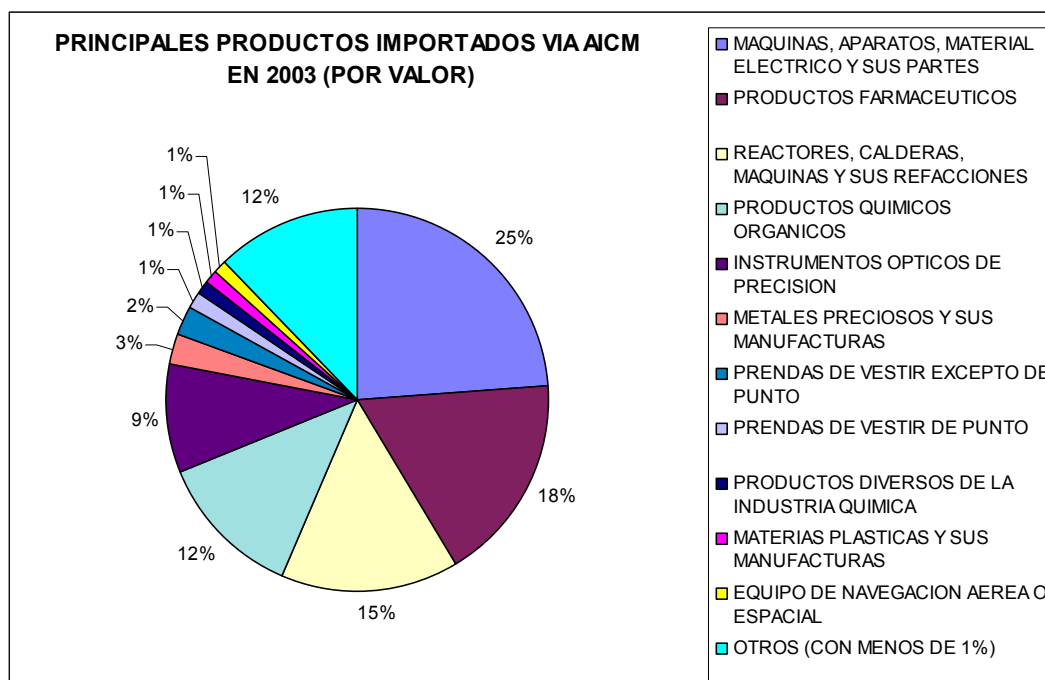
Se encontró que, en el sentido de las importaciones, los principales productos movidos correspondieron a máquinas, material eléctrico y sus partes; seguidos de productos farmacéuticos y de maquinaria y sus refacciones. La carga correspondiente al primer capítulo arancelario mencionado comprende el 25% del total, y los tres primeros capítulos abarcan el 58% de la carga movida por este aeropuerto (Figura 3.8a).

Para las exportaciones, los principales productos correspondieron a la categoría de farmacéuticos, mismos que representaron cerca del 30% de la carga exportada

utilizando este aeropuerto. En segundo lugar se encontró a las máquinas, material eléctrico y sus refacciones; mientras que en el tercer lugar estuvieron los reactores, máquinas y sus refacciones. Al igual que en las importaciones, los tres primeros capítulos representaron también el 58% del valor de la carga exportada (Figura 3.8b).

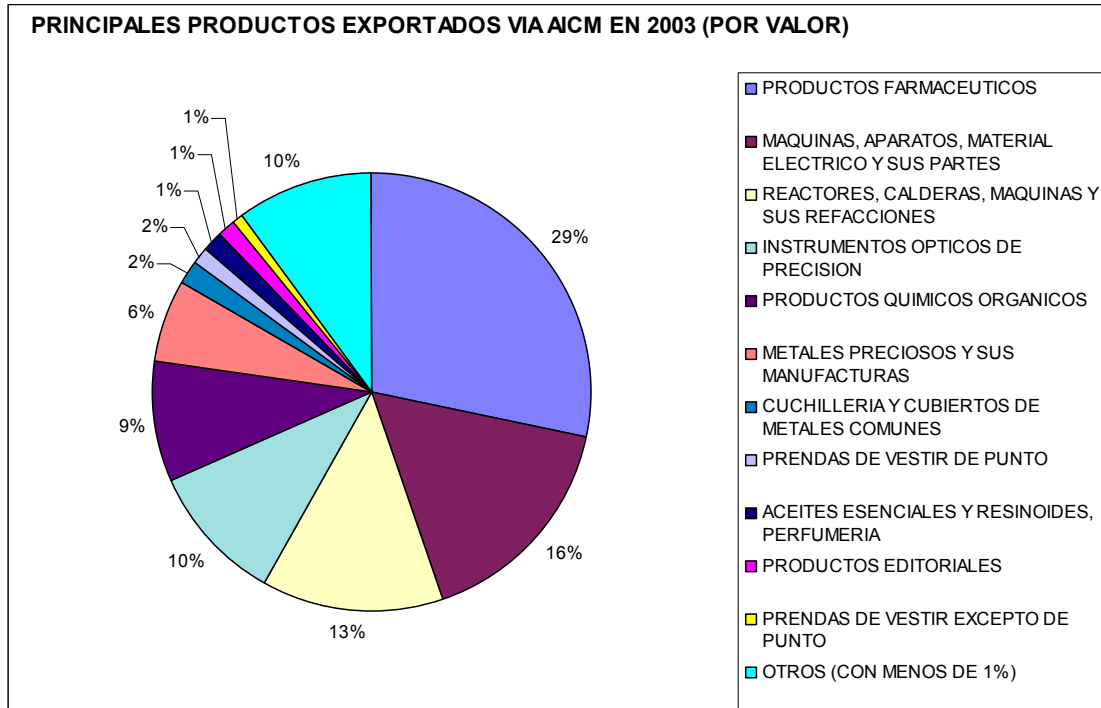
Entre los orígenes de la carga de importación, destaca de manera notable Europa con más de 4 mil millones de dólares; en segundo lugar, Norteamérica con poco menos de 2 mil millones; seguido de Asia con poco más de 1 600 millones. En cuarto lugar, Latinoamérica con alrededor de 600 millones y, finalmente, África y Oceanía con menos de 50 millones de dólares en conjunto (Figura 3.9a).

En cuanto a la carga de exportación, los destinos están menos concentrados que los orígenes en las importaciones. Destaca Latinoamérica con más de 600 millones de dólares; seguido de Norteamérica y Europa con 556 y 540 millones, respectivamente. En cuarto lugar, Asia con poco más de 100 millones y, finalmente, África y Oceanía que en conjunto, no alcanzan los 20 millones de dólares (Figura 3.9b).



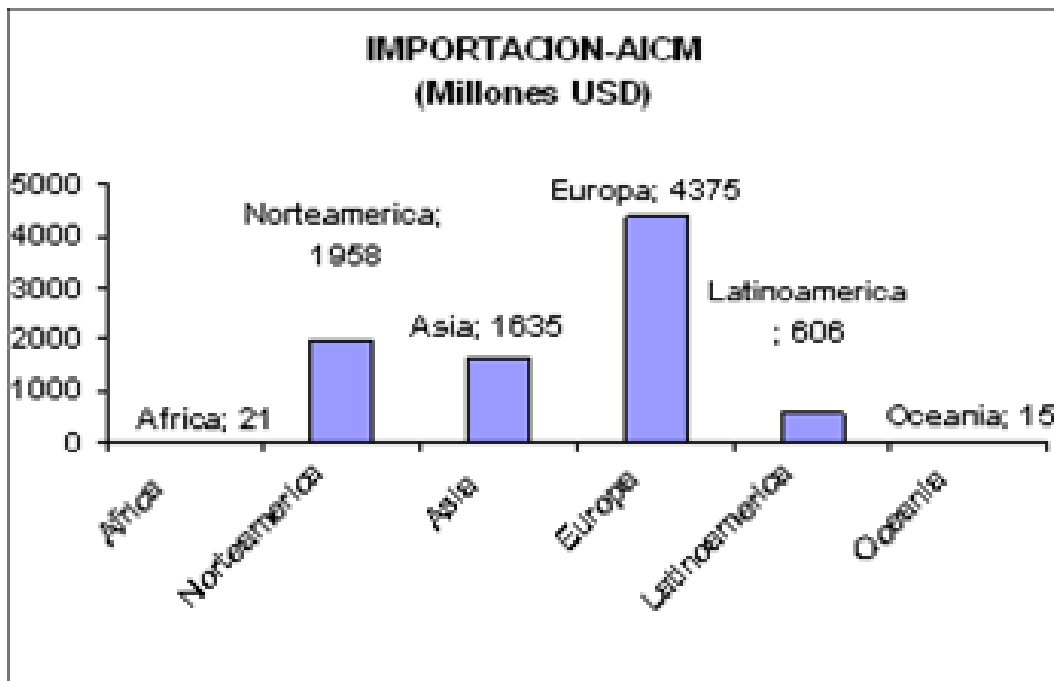
Fuente: elaboración propia.

Figura 3.8a
Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México



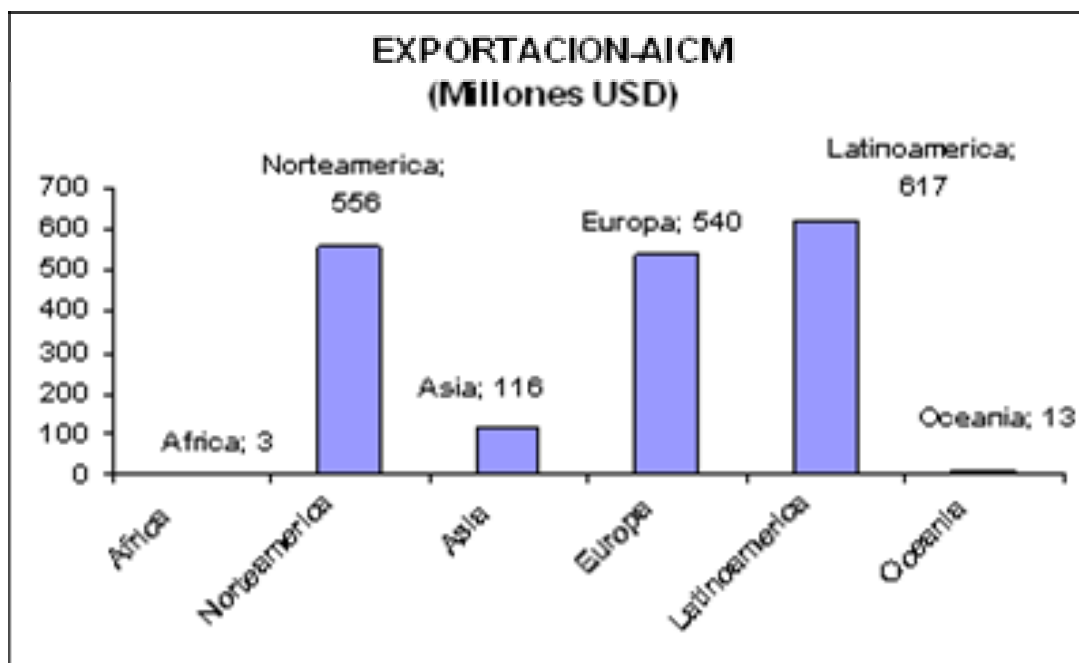
Fuente: elaboración propia.

Figura 3.8b
Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.9a
Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.9b

Destinos de la carga exportada vía el Aeropuerto de la Ciudad de México

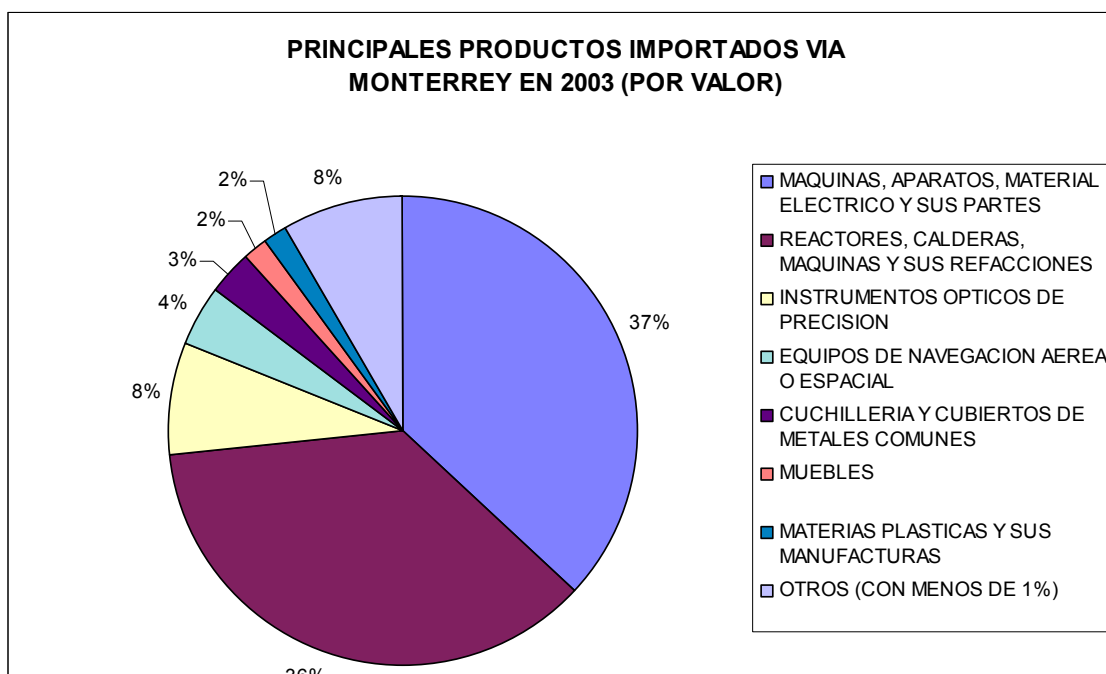
3.2.2.2 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Monterrey (MTY)

En la Figura 3.10a se enlistan los productos de carga aérea internacional importados vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey, que contaron con una participación superior al 1% del total del valor de la carga importada por este aeropuerto en el 2003.

Se encontró que, en el sentido de las importaciones, los principales productos correspondieron a máquinas, material eléctrico y sus partes; seguidos de maquinaria y sus refacciones.

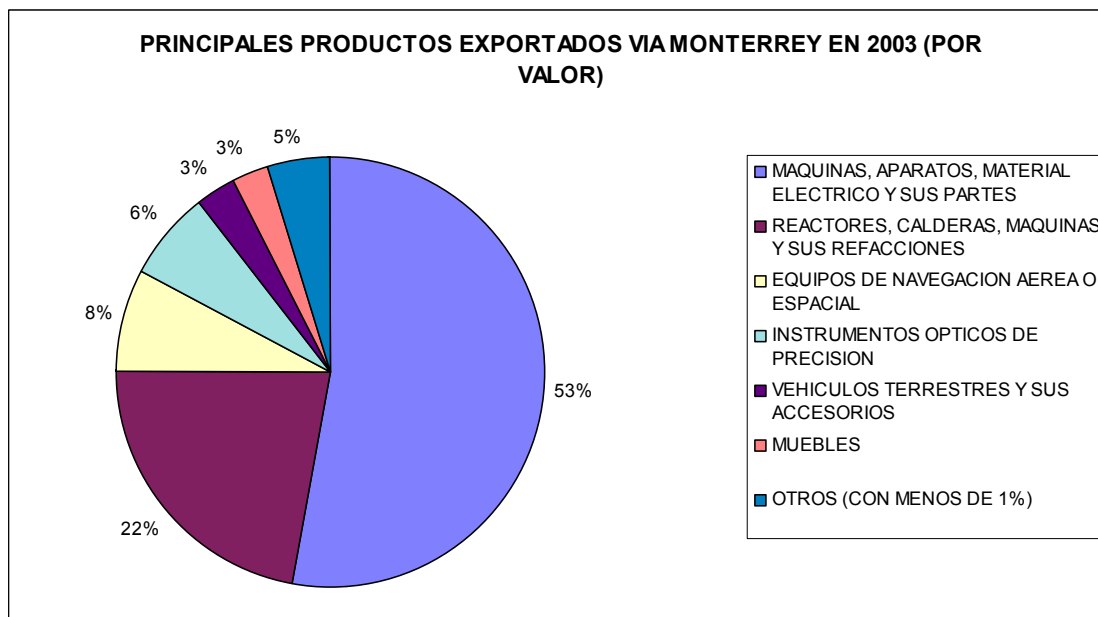
La carga correspondiente al primer capítulo arancelario mencionado comprende el 37% y, junto con el segundo capítulo abarcan el 73% de la carga movida por este aeropuerto.

Para las exportaciones, los principales productos correspondieron a los mismos dos capítulos arancelarios que en las importaciones, con la salvedad de que se presenta una especialización mucho mayor, ya que el capítulo correspondiente a máquinas, material eléctrico y sus partes abarca el 53% del valor de la carga movida; mientras que el de maquinaria y sus refacciones comprende un 22% de la carga; esto es, en dos tipos de productos se concentran tres cuartas partes del valor de la mercancía de exportación (Figura 3.10b).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.10a
Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey

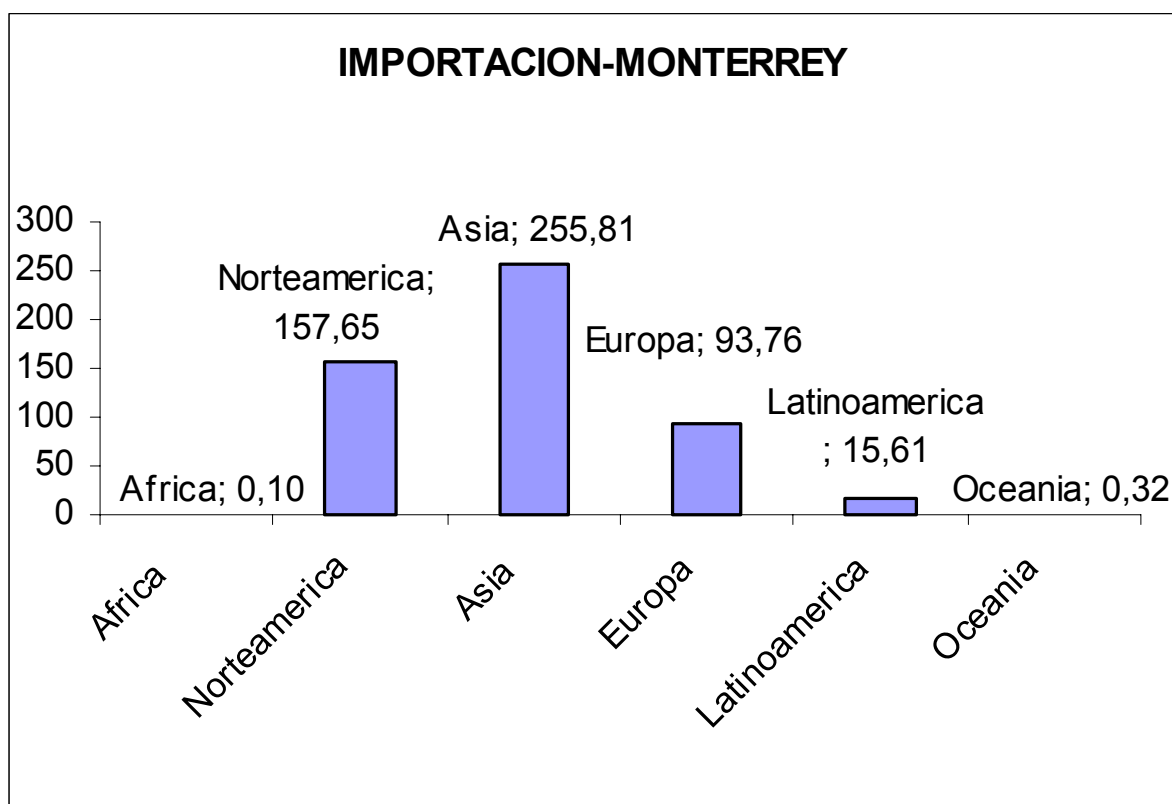


Fuente: elaboración propia.

Figura 3.10b
Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey

Entre los orígenes de la carga de importación, destaca de manera notable Asia con más de 255 millones de dólares; en segundo lugar Norteamérica con poco menos de 160 millones, seguido de Europa con casi 94 millones.

En cuarto lugar se encuentra Latinoamérica con alrededor de 15 millones y, finalmente, África y Oceanía con menos de un millón de dólares en conjunto (Figura 3.11a).

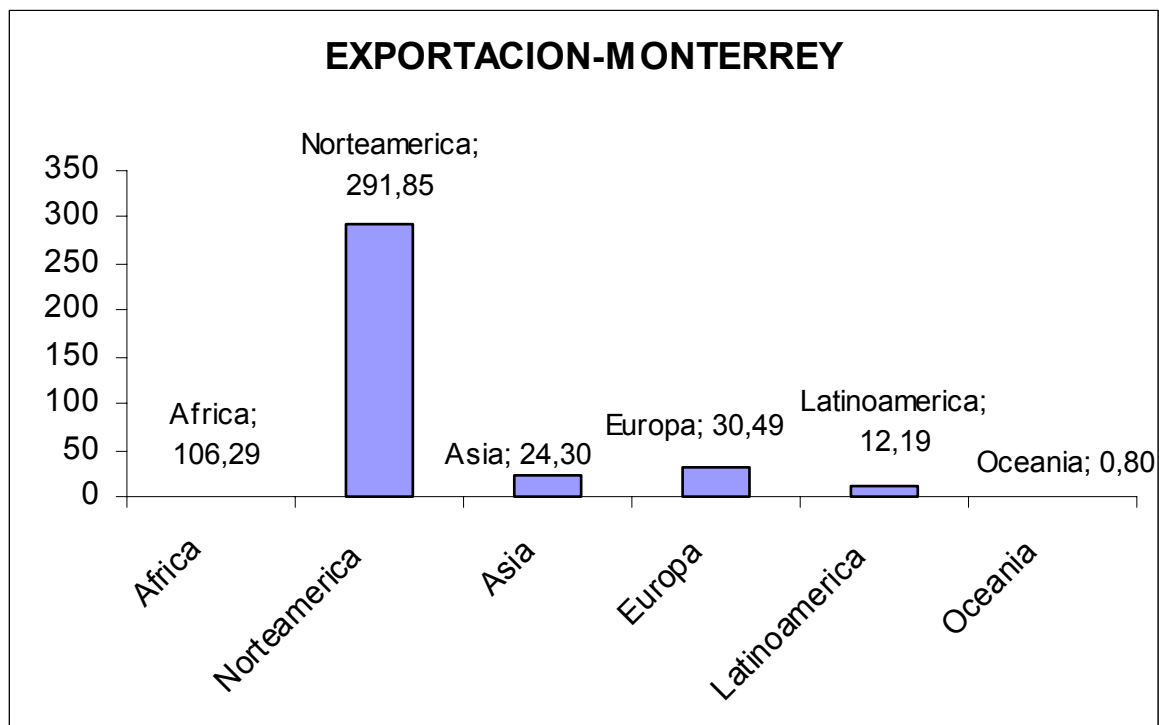


Fuente: elaboración propia.

Figura 3.11a
Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey (millones de dólares)

En cuanto a la carga de exportación, los destinos están más concentrados que las importaciones. Destaca Norteamérica con 292 millones de dólares; seguido de Europa y Asia con 30 y 24 millones, respectivamente.

El cuarto lugar corresponde a Latinoamérica con poco más de 12 millones y, finalmente, África y Oceanía que, en conjunto, no alcanzan el millón de dólares (Figura 3.11b).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.11b

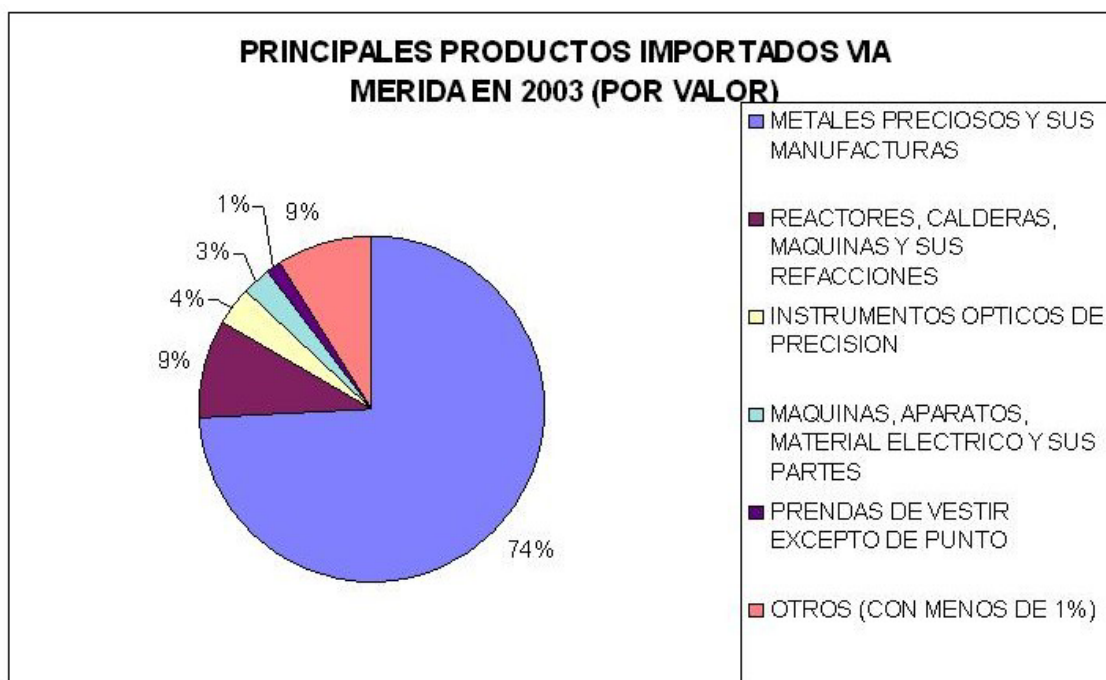
Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Monterrey (millones de dólares)

3.2.2.3 Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Mérida (MID)

En la Figura 3.12a se enlistan los productos de carga aérea internacional importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida que contaron con una participación superior al 1% del total del valor de carga importada por este aeropuerto en el 2003.

Se encontró que, en el sentido de las importaciones, los principales productos correspondieron a metales preciosos y sus manufacturas, seguido de reactores, calderas y sus refacciones. La carga correspondiente al primer capítulo arancelario mencionado comprende el 74%; mientras que el segundo capítulo abarca el 9% de la carga movida por este aeropuerto; esto habla de una gran especialización de la instalación aeroportuaria en el sentido de las importaciones.

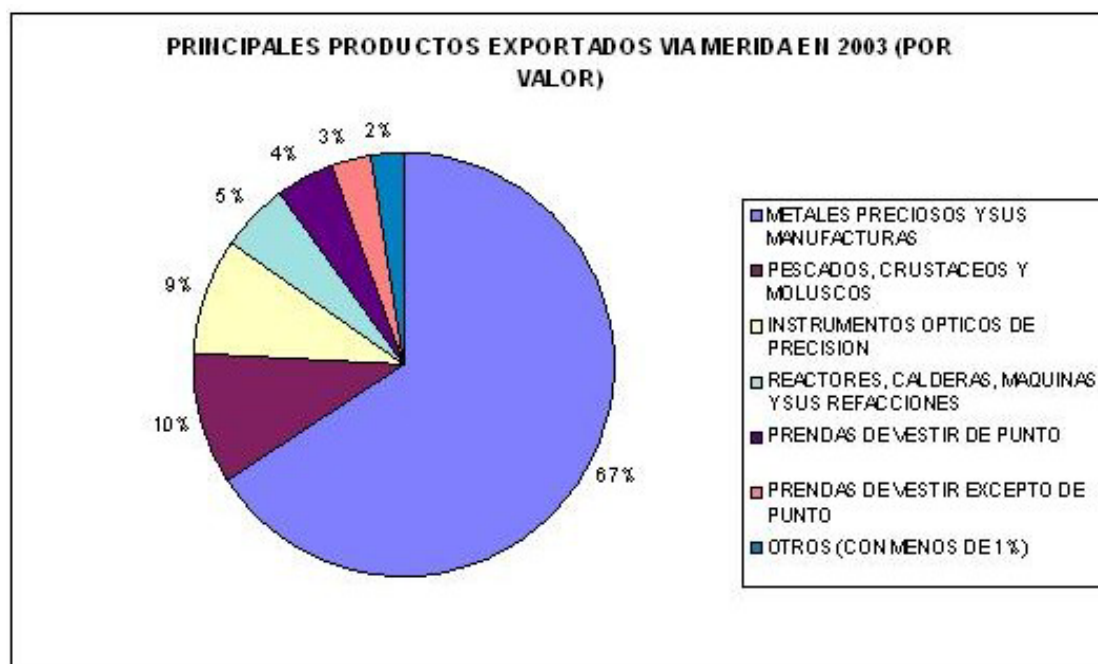
Para las exportaciones, nuevamente los principales productos movidos fueron metales preciosos y sus manufacturas; ahora con 67%; con la salvedad de que el segundo lugar corresponde a pescados, crustáceos y moluscos, con 10%. Es de esperarse que en términos de volumen, esta situación se invierta dada la baja densidad económica de la carga correspondiente al segundo capítulo mencionado. También en el sentido de las exportaciones, se presenta una especialización, ya que ambos capítulos abarcan más del 75% del valor de la carga movida (ver Figura 3.12b).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.12a

Principales productos importados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida



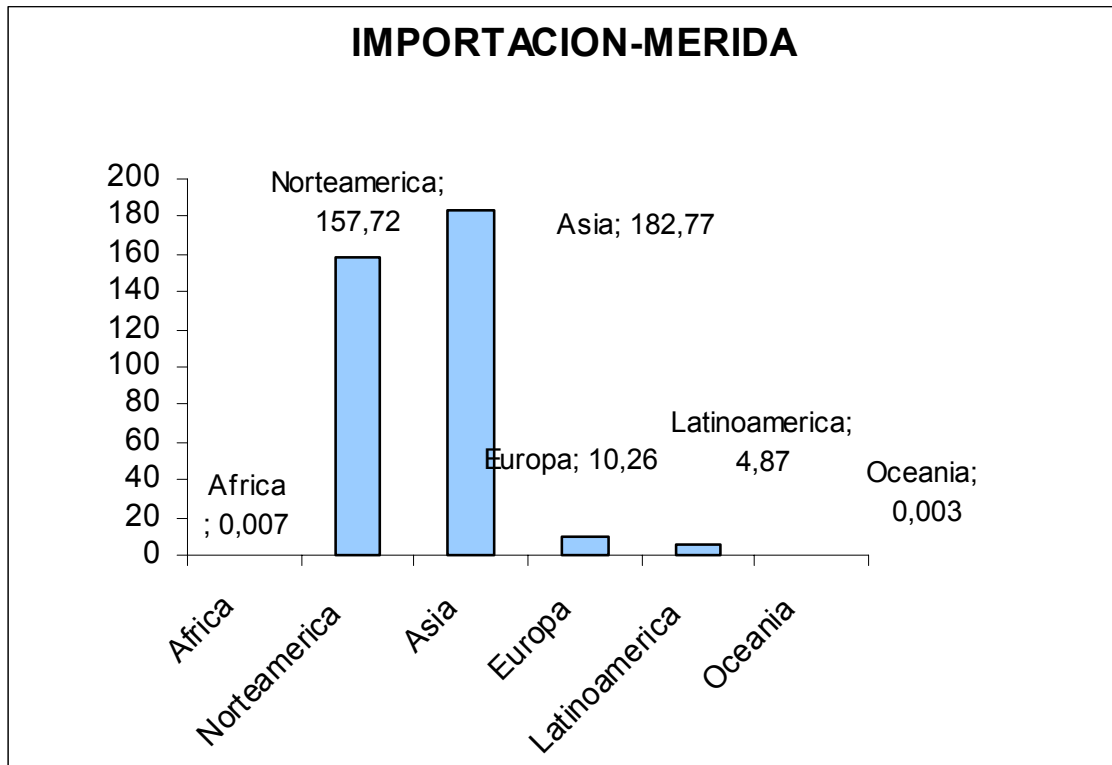
Fuente: elaboración propia.

Figura 3.12b

Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida

De los orígenes de la carga de importación, sobresale Asia con más de 180 millones de dólares; en segundo lugar, Norteamérica con poco menos de 160 millones, seguido de Europa con 10 millones.

En cuarto lugar está Latinoamérica con alrededor de 5 millones y, finalmente, África y Oceanía con menos de un millón de dólares en conjunto (Figura 3.13a).

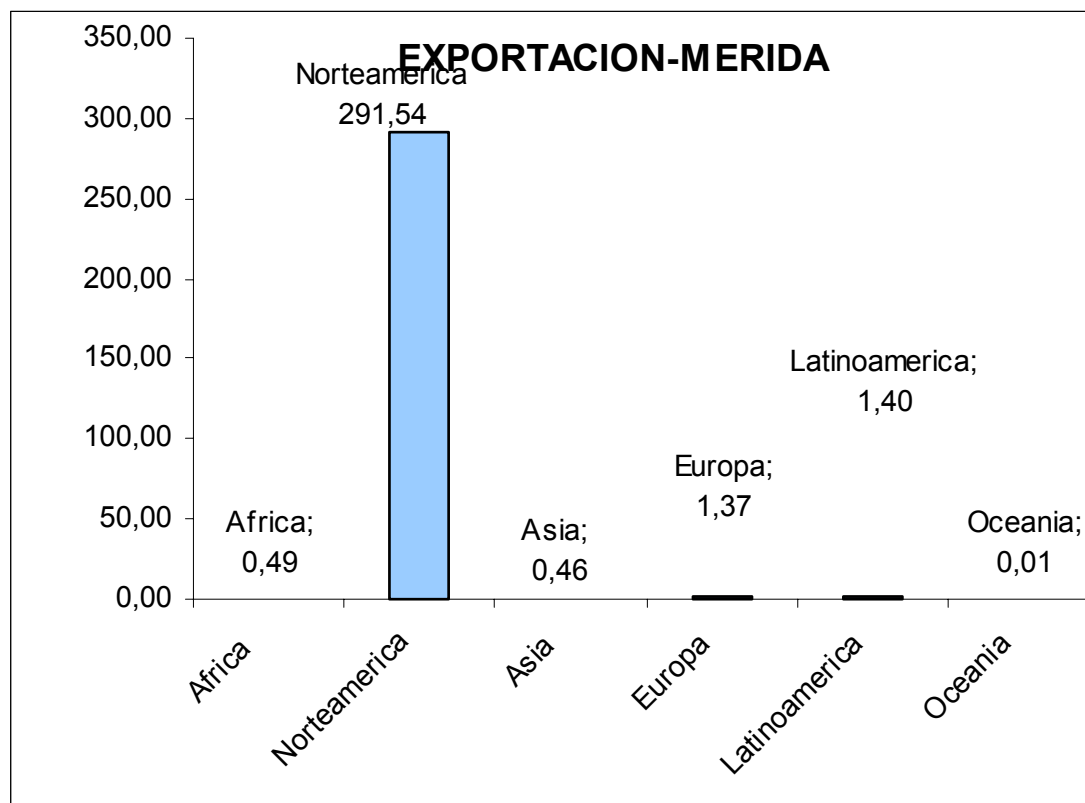


Fuente: elaboración propia.

Figura 3.13a
Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida
(millones de dólares)

En cuanto a la carga de exportación, en la Figura 3.13b se observa que los destinos están más concentrados que las importaciones.

Destaca Norteamérica con 292 millones de dólares, esto es casi la totalidad del valor de la carga exportada por ese aeropuerto, ya que el valor de la carga con destino a Europa y Latinoamérica, no alcanza siquiera el millón y medio de dólares; mientras que en los casos de África, Asia y Oceanía, el valor conjunto es menor a un millón de dólares (Figura 3.13b).



Fuente: elaboración propia.

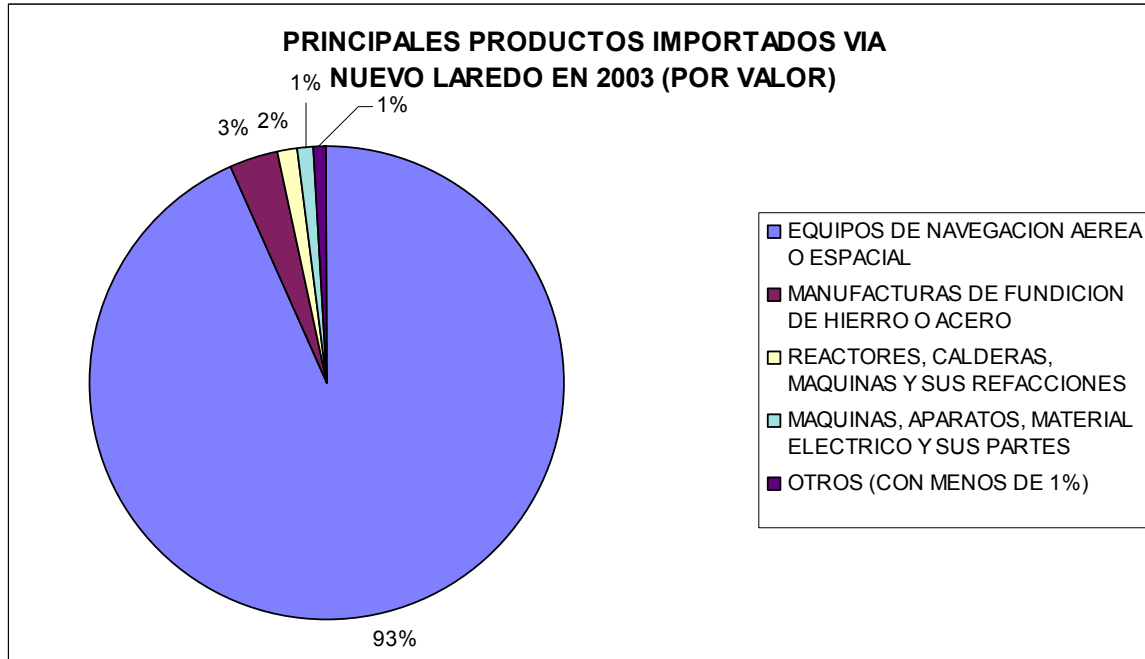
Figura 3.13b
Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de la Ciudad de Mérida
(millones de dólares)

3.2.2.4 Aeropuerto Internacional de Nuevo Laredo (NLD)

En la Figura 3.14a se enlistan los productos de carga aérea internacional importados vía el aeropuerto de la Nuevo Laredo que contaron con una participación superior al 1% del total de carga importada por este aeropuerto en el 2003.

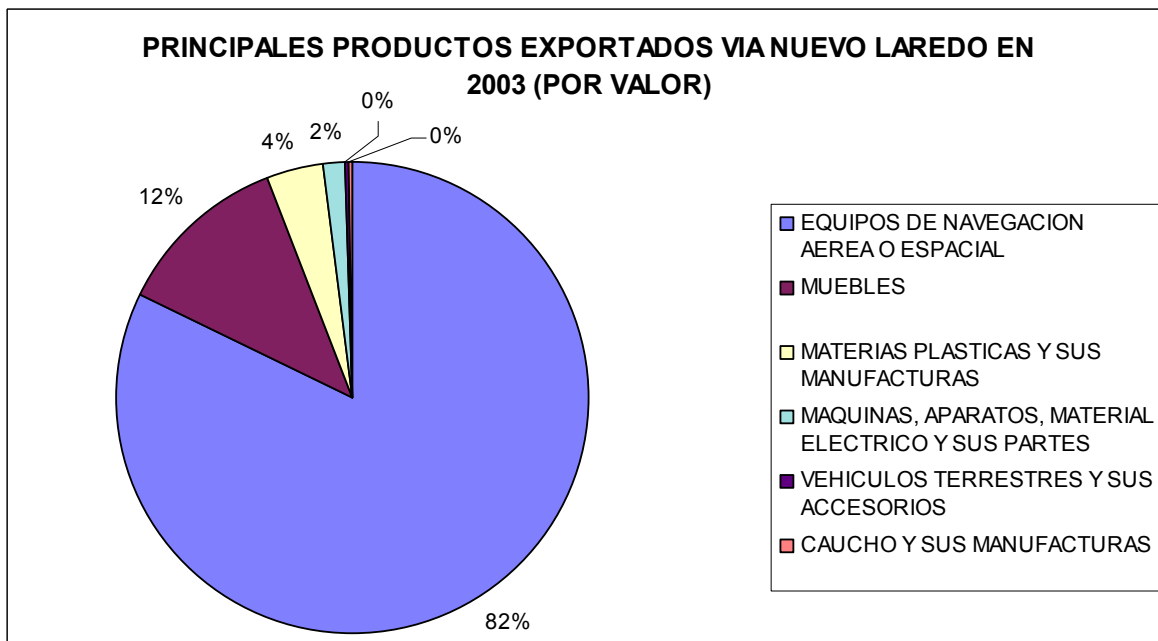
Se encontró que, en el sentido de las importaciones, los principales productos correspondieron a equipos para la navegación aérea o espacial, tipo de carga que concentra más del 90% de la carga importada vía este aeropuerto. Otros capítulos arancelarios comprendieron menos del 5% de la carga y correspondieron a manufacturas de hierro o acero; reactores, calderas y sus refacciones; y aparatos, material eléctrico y sus partes.

Para las exportaciones, nuevamente los principales productos correspondieron a equipos para la navegación aérea o espacial, ahora con 82%. En segundo lugar, los muebles con alrededor del 12%. Otros tipos de carga que tuvieron una participación menor al 5% correspondieron a manufacturas de materias plásticas y a aparatos, material eléctrico y sus partes (Figura 3.14b).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.14a
Principales productos importados, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo

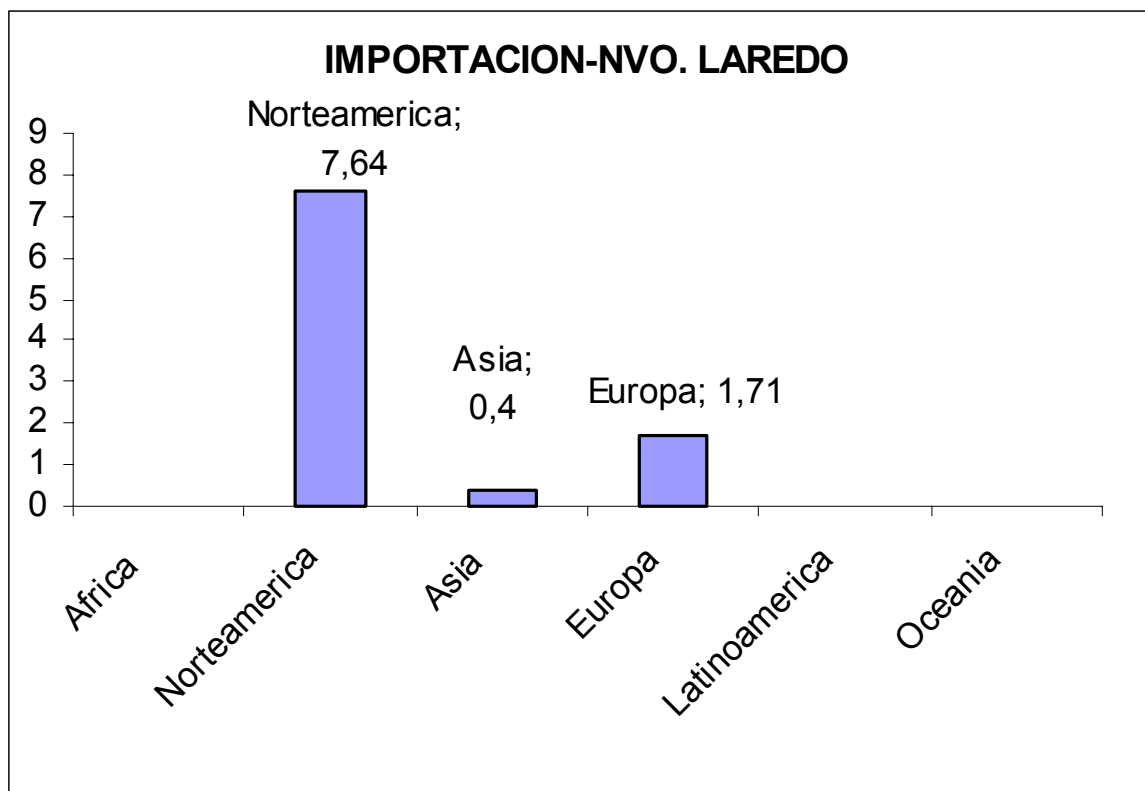


Fuente: elaboración propia.

Figura 3.14b
Principales productos exportados, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo

En la Figura 3.15a se presentan los orígenes de la carga aérea de importación, de los cuales destaca de manera notable Norteamérica con 7.6 millones de dólares; en segundo lugar, Europa con poco menos de 2 millones; y Asia con menos de medio millón de dólares.

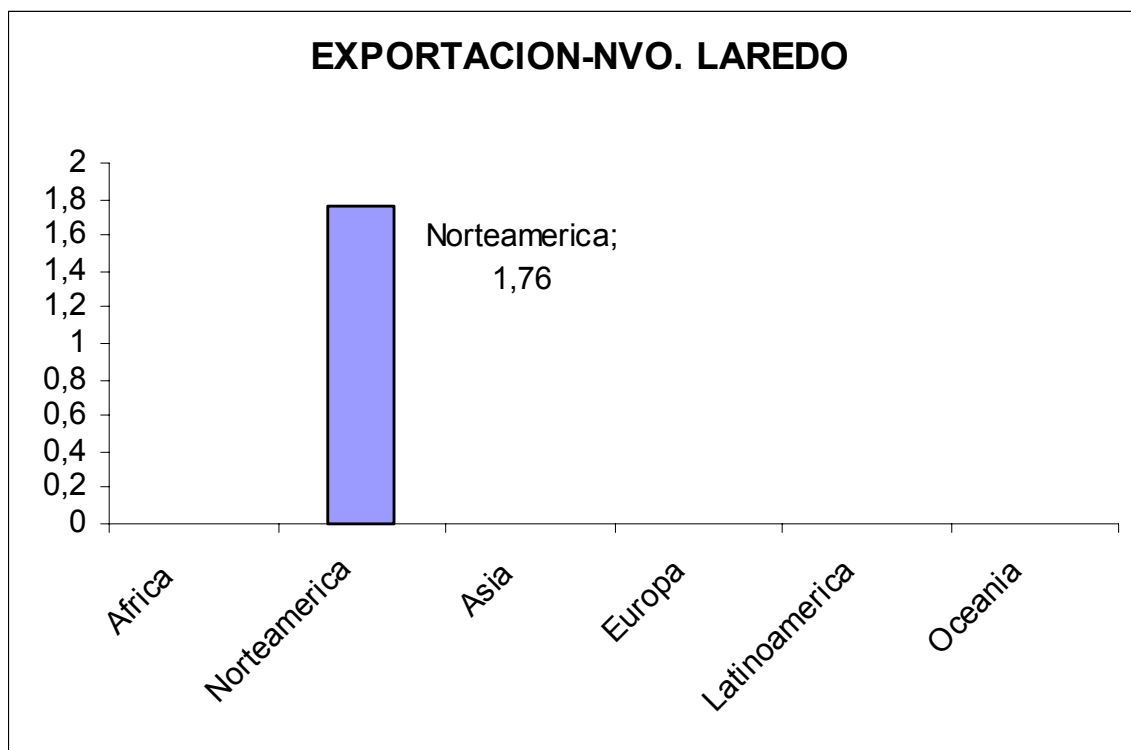
Si se compara la cantidad manejada por este aeropuerto con otros como el de la Ciudad de México, Monterrey e incluso Mérida, el valor de la cantidad importada por este aeropuerto es muy modesta.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.15a
Orígenes de la carga importada, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo (millones de dólares)

En cuanto a la carga de exportación, en la Figura 3.15b se observa que se movió mercancía por un valor de 1.8 millones de dólares, de los cuales la totalidad tuvo como destino Norteamérica (Figura 3.15b).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.15b
Destinos de la carga exportada, vía el Aeropuerto de Nuevo Laredo (millones de dólares)

4 Los desafíos del movimiento de carga aérea en México

4.1 Antecedentes

Con base en las entrevistas de campo se determinaron los principales aspectos relativos a la infraestructura, tecnología, operación e integración multimodal del sistema, que facilitan o limitan la expansión del transporte aéreo de carga en México.

A continuación se presentan los principales actores del sistema de transporte de carga aérea, agrupados de acuerdo con sus funciones dentro del sistema y según el tema de interés que cada grupo ofrece para el presente proyecto:

Autoridades.- Son las unidades administrativas y los organismos gubernamentales, que tienen funciones relacionadas con la regulación y la promoción del transporte aéreo en México y en el Mundo.

Aerolíneas.- Las empresas de transporte público que movilizan la mayor y más significativa parte de la carga aérea dentro del país y la internacional, así como las organizaciones gremiales a las que pertenecen. Estas aerolíneas representan la parte sustancial de la oferta de servicios de transporte aéreo de carga para México.

Aeropuertos.- Las administraciones locales y corporativas de los aeropuertos que representan a los nodos más importantes de la red aeroportuaria en relación con el movimiento de carga.

Agentes logísticos.- Son las empresas y organizaciones que representan a algunos de los agentes más influyentes de las cadenas logísticas para el abastecimiento y distribución física en México, como lo son los agentes de carga, agentes aduanales, terminales de carga y almacenes de mercancías.

Usuarios.- Son las agrupaciones gremiales que representan a los más importantes usuarios de los servicios de carga aérea, así como algunos usuarios que tendrían una influencia sustancial en la demanda de estos servicios.

En el caso de las autoridades, su participación se relacionó con la aportación de información estadística para el desarrollo de análisis cuantitativos del movimiento de carga aérea en el país.

Por otro lado, para los otros actores se prepararon cuestionarios específicos de acuerdo con la información que podrían proporcionarnos conforme a sus funciones

en el sistema. El detalle de las entrevistas no se muestra en esta publicación por razones de confidencialidad.

Dado que existe un gran número de actores que podrían haber sido entrevistados, el principio utilizado para jerarquizar las entrevistas fue el de empezar siempre por los que manejan los mayores volúmenes de carga. También se debe mencionar que esta fase del proyecto fue la que más tiempo consumió, debido a todo el trabajo que implican las entrevistas (preparación de los distintos tipos de cuestionarios, obtención de directorios, concertación de las entrevistas y su realización, y la captura y análisis de la información).

Aunque muchos de los actores ofrecieron un apoyo decidido, varios por el contrario, se mostraron reticentes o con aparente interés pero nunca concedieron la entrevista, y otros más aunque accedieron a la entrevista, finalmente no proporcionaron la información solicitada. Sin embargo, se pudo entrevistar a la mayoría de los principales actores, especialmente a las administraciones aeroportuarias y a las aerolíneas mexicanas exclusivas de carga, que aportaron la información más valiosa.

Una guía importante para definir a los principales actores fue el desarrollo del Capítulo 2, donde se mencionan las principales aerolíneas, tanto nacionales como extranjeras, junto con el volumen anual de carga transportado por cada una de ellas. De esta manera se identificaron a las cinco aerolíneas mexicanas: dos de servicio mixto y tres exclusivas de carga, que atendieron en 2003 el 84% de la carga transportada por empresas mexicanas (Tabla 2.6). Por la gran cantidad de aerolíneas extranjeras que participan en el tráfico internacional de carga de y hacia México, se propuso la participación de tres empresas, las más representativas de cada una de las modalidades de servicio; esto es, servicio regular de pasajeros y carga, servicio exclusivo de carga, y servicio de puerta a puerta (Tabla 2.8).

En cuanto a los aeropuertos, la guía fue la Tabla 4.1, que muestra cómo es la participación de cada uno de los aeropuertos nacionales en el movimiento de carga aérea, tanto doméstica como de comercio exterior.

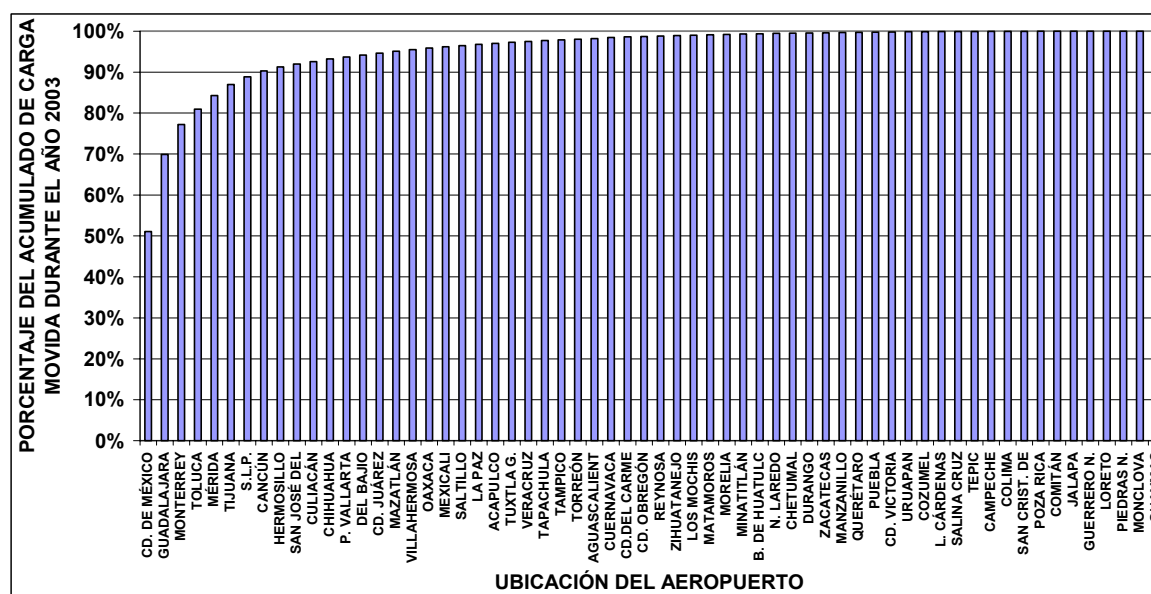
En esta tabla se observa cómo los aeropuertos de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca, Mérida, Tijuana y San Luis Potosí acumularon casi el 90% de la carga movida en los aeropuertos nacionales durante el 2003. Por ello, se programaron y realizaron entrevistas en tales aeropuertos, con lo que además se logró un acercamiento con todos los Grupos Aeroportuarios. Con el Grupo del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (MEX); el Grupo Aeroportuario del Pacífico (GDL y TIJ); el Grupo Aeroportuario Centro Norte (MTY y SLP); el Grupo Aeroportuario del Sureste (MID); y el del Corporativo ASA (TLC).

Tabla 4.1
Movimiento de carga aérea en los aeropuertos nacionales durante 2003

	UBICACIÓN DEL AEROPUERTO	CARGA DOMÉSTICA		CARGA COMERCIO EXTERIOR		TOTALES (TONELADAS)	PORCENTAJE DE CARGA MOVIDA EN AEROPUERTOS NACIONALES	
		ENTRADAS (TONELADAS)	SALIDAS (TONELADAS)	ENTRADAS (TONELADAS)	SALIDAS (TONELADAS)		INDIVIDUAL	ACUMULADA
1	CIUDAD DE MÉXICO	30,765.0	50,368.7	146,049.9	82,291.3	309,474.8	51.059%	51.059%
2	GUADALAJARA	13,476.4	12,483.1	43,773.5	44,399.2	114,132.3	18.830%	69.889%
3	MONTERREY	10,211.8	9,401.1	11,652.5	12,881.3	44,146.6	7.284%	77.173%
4	TOLUCA	5.0	0.9	13,164.6	9,924.4	23,094.9	3.810%	80.983%
5	MÉRIDA	4,030.1	4,338.9	3,945.9	7,702.3	20,017.2	3.303%	84.286%
6	TIJUANA	8,014.7	8,003.5	23.1	101.1	16,142.5	2.663%	86.949%
7	SAN LUIS POTOSÍ	4,381.7	7,076.4	12.7	7.7	11,478.4	1.894%	88.843%
8	CANCÚN	3,783.1	1,148.1	1,914.8	1,853.3	8,699.3	1.435%	90.278%
9	HERMOSILLO	4,375.1	1,416.7	144.9	56.4	5,993.1	0.989%	91.267%
10	SAN JOSÉ DEL CABO	1,913.8	227.2	463.3	1,561.3	4,165.6	0.687%	91.954%
11	CULIACÁN	2,739.4	1,087.1	0.0	0.1	3,826.7	0.631%	92.585%
12	CHIHUAHUA	2,071.4	1,331.1	230.6	99.5	3,732.6	0.616%	93.201%
13	PUERTO VALLARTA	1,203.9	240.9	379.1	1,165.4	2,989.3	0.493%	93.694%
14	DEL BAJO	1,287.6	823.8	432.9	341.6	2,885.8	0.476%	94.171%
15	CIUDAD JUÁREZ	1,562.1	1,057.3	137.0	59.5	2,815.8	0.465%	94.635%
16	MAZATLÁN	935.3	1,213.0	541.5	114.8	2,804.7	0.463%	95.098%
17	VILLAHERMOSA	1,860.2	637.6	1.1	0.1	2,498.9	0.412%	95.510%
18	OAXACA	911.5	1,198.7	13.6	0.0	2,123.9	0.350%	95.860%
19	MEXICALI	1,497.5	437.1	7.3	2.4	1,944.3	0.321%	96.181%
20	SALTILLO	198.1	114.0	1,262.2	270.8	1,845.1	0.304%	96.486%
21	LA PAZ	793.5	952.5	0.0	0.0	1,746.0	0.288%	96.774%
22	ACAPULCO	1,196.1	192.8	45.4	124.5	1,558.8	0.257%	97.031%
23	TUXTLA GUTIÉRREZ	1,218.8	231.7	0.0	0.0	1,450.5	0.239%	97.270%
24	VERACRUZ	1,135.2	220.3	1.6	1.7	1,358.7	0.224%	97.494%
25	TAPACHULA	518.3	751.6	0.0	0.0	1,269.9	0.210%	97.704%
26	TAMPICO	839.0	192.1	0.4	0.0	1,031.5	0.170%	97.874%
27	TORREÓN	585.4	330.3	1.6	0.0	917.3	0.151%	98.025%
28	AGUASCALIENTES	748.3	132.9	11.3	0.4	892.9	0.147%	98.173%
29	CUERNAVACA	393.3	451.1	0.0	0.0	844.4	0.139%	98.457%
30	CIUDAD DEL CARMEN	486.5	121.7	207.8	14.8	830.8	0.137%	98.595%
31	CIUDAD OBREGÓN	449.0	327.1	0.0	0.0	776.0	0.128%	98.723%
32	REYNOSA	355.4	289.6	0.0	0.0	645.1	0.106%	98.829%
33	ZIHUATANEJO	559.9	53.9	9.9	9.5	633.2	0.104%	98.934%
34	LOS MOCHIS	288.5	296.0	0.0	0.0	584.5	0.096%	99.030%
35	MATAMOROS	289.5	274.0	0.0	0.0	563.5	0.093%	99.123%
36	MORELIA	312.7	182.6	36.4	5.2	536.9	0.089%	99.211%
37	MINATITLÁN	446.0	77.8	0.0	0.0	523.8	0.086%	99.298%
38	BAHIAS DE HUATULCO	386.3	96.4	0.0	0.0	482.7	0.080%	99.378%
39	NUEVO LAREDO	81.6	368.3	0.0	0.0	449.9	0.074%	99.452%
40	CHETUMAL	359.7	60.2	0.0	0.0	419.8	0.069%	99.521%
41	DURANGO	252.5	40.8	4.2	0.0	297.5	0.049%	99.570%
42	ZACATECAS	228.3	46.5	12.1	2.1	288.9	0.048%	99.618%
43	MANZANILLO	206.0	76.6	1.2	4.3	288.0	0.048%	99.665%
44	QUERÉTARO	143.6	92.3	28.3	17.1	281.3	0.046%	99.712%
45	PUEBLA	138.1	84.6	30.2	21.4	274.4	0.045%	99.757%
46	CIUDAD VICTORIA	234.9	33.8	0.0	0.0	268.7	0.044%	99.801%
47	URUAPAN	136.8	41.7	0.0	0.0	178.5	0.029%	99.831%
48	COZUMEL	74.6	12.3	80.5	6.1	173.5	0.029%	99.859%
49	LÁZARO CÁRDENAS	119.2	13.0	0.0	0.0	132.2	0.022%	99.881%
50	SALINA CRUZ	112.3	11.5	0.0	0.0	123.9	0.020%	99.902%
51	TEPIC	112.7	10.7	0.0	0.0	123.4	0.020%	99.922%
52	CAMPECHE	78.3	11.6	0.0	0.0	89.8	0.015%	99.937%
53	COLIMA	55.7	28.3	0.0	0.0	83.9	0.014%	99.951%
54	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS	74.3	6.4	0.0	0.0	80.7	0.013%	99.964%
55	POZA RICA	46.7	29.2	0.0	0.0	75.9	0.013%	99.977%
56	COMITÁN	31.8	4.6	0.0	0.0	36.4	0.006%	99.983%
57	JALAPA	27.0	3.0	0.0	0.0	30.0	0.005%	99.987%
58	GUERRERO NEGRO	13.3	12.4	0.0	0.0	25.8	0.004%	99.992%
59	LORETO	13.5	8.0	0.0	0.0	21.5	0.004%	99.995%
60	PIEDRAS NEGRAS	10.8	3.3	0.0	0.0	14.1	0.002%	99.998%
61	MONCLOVA	5.5	2.9	0.0	0.0	8.5	0.001%	99.999%
62	GUAYMAS	2.7	3.4	0.0	0.0	6.1	0.001%	100.000%
	OTROS DESTINOS INTERNACIONALES	N.A.	N.A.	163,598.6	N.A.	163,598.6	N.A.	N.A.
	OTROS ORIGENES INTERNACIONALES	N.A.	N.A.	N.A.	225,180.6	225,180.6	N.A.	N.A.
	TOTALES	108,785.1	108,785.1	388,220.1	388,220.1	994,010.5		

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Dirección General de Aeronáutica Civil. Observe como el total de carga movida en todo el sistema nacional es la mitad de 994,010.5 toneladas, debido a que la carga que sale de un aeropuerto es la misma que llega a otro, por lo que se ha contabilizado dos veces.

Una visualización de la concentración del movimiento de carga aérea en los aeropuertos nacionales se presenta en la Figura 4.1. Mediante la Tabla 4.1, además de observar la participación individual y acumulada de los aeropuertos que movieron carga aérea durante el 2003, también se puede deducir la vocación de cada uno de estos aeropuertos, en el sentido de manejar carga doméstica, de comercio exterior, o ambas.



Fuente: Elaboración propia con base en la Tabla 4.1.

Figura 4.1
Porcentaje acumulado de la carga movida en los aeropuertos nacionales durante 2003

En general, todos los aeropuertos listados en la Tabla 4.1 mueven carga doméstica, sin embargo, generalmente la carga de comercio exterior sólo es movida por los primeros veinte aeropuertos listados.

4.2 Resultados de las entrevistas a los principales aeropuertos

A continuación se resumen y agrupan algunos de los resultados aportados por las entrevistas levantadas en los principales aeropuertos nacionales que mueven carga aérea, en particular por los primeros siete de la Tabla 4.1.

En cuanto a equipos para movilizar, procesar y almacenar carga se reportan los siguientes: montacargas, bandas transportadoras, cámaras de refrigeración, equipos de rayos X y básculas (con capacidades de 2, 10 y 15 toneladas), portapallets, plataformas de carga; tractores de remolque para aeronaves y cargadores frontales.

En relación con la estacionalidad de la demanda, se observó que en general es estable, sobretodo para la carga doméstica; sin embargo, en algunos aeropuertos (Toluca y Monterrey) disminuye en diciembre y/o en los primeros meses del año (entre un 10 y 30%); en otros en cambio hay picos de demanda durante febrero-marzo, julio-agosto y octubre-diciembre.

En cuanto al predominio de aeronaves exclusivas de carga, se tiene un nivel destacado en los aeropuertos de Toluca y San Luis Potosí, dado que el movimiento de mercancías en aeronaves de carga en el primero es de un 100%, y en el segundo es de un 90% (el resto se realiza en aviones de pasajeros); esto se explica por el hecho de que ambos aeropuertos son bases de importantes aerolíneas de paquetería y carga. En los de Guadalajara y Mérida también hay un volumen importante de mercancías transportadas en aeronaves exclusivas de carga, 67 y 65.5% respectivamente. En cambio en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, y en los de Monterrey y Tijuana, las aeronaves exclusivas de carga tienen una menor participación en el movimiento de mercancías, con un valor del orden del 30% en los tres casos.

La tasa de crecimiento media anual (TCMA) esperada en el movimiento de carga aérea en los principales aeropuertos, es del orden del 5%, para horizontes de 15 a 20 años.

La capacidad utilizada de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea tuvo un promedio de utilización de alrededor de 42% (remanente de 58%). Por lo que, en algunos aeropuertos, se cuenta con un importante margen de crecimiento sin mayores inversiones en infraestructura (Tabla 4.2).

Tabla 4.2
Ocupación de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea

Aeropuerto	Porcentaje de ocupación
Guadalajara	90.0
Monterrey	48.7
Toluca	25.0
Mérida	18.8
Tijuana	25.0
Promedio	41.5

Nota: En los casos de los aeropuertos de la Ciudad de México (AICM) y San Luis Potosí no fue proporcionada dicha información. Sin embargo, en el caso del AICM, de las observaciones directas en él, se puede asumir un porcentaje de ocupación cercano al 100%, en sus instalaciones destinadas al manejo de carga aérea.

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas.

Los aeropuertos nacionales con los que los aeropuertos principales esperan aumentar sus flujos de carga (sin incluirlos a ellos mismos) son los de Hermosillo, Aguascalientes y Querétaro; y en cuanto a los internacionales: Los Ángeles, Houston, Dallas, Miami, Chicago y Cincinnati, como se observa, todos estos en los Estados Unidos.

De acuerdo con los Grupos Aeroportuarios, los aeropuertos nacionales que tendrán un crecimiento notable en el movimiento de carga aérea son: Chihuahua, Ciudad Juárez, Reynosa, San Luis Potosí, Guadalajara, el Bajío y Cancún.

El detalle de los productos movidos por vía aérea en el comercio exterior ya ha sido establecido en el capítulo 3, por lo que resulta de interés conocer el tipo de mercancías captadas por el comercio doméstico; en este sentido cabe señalar que las administraciones aeroportuarias no llevan un registro oficial del tipo de producto movido en forma doméstica, sin embargo, algunos reportan como pertenecientes a este mercado: aparatos electrónicos y de cómputo, textiles, joyería, refacciones, paquetería y mensajería.

En todos los casos, para los principales siete aeropuertos que mueven carga aérea fue reportado invariablemente como modo utilizado para ingresar y recoger la carga del aeropuerto al autotransporte, mediante camiones o camionetas.

La zona de influencia de los aeropuertos es generalmente el área metropolitana, o industrial aledaña al aeropuerto y sus corredores. En el caso del AICM, su influencia se extiende hasta las principales ciudades de sus estados vecinos (Puebla, Cuernavaca, Pachuca y Toluca). En el caso del aeropuerto de Guadalajara, para el comercio exterior su influencia se extiende hasta los estados de Zacatecas, Aguascalientes y Michoacán. El aeropuerto de Mérida también extiende su zona de influencia para el comercio exterior hasta sus entidades vecinas, Campeche y Quintana Roo.

En cinco de los siete principales aeropuertos²³ se detectaron proyectos para construir o mejorar la infraestructura para el manejo de carga aérea y la atención de vuelos cargueros. Los proyectos incluyen: la construcción de almacenes fiscalizados (SLP, GDL); incremento del número de plataformas (SLP, MTY, GDL); construcción y/o ampliación de instalaciones aduanales (SLP, GDL); desarrollo de centros multimodales de carga (GDL, TIJ); ampliación y mejora de bodegas de clasificación de carga (TIJ); y la instalación de mejores equipos para el aterrizaje por instrumentos (TLC²⁴).

²³ Los únicos aeropuertos que no reportaron proyectos de este tipo en el corto plazo fueron MEX y MID.

²⁴ Aunque la instalación de este sistema se enfocó a vuelos de pasajeros, también beneficia al movimiento de carga aérea. Este es un sistema de aproximación de aterrizaje por instrumentos, para condiciones de muy baja visibilidad (ILS, categoría 3) que permite a las aeronaves hacer una aproximación muy cercana al suelo. Mediante este sistema, del 100% de los días que el aeropuerto está cerrado por afectación de baja visibilidad, al 85% se les dará continuidad. Por ejemplo, de los 100 días que durante el 2003 estuvo cerrado el aeropuerto por niebla, con este equipo a 85 días se les hubiera dado continuidad del servicio, y sólo se habrían tenido 15 días de afectaciones. Con esta tecnología se supera en buena medida la barrera impuesta por las condiciones meteorológicas de niebla.

También se reportó por los Grupos Aeroportuarios, varios proyectos de construcción de infraestructura en otros aeropuertos distintos a los principales. En este caso se reportaron en proceso de construcción nuevas terminales de carga aérea para comercio exterior, en los aeropuertos de Chihuahua, Ciudad Juárez y Reynosa (Grupo Aeroportuario Centro-Norte); el desarrollo de un recinto fiscalizado en Hermosillo y de un puerto seco en el aeropuerto del Bajío (Grupo Aeroportuario del Pacífico); y en fase de estudio un proyecto para desarrollar una terminal de carga aérea en Cancún (Grupo Aeroportuario del Sureste). En el caso de ASA²⁵, se detectó un proyecto importante para la construcción de una terminal de carga aérea y un recinto fiscal en el aeropuerto de Puebla²⁶.

Las opiniones relacionadas con obstáculos para el desarrollo del movimiento de carga aérea fueron las siguientes:

- 1) Para la apertura de terminales de carga aérea internacional, la autoridad aduanera requiere largos procesos de revisión y autorización (hasta de dos años).
- 2) Para el despacho aduanero, el ciclo de revisiones demora el proceso y dañan la mercancía.
- 3) El encarecimiento de las operaciones con las modificaciones de la aduana, introduciendo a empresas dedicadas a carga y descarga.
- 4) El aspecto de la facilitación administrativa, es una queja muy frecuente entre los manejadores de carga aérea.
- 5) Exceso de regulaciones.
- 6) Los efectos derivados de actos terroristas, como los del 11 de septiembre del 2001.
- 7) La falta de espacio físico y la creciente demanda de operaciones (AICM).
- 8) Una ineficiente interconexión con el modo carretero (AICM).
- 9) Estancamiento económico del sureste mexicano y competencia con la terminal de contenedores de Puerto Progreso, para algunos productos con origen o destino en La Florida y la Costa Este de EUA (MID).

²⁵ Fuente: <http://www.transportesxxi.com> noticia del 28 de marzo de 2005.

²⁶ Observemos como casi todos estos proyectos pertenecen a los aeropuertos ubicados entre los lugares 8 a 15 de la Tabla 4.1 (excepto los de Reynosa y Puebla, que se ubican en los lugares 32 y 45 respectivamente). Los primeros 15 aeropuertos de la Tabla 4.1 representan alrededor del 95% de la carga (doméstica y de comercio exterior) movida en los aeropuertos nacionales, por lo que tiene sentido su desarrollo.

10) Una gran competencia por parte de los aeropuertos de San Diego y Los Ángeles; y una muy fuerte competencia por parte del autotransporte (TIJ).

Las opiniones relacionadas con oportunidades para el desarrollo del movimiento de carga aérea fueron las siguientes:

- 1) Su desarrollo va a la par con la industria y la economía.
- 2) Ubicación geográfica estratégica. TLC, alternativa para el AICM, por su cercanía y sin problemas de saturación; SLP, equidistante a MTY, GDL y AICM; en zona industrial AICM, GDL, MTY y TLC; TIJ en zona de maquiladoras (alrededor de 3000) y fronterizo con Estados Unidos; MID, llegada de nuevas empresas y crecimiento del consumo por el turismo en el sureste.

4.3 Resultados de las entrevistas a las aerolíneas

En este caso, las entrevistas se pueden subdividir en dos grupos: el de aerolíneas nacionales (Mas Air, Estafeta Carga Aérea y Aerounión), y el de extranjeras (*Amerijet* y *Lufthansa Cargo*).

En cuanto a aeronaves exclusivas de carga y capacidades de las aerolíneas nacionales, se detectaron las siguientes: *Boeing*-737-200 y -300 (capacidades 14 y 17 toneladas respectivamente); *Boeing* 767-300F (capacidad 55 toneladas); DC-10-30F (capacidad de carga 70 toneladas); y *Airbus* A-300 (capacidad 40 toneladas). Planes para utilizar *Boeing* 747/200 (capacidad 113 toneladas) en el 2005. Por otro lado, para las aerolíneas extranjeras se detectaron dentro de las aeronaves exclusivas de carga a los *Boeing* 727-200 (capacidad 25 toneladas); y en aeronaves mixtas a los *Boeing* 747-400.

En promedio, las distintas aerolíneas nacionales realizan diez vuelos por semana, y las extranjeras seis vuelos por semana.

En cuanto al tipo de carga que las aerolíneas nacionales transportan en promedio; aproximadamente, el 90% es de carga general; 7% es de perecederos; 2.5% es carga peligrosa; y un 0.5% es carga valiosa. En cambio, las aerolíneas extranjeras mueven aproximadamente un 31% de carga general; 57% de perecederos; 5% de carga peligrosa; y 7% de carga valiosa.

La capacidad utilizada para transportar carga en las aerolíneas nacionales, es del 47% (remanente 53%); en las aerolíneas extranjeras la capacidad utilizada para transportar carga es de 75% (remanente 25%).

En cuanto a la estacionalidad de la demanda, se detectó que es muy variable; por su parte, algunas aerolíneas nacionales indican cambios trimestrales; y otros, demanda estable a lo largo del año con un incremento importante de la demanda al final del año (último trimestre); por su parte, las aerolíneas extranjeras informan

de incrementos importantes de demanda durante los primeros cuatro meses del año.

El enlace sistemático reportado con otro modo de transporte, tanto para las aerolíneas nacionales como extranjeras, fue el autotransporte.

Los obstáculos manifestados por las aerolíneas nacionales para el desarrollo del movimiento de carga aérea son:

- 1) El gran incremento de los precios de los combustibles²⁷. Durante el periodo 2003-2004 señalan aumentos del 100% en el precio del combustible.
- 2) El gran incremento de los cargos por seguros, generados a raíz de los atentados terroristas en los Estados Unidos (11-09-01).
- 3) Falta de mayores inversiones por parte de los Grupos Aeroportuarios en infraestructura (por ejemplo, en la ampliación de la longitud de pistas).
- 4) En las exportaciones, una reducida actividad económica se refleja en un pobre mercado exportador.
- 5) Incertidumbre de si en el futuro se les permitirá continuar operando a las aerolíneas de carga en el AICM, dado que esto originaría perder sus conexiones con aerolíneas europeas de gran capacidad.

Los obstáculos expuestos por las aerolíneas extranjeras son:

- 6) La dependencia de aspectos coyunturales y de la paridad cambiara.
- 7) Disminución de la actividad de carga aérea por las crisis económicas.

²⁷ De acuerdo con el Director General de la IATA, *Giovanni Bisignani*, la industria global de las aerolíneas podría perder 5 mil 500 millones de dólares en 2005 debido a la continua alza de los precios del petróleo. El total de pérdidas para las aerolíneas del mundo en los cinco años, de 2001 a 2005, superaría entonces los 40 mil millones de dólares. Esta acumulación de pérdidas amenazaría la supervivencia en particular de varias aerolíneas estadounidenses (como *United Airlines* y *US Airways*). El pronóstico de pérdidas para 2005 se basa en un precio promedio del crudo de referencia europeo *Brent* de 43 dólares por barril; *Bisignani*, durante una conferencia de prensa instó a los gobiernos a desregular la industria a fin de abrir el acceso a los mercados de capital globales, así como a reducir la carga fiscal y a regular a los llamados proveedores monopólicos, encabezados por los aeropuertos y los sistemas de control de tránsito aéreo. Su percepción es de que se observan ganancias máximas en los aeropuertos mientras que las aerolíneas sufren pérdidas históricas. Mientras las aerolíneas realizan los vuelos todos los demás ganan dinero. El combustible representa actualmente el 20% de los costos de operación de las aerolíneas. Los precios del petróleo han aumentado un tercio su valor durante el primer trimestre de 2005, y superan casi cuatro veces el valor promedio de 1988, lo que ha provocado una creciente preocupación de que los precios permanezcan en estos niveles por más tiempo.

8) En algunos lugares, poca variedad de productos (por ejemplo, en Mérida el pescado fresco representa el 70% de las exportaciones).

9) En el caso de Mérida, su escaso desarrollo industrial y en general de las ciudades del sureste. Para esta misma ciudad, la competencia con los servicios de transporte marítimo de contenedores de Puerto Progreso; en particular, para algunos productos que podrían utilizar el modo aéreo, como por ejemplo, textiles y refacciones.

Las oportunidades reportadas por las aerolíneas nacionales para el desarrollo del movimiento de carga aérea son:

1) En importaciones se perciben grandes oportunidades. En el 2000 el 20% de las manufacturas cruzaron una frontera; en el 2020, este valor será del 70%. El movimiento intercontinental será por barco y avión, pero para las manufacturas de alto valor será sólo por avión.

2) Todas las que ofrece el mercado en expansión de carga aérea internacional.

Una oportunidad adicional reportada por una aerolínea extranjera es:

3) Se percibe poca competencia en el manejo exclusivo de carga aérea en algunas regiones.

Finalmente, es necesario comentar que la falta de respuesta, en cualquier sentido, de las aerolíneas mexicanas de servicio mixto, Aerovías de México y Mexicana de Aviación puede interpretarse a que tradicionalmente han considerado el servicio de carga como un subproducto de su operación, cuyo desarrollo ha estado supeditado al del servicio de pasajeros. Ambas aerolíneas derivaron la invitación a participar en este proyecto hacia su filial común Aeromexpress, que tampoco dio respuesta alguna.

4.4 Resultados de las entrevistas en terminales de carga aérea

Equipos con que se cuenta para manejar la carga en tierra: montacargas, patines traspaletas hidráulicos y básculas digitales (2 y 15 toneladas).

Servicios ofrecidos comúnmente en las terminales de carga:

- 1) Acarreo de mercancías desde la plataforma hasta el almacén fiscalizado.
- 2) Paletizado y control de embarques.
- 3) Refrigeración de mercancía perecedera.
- 4) Jaula de valores.
- 5) Pesado de carga (importación y exportación).
- 6) Control de entrega y recepción en almacén fiscalizado.
- 7) Servicio de revisiones previas las 24 horas del día.

En cuanto a la estacionalidad de la demanda, generalmente es estable a lo largo del año, excepto durante febrero, marzo y abril, debido a un incremento en la actividad.

Los pronósticos para su tasa de crecimiento media anual (TCMA) es del orden del 5%.

En cuanto al nivel de ocupación de las instalaciones, ésta es del 10% (remanente 90%).

El tipo de carga es muy variable según el tipo de terminal; así por ejemplo, en Mérida del total de carga movida, el 57% es de perecederos (pescado fresco y mariscos), y el 43% de carga general (maquila textil, joyería y refacciones, entre los principales). En cambio, en Guadalajara, prácticamente el 100% de la carga es general (equipos y componentes eléctricos, electrónicos, de cómputo y automotrices, entre los principales).

El cuanto al modo de transporte utilizado para ingresar y recoger la carga en la terminal, fue reportado el autotransporte (camiones y camionetas).

Las oportunidades reportadas para el desarrollo del movimiento aeroportuario de carga se relacionan con la reactivación de la economía, y el desarrollo económico para incrementar los flujos de carga aérea.

4.5 Importancia de la relación del transporte de carga aérea con otros modos

En las encuestas realizadas para el presente proyecto, se detectó, como en el caso del AICM se presentan problemas de interconexión con el autotransporte; en el caso de Monterrey, una nueva vialidad ha resuelto los problemas de accesibilidad al aeropuerto. También se sabe que en el caso de Cancún (posición No. 8 en el movimiento de carga aérea en el 2003) han surgido problemas de acceso, sobre todo en las temporadas de gran demanda de servicio, por lo que recientemente (en 2005) han construido y ampliado sus accesos²⁸.

Por su parte, en el ámbito internacional se ha detectado lo siguiente en cuanto a los aeropuertos y su relación con otros modos de transporte.

En años recientes, la carga aérea ha tenido el más alto crecimiento del segmento de los bienes que se mueven en la industria de los Estados Unidos, dando lugar a un incremento en la demanda del servicio en los aeropuertos y en el transporte terrestre desde y hacia ellos. La carga aérea consiste predominantemente en bienes de alto valor o sensibles al tiempo, por ejemplo, equipo electrónico,

²⁸ El Instituto Mexicano del Transporte asesoró a ASUR en el establecimiento de los nuevos accesos, y tuvo a su cargo el proyecto de señalamiento.

embarques de emergencia, pescado fresco y mariscos, etc. La entrega a tiempo ha sido un elemento importante para muchas operaciones de manufactura y de servicio. Por lo tanto, la industria de carga aérea es una parte vital de la economía.

Algunos estudios han identificado problemas específicos y oportunidades de innovación del sector público. El número uno es el congestionamiento vehicular en las áreas metropolitanas. Se observó, a través de la cuantificación del congestionamiento vehicular, que existe un ciclo vicioso en la interacción entre ese congestionamiento y los prestadores de servicio exprés de carga aérea en las áreas metropolitanas (y quizá también en la industria de carga para distancias cortas), ya que los operadores mandan cada vez más camiones; como resultado, la aglomeración vehicular empeora, particularmente en los corredores de carga.

Para evitar esos congestionamientos se han sugerido varias acciones tendientes a implementar el desarrollo de Sistemas de Transporte Inteligente. Este es claramente uno de los problemas más críticos al que se enfrenta la industria de servicio exprés de carga aérea y quizá, toda la industria de transporte de carga para distancias cortas.

Los aeropuertos que desean ser actores importantes en el ramo de la carga están aprendiendo que hoy en día no sólo deben alojar aeronaves. Los expertos dicen que la accesibilidad para los camiones se está convirtiendo en un aspecto clave para los principales aeropuertos, pero los ojos de los operadores aeroportuarios están enfocados en el espacio aéreo, y con frecuencia olvidan la realidad en tierra del manejo de la carga aérea. La mayoría de los aeropuertos no están preparados para brindar un servicio adecuado, ni accesibilidad apropiada a los camiones de carga.

El autotransporte de carga se está convirtiendo en un componente cada vez más importante para los negocios de carga aérea; los observadores de la industria dicen que los administradores aeroportuarios al darle muy poca atención al autotransporte de carga, no serán capaces de atraer servicios adicionales de carga y podrían perder parte de su tráfico de carga existente. Los administradores de los aeropuertos ven a los camiones de carga como un problema de congestionamiento; pero ese pensamiento les puede acarrear costos a largo plazo. Si los aeropuertos quieren incrementar los servicios de carga aérea, tienen que aceptar al autotransporte de carga.

Clásicamente, el diseño de los aeropuertos ha favorecido más la satisfacción de las necesidades de los pasajeros y el tránsito de automóviles, que las necesidades de carga. Desde la posición de una planeación aeroportuaria, no ha habido mucho trabajo sobre el desarrollo de instalaciones multimodales.

En primer lugar y siendo lo más importante, los camiones necesitan tener un acceso a los centros de recepción y clasificación de carga de los aeropuertos. Es recomendable que los accesos de los camiones de carga sean independientes de

los destinados para los automóviles; si no es así, las operaciones de carga dependerán de los patrones impredecibles de tránsito vehicular alrededor de los aeropuertos. En segundo lugar, esos caminos de acceso deben ser anchos, tener radios de giro apropiados y estar revestidos por una capa de pavimento fuerte y gruesa. Además, las áreas de parada para los camiones de carga necesitan ser amplias; actualmente en muchos aeropuertos los camiones se ven forzados a colocarse en espacios muy estrechos para descargar la carga.

En cuanto a las oportunidades de desarrollo del modo ferroviario de carga con los aeropuertos, los europeos han detectado tres posibilidades²⁹: 1) su utilización para el transporte de materiales de construcción³⁰; 2) para el transporte de combustible³¹; y 3) para el transporte de carga aérea³².

En la Figura 4.2 se muestra la infraestructura carretera y la ubicación de los aeropuertos nacionales; como se observa, en todos los aeropuertos se aprecia conectividad con el autotransporte³³.

En la Figura 4.3 se muestra la infraestructura ferroviaria y la ubicación de los aeropuertos nacionales. Aunque muchos de los aeropuertos (el 69%) que mueven carga tienen posibilidad de conectividad con el ferrocarril, algunos (el 31%) no la tienen dado que actualmente en dichos lugares no hay infraestructura ferroviaria³⁴. Sin embargo, de los siete principales aeropuertos, que manejaron alrededor del 90% de la carga aérea en el 2003, sólo uno (Tijuana) no tiene infraestructura ferroviaria cercana.

²⁹ Sharp, A. *The effect of airport railways on aviation infrastructure*, in: *European civil aviation and airport development*; World Markets Research Centre; (1999).

³⁰ La construcción y ampliación de aeropuertos demanda grandes cantidades de materiales pesados, ideales para ser movidos por ferrocarril.

³¹ Como ejemplo del transporte de combustible por ferrocarril hacia los aeropuertos, se tiene al aeropuerto de Oslo, Noruega, donde diariamente se abastece al aeropuerto con un millón de litros de combustible para avión.

³² En este caso, como ejemplo del transporte de carga aérea por ferrocarril, se tiene al aeropuerto de Frankfurt, Alemania.

³³ El aeropuerto de Cozumel tiene conectividad carretera dentro de la misma isla, pero desde luego carece de conectividad carretera con el resto del país.

³⁴ Dentro de los aeropuertos que movieron carga aérea en el 2003 se trata de: Tijuana, Cancún, San José del Cabo, Puerto Vallarta, Villahermosa, La Paz, Acapulco, Tuxtla Gutiérrez, Cuernavaca, Ciudad del Carmen, Zihuatanejo, Bahías de Huatulco, Chetumal, Cozumel, San Cristóbal de las Casas, Poza Rica, Comitán, Guerrero Negro, y Loreto.

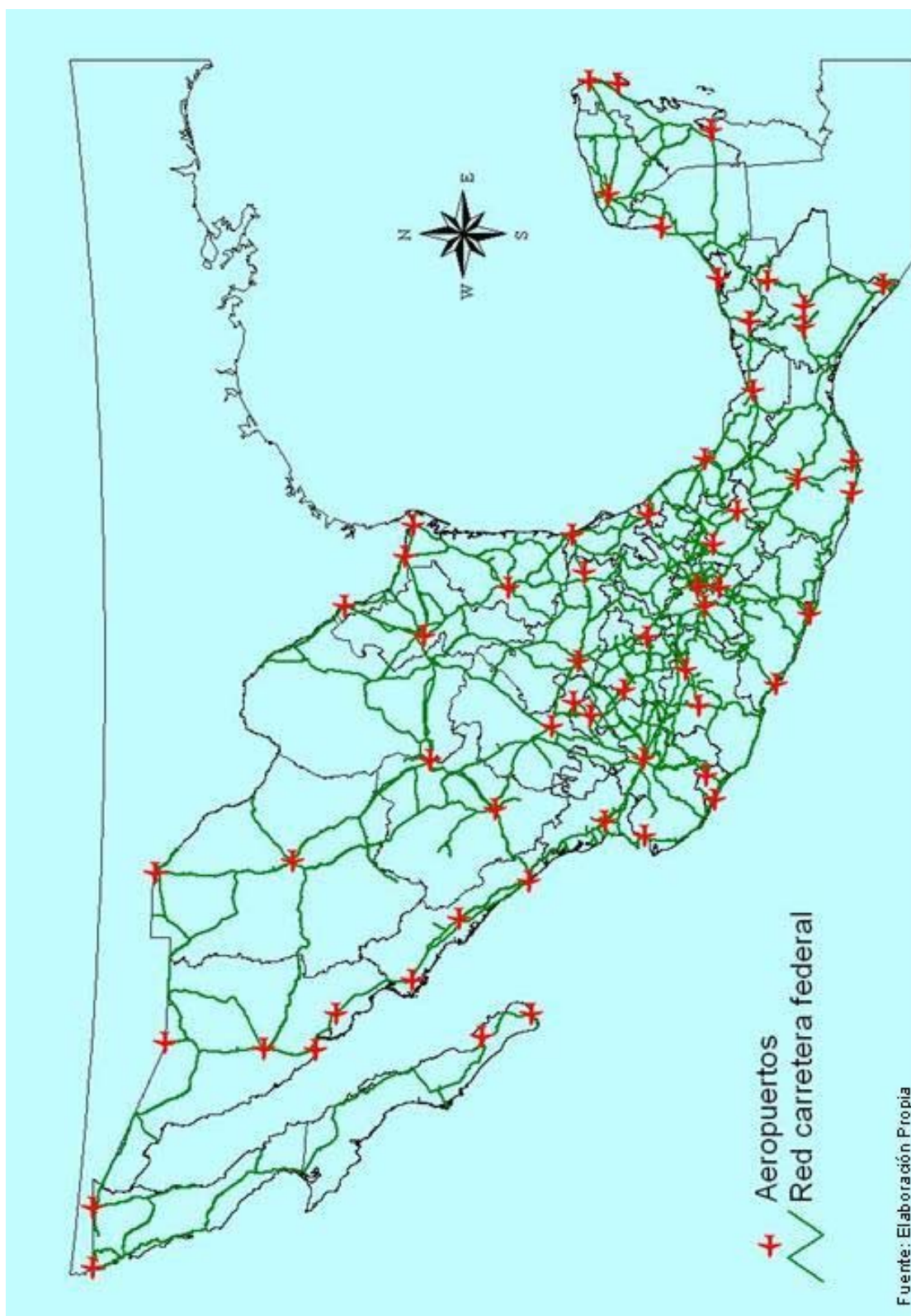


Figura 4.2 Infraestructura carretera y ubicación de los aeropuertos nacionales

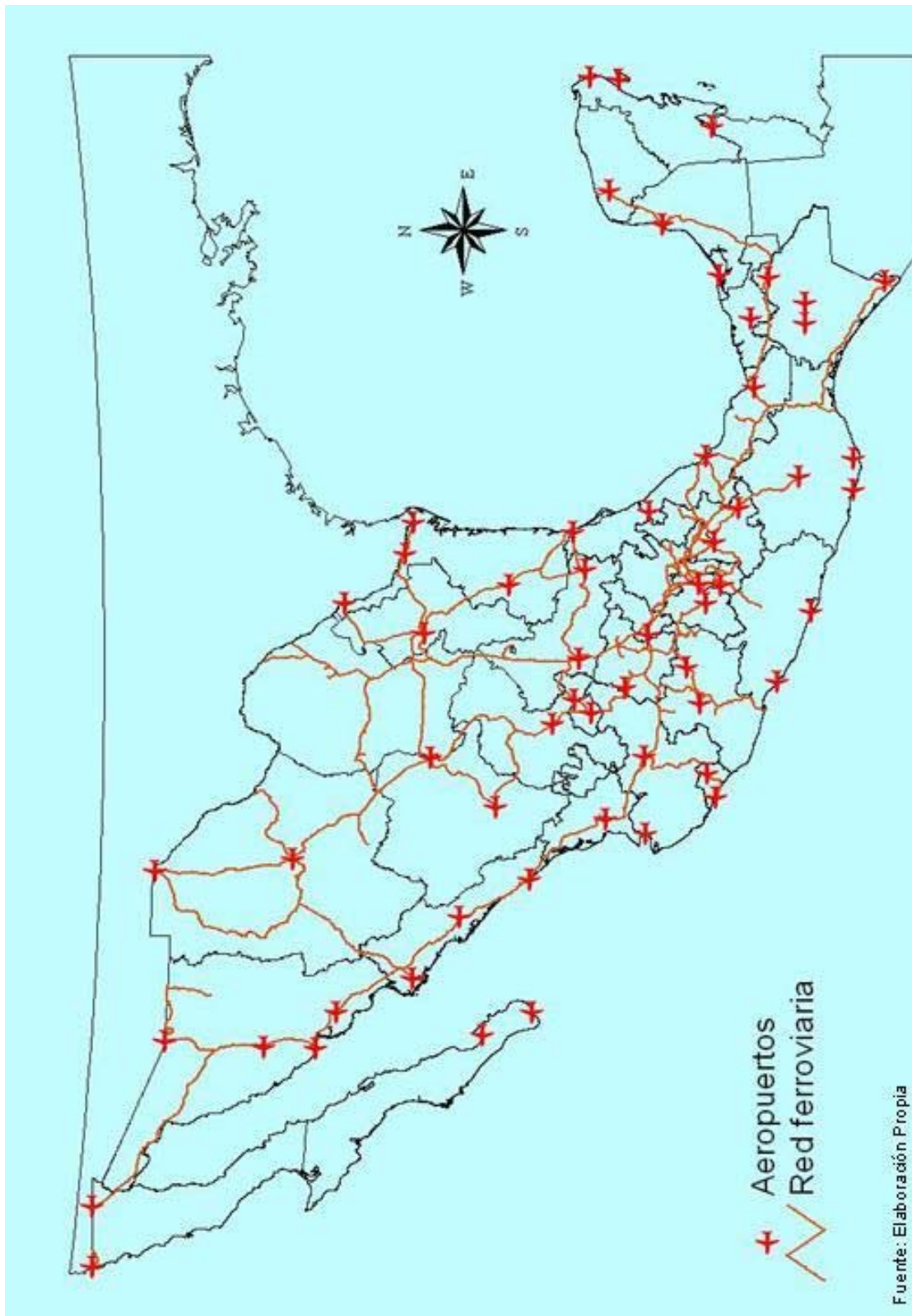


Figura 4.3 Infraestructura ferroviaria y ubicación de los aeropuertos nacionales

5 Desarrollo de modelos matemáticos del comportamiento de los flujos de carga aérea

5.1 Introducción

Un modelo es una representación simplificada y controlable de una parte de la realidad que resulta interesante comprender o describir, y en la que se enfrentan dificultades para realizar experimentos de manera directa (Rico, 2001).

El propósito fundamental del modelo consiste en reproducir el funcionamiento de esa parte de la realidad, considerándola como un sistema, mediante la abstracción de las relaciones más relevantes que existen, tanto entre sus componentes, como con el ambiente; de tal manera que mediante su utilización, se puedan alcanzar observaciones y conclusiones válidas sobre el comportamiento del sistema ante un conjunto determinado de condiciones (Rico, 2001).

Existen muchos tipos de modelos, *Ackoff* y *Sasieni* (1987) proponen una clasificación en tres clases: icónicos, análogos y simbólicos. Los modelos icónicos son imágenes de la realidad que se construyen a escala; de tal manera que se ven como lo que representan, pero en otro tamaño; en esta categoría se puede inscribir a los mapas, dibujos de ingeniería y los “modelos a escala” de aeroplanos, y otros tipos de vehículos. Los modelos análogos se caracterizan por “funcionar” de manera muy similar al fenómeno que se pretende representar; ejemplos de estos casos son los túneles de viento, los modelos hidráulicos, e incluso las redes geométricas. Finalmente, los modelos simbólicos utilizan letras y números para construir funciones matemáticas compuestas por constantes y variables que reproducen las relaciones entre los componentes de un sistema, o con su ambiente. De este último tipo son los modelos que se utilizan en esta parte del estudio.

El arte en la construcción de un modelo consiste en incorporar el número adecuado de variables y relaciones para que represente fielmente al fenómeno que se pretende reproducir pero sin complicarlo, al grado que se vuelva tan complejo e incontrolable como la realidad misma (Rico, 2001).

En el caso de la movilidad en las sociedades humanas, los modelos pueden pretender reproducir dos tipos de fenómenos: el comportamiento de los flujos de personas y/o mercancías, y el comportamiento de los sistemas de transporte. A los primeros se les conoce como modelos de demanda, porque representan el comportamiento de los elementos que son objeto de atención de los sistemas de transporte, y a los segundos se les puede llamar, a su vez, modelos de oferta, porque reproducen el comportamiento del sistema mismo, o de algunos de sus componentes estructurales o tecnológicos. Ejemplos de estos últimos son todos

aquellos modelos que determinan la capacidad de los sistemas de transporte, como son los modelos de capacidad vial, tanto carretera como ferroviaria; los modelos hidráulicos, que determinan la capacidad de las tuberías; e incluso, los modelos que determinan la capacidad de transporte de pasajeros en un corredor o en una terminal.

Los modelos de demanda buscan describir, para después predecir, el comportamiento de los flujos de pasajeros o mercancías dentro de un sistema de transporte. Los aspectos de la demanda que el modelo puede describir son varios, y suele considerarse en cada caso, sólo una parte de ellos. Es común, por ejemplo, identificar la intensidad de los flujos que se establecen entre las localidades que forman parte del área de estudio; su distribución entre modos de transporte; su comportamiento en el tiempo (variaciones estacionales, semanales, u horarias); pero también, en ocasiones, se hacen modelos más específicos dirigidos a reproducir el comportamiento de categorías determinadas de usuarios, como pasajeros de edad avanzada, o cargas que se transportan bajo esquemas logísticos complejos.

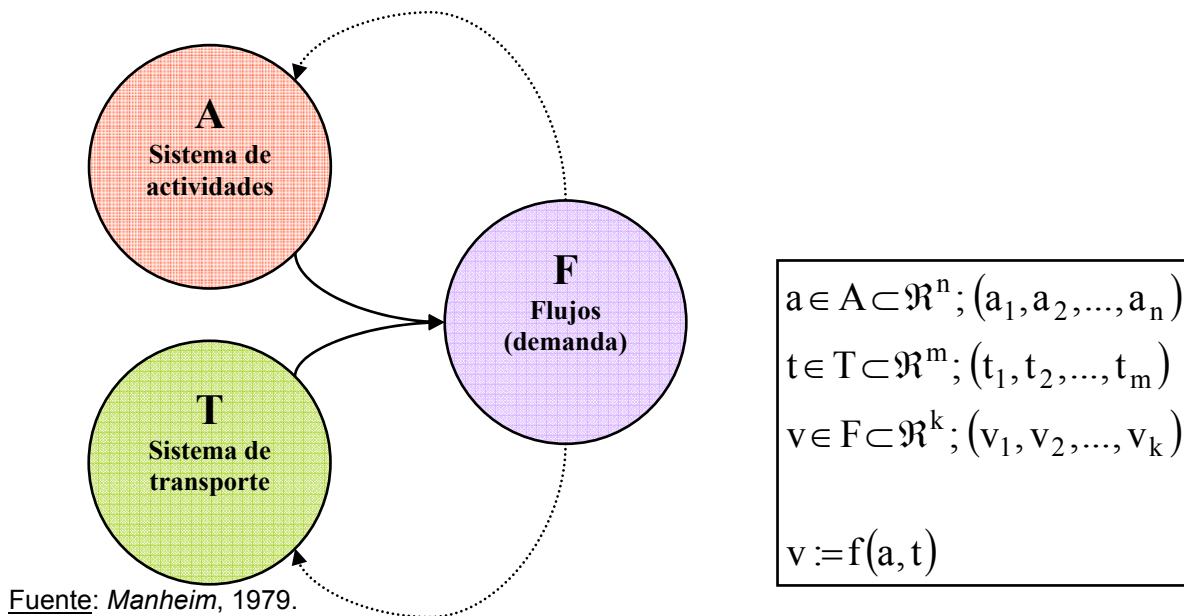


Figura 5.1
Relación entre el sistema de actividades y el sistema de transporte

Partiendo de la premisa, normalmente aceptada de que la demanda de transporte es de naturaleza derivada, se considera que la movilidad se determina por variables que pertenecen a dos sistemas en particular: el sistema de actividades económicas y sociales en que se manifiesta la movilidad; y el sistema de transporte con que se atienden y resuelven tales necesidades de movilidad (*Manheim*; 1979).

En consecuencia, los modelos de demanda de transporte se construyen con variables explicativas que provienen de estos dos sistemas, como se muestra gráficamente en la Figura 5.1.

Los modelos matemáticos de demanda de transporte tienen una estructura funcional en la que la variable dependiente se relaciona con una serie de variables independientes que toman el papel explicativo, y que determinan los valores de la variable explicada. La variable dependiente se llama endógena porque forma parte del sistema que se pretende modelar, que en este caso son los flujos de personas o mercancías; y las variables independientes se llaman exógenas, porque provienen de sistemas externos (Rico, 2001).

Las variables independientes que provienen de los sistemas de actividades y de transporte son numerosas, y de índole muy variada, debido a la gran cantidad de factores que caracterizan a las sociedades humanas; sin embargo, las variables que se utilizan en cada caso particular, dependen de la naturaleza del modelo de demanda que se pretenda construir y de la disponibilidad de información.

De los sistemas de actividades, suelen extraerse variables típicamente relacionadas con las características demográficas, geográficas y económicas, tales como población, densidad poblacional, pirámide de edades, localización de actividades, estructura de uso de suelo, pirámide de ingresos, índice de motorización, producto interno bruto, etcétera.

De los sistemas de transporte suelen utilizarse variables relacionadas con sus características económicas, operativas y tecnológicas; por ejemplo, tarifas, capacidad, seguridad, velocidad, tiempos de respuesta, frecuencia, comodidad, etcétera.

También la forma y naturaleza de las funciones que se utilizan para relacionar a las variables independientes con la variable dependiente, son de índole muy variada, yendo desde funciones lineales simples, hasta funciones exponenciales y probabilísticas de naturaleza matemática compleja. Otras funciones reproducen implícitamente un esquema preestablecido de relaciones entre las variables, siendo de particular interés el caso de los modelos gravitacionales, que suelen utilizarse para modelar la distribución de la carga, o pasajeros, entre una serie de orígenes y destinos alternos con diferentes potencialidades o tamaños. En estos modelos se considera *a priori* que la intensidad de flujo de carga entre dos nodos de la red, es una función directamente proporcional a su importancia relativa, e inversamente proporcional a una potencia de la impedancia al desplazamiento necesario para viajar entre ellos.

En el caso del presente estudio se han construido tres modelos que describen el comportamiento de los flujos de carga en la red de transporte aéreo de carga en México. El primer modelo reproduce el fenómeno de la generación de carga en cada una de las localidades de la red; el segundo, reproduce el fenómeno de la atracción de carga; o en otras palabras, el comportamiento como destino de cada

una de las mismas localidades; y finalmente, el tercer modelo reproduce la forma en que la carga se distribuye entre las terminales, considerando su fuerza potencial como una función de su tamaño y localización relativa.

Los dos primeros modelos son funciones lineales cuyos parámetros se determinaron con base en el método de los mínimos cuadrados (*Gauss, Legendre; 1795*). El tercer modelo es una función no lineal con estructura matemática más compleja, que utiliza una relación de potencia entre las variables y cuyos parámetros fueron determinados por mínimos cuadrados, mediante una anamorfosis logarítmica.

5.2 El modelo de generación de carga

Los modelos de generación de carga pretenden calcular la cantidad o volumen de carga que tiene origen (se “genera”) en una terminal específica de un sistema de transporte.

La carga que tiene origen en un punto específico de la red, resulta de la realización de las actividades económicas y sociales en la localidad, o con mayor precisión, de la interacción espacial de esa localidad; o incluso de su zona de influencia, con las otras regiones relacionadas económica y socialmente, y que son atendidas por el sistema de transporte en cuestión (*Rico, 2001*).

El modelo de generación de carga trata de determinar las relaciones generales en el sistema, que pueden explicar el fenómeno en cada uno de los casos particulares.

Los modelos de generación de viajes, o carga, que más se emplean en la actualidad (*Ortuzar, Willumsen; 1994*) son aquellos que se fundamentan en un análisis de regresión múltiple entre la cantidad de carga generada por cada uno de los nodos de la red y una serie de variables características, tanto del sistema de actividades en que se realizan los traslados, como del sistema de transporte existente (*Manheim, 1979*).

Los valores de la carga generada actualmente en cada uno de los nodos de la red, se representan por un punto en el eje de las ordenadas de un plano o espacio cartesiano (dependiendo del número de variables involucradas), haciéndose corresponder con sus valores respectivos de las variables independientes (en cada uno de los ejes de abscisas correspondientes), y formando una dispersión de puntos en el espacio.

La línea, o plano, de regresión que se obtiene por el método de mínimos cuadrados permite encontrar el plano (es decir, la función lineal) que mejor se ajusta a la dispersión de los puntos; de tal manera que la diferencia entre los valores reales o empíricos y los valores de la función, sean mínimos desde el punto de vista matemático.

Esto se logra por el método clásico, desarrollado por Newton en 1665, de igualar a cero la primera derivada de la función de regresión, que representa las diferencias entre los valores reales y los valores de la función de Gauss. Al despejar los parámetros característicos de la función, se obtienen sus valores particulares, quedando entonces definido el plano de regresión.

La función así encontrada es la mejor aproximación estadística a la relación que guardan las variables que se están analizando, y permite calcular valores para la variable dependiente a partir de valores propuestos de las variables independientes.

La función de regresión múltiple Gaussiana, aplicada al modelo de generación de carga, toma la forma de la ecuación (1):

$$VG_j = a + b_1(X_1)_j + b_2(X_2)_j + b_3(X_3)_j + \dots + b_n(X_n)_j \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

VG_j Volumen de carga generado por el nodo j – ésimo.

a Parámetro del modelo a determinar, que representa el valor de la ordenada al origen.

b_i Parámetro del modelo a determinar. Este coeficiente define la tasa de crecimiento de la variable dependiente en función de la variable independiente i - ésima.

$(X_i)_j$ Variable independiente i – ésima, en el nodo j – ésimo, que determina a la variable dependiente con una tasa de crecimiento definida por el coeficiente i – ésimo.

El procedimiento general que se recomienda seguir (Rico, 1990) en el proceso de creación de un modelo de generación de carga, es el siguiente:

- 1 Se determinan las variables independientes que se presume tienen una buena relación explicativa con la carga generada en las zonas, y de las cuales existe información disponible o generable.
- 2 Se calcula la correlación que hay entre cada una de las variables independientes entre sí, y con la variable dependiente. Se identifican las variables que presentan mayor correlación con la variable dependiente, mismas que son candidatas a formar parte del modelo. También se tiene cuidado en observar la correlación entre las variables independientes, con objeto de no incorporar al modelo variables altamente correlacionadas entre sí, para evitar problemas de multicolinealidad.

- 3 Se van formando ecuaciones de regresión; primero, con cada una de las variables independientes; y después, combinándolas de dos en dos, tres en tres, y así sucesivamente. En cada caso se calculan las estadísticas de la regresión y se revisan los indicadores de calidad de ajuste, tales como el coeficiente de determinación, el error típico, y la suma de cuadrados de los residuos. Se escoge la mejor, o las mejores ecuaciones de regresión.

Para el estudio objeto del presente reporte, la principal fuente de información disponible para el análisis de generación de carga fueron el XII Censo General de Población y Vivienda (XII CGPV) del 2000, y los datos de movimiento de carga aérea, para el 2003, de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT.

La información del XII CGPV es abundante en términos de las variables que fueron encuestadas; sin embargo, el análisis de correlación demostró que todas ellas están altamente relacionadas entre sí, de tal manera que no es conveniente utilizar más de una en el modelo de regresión, puesto que todas pueden substituirse unas con otras en términos estadísticos; además, se corre el riesgo de problemas de multicolinealidad, como ya se mencionó. La variable que finalmente fue elegida fue la Población total del municipio donde se encuentra localizada la terminal aérea, pues se considera que es la más factible de obtener en futuras aplicaciones del modelo.

En cuanto a las variables provenientes del sistema de transporte, la que mejores resultados arrojó en combinación con la población total del municipio fue la carga atraída por el nodo. La inclusión de esta variable permite corregir errores derivados de la existencia de nodos con poca población, pero altamente generadores de carga (San Luis Potosí, e. g.), y de nodos con gran cantidad de población, pero que generan poca carga (Veracruz y Acapulco, e. g.).

En conclusión, las dos variables exógenas que se consideraron con una buena relación explicativa hacia el fenómeno de la generación de carga en el transporte aéreo y que estaban disponibles en las fuentes de información para el estudio, fueron las siguientes:

- ***Población total del municipio en el Censo de Población y Vivienda del año 2000.*** Es la población del municipio donde se encuentra localizada la terminal aérea, y que se obtuvo de los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda levantado por el INEGI en el 2000. Para el caso de las localidades más chicas en el sistema, incluye la población de otras pequeñas localidades que se encuentran dentro de la demarcación política municipal. Para el caso de las ciudades importantes, no incluye la población de los municipios conurbados en sus zonas metropolitanas. Su unidad de medida es habitantes por municipio.

- **Carga total atraída por la terminal aérea.** Es la suma de la carga recibida desde las otras terminales de la red en el 2003; su unidad de medida es toneladas.

Conviene señalar que la red sobre la que se realizó el análisis de generación de carga la constituye el conjunto de arcos que acumulan el 95% de la carga transportada en México y a la que se ha denominado red básica (Rico, 2001). La exclusión de los arcos restantes, que corresponden al 5% de los movimientos, no afecta el patrón general de la movilidad, ni el resultado de los análisis, y sí en cambio mejora notablemente el comportamiento del modelo (Rico, 2001), puesto que se analizan corredores con flujo de carga mucho más estable.

La red básica de transporte aéreo de carga en México la forman 43 nodos y 65 arcos (Anexo 5.1). Los nodos corresponden a las terminales más importantes del sistema, y los arcos representan los corredores principales en términos de los intercambios de carga observados en México en el 2003. Es importante señalar que los datos analizados incluyen las operaciones denominadas regulares y las operaciones bajo contrato de fletamento. De acuerdo con el glosario de términos publicado por la DGAC (2004), se denomina servicio regular a “aquel que esta sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios” y por otra parte, se denomina servicio de fletamento a aquel “que no esta sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios”.

Las operaciones regulares se realizan de acuerdo con itinerarios fijos que las aerolíneas mantienen durante periodos de tiempo más o menos largos; y las operaciones de fletamento se llevan a cabo mediante contratos específicos que se convienen por periodos de tiempo, normalmente más cortos.

El conjunto de datos fuente que se utilizaron para el análisis de la generación de carga en la red estratégica se muestra en la Tabla 5.1. En ella se incluyen los 43 nodos analizados, la carga que se generó en cada uno de ellos en el 2003, la población en el municipio con base en el censo del 2000, y la carga que se registró entrando a cada uno de los nodos, para el mismo año 2003. Como ya se mencionó, la carga generada fue considerada como la variable explicada (Y); y por su parte, la población y la carga atraída, como las variables explicativas (X_1 , X_2).

Siguiendo con el procedimiento recomendado para construir el modelo de generación de carga, se calculó la matriz de correlaciones entre todas las variables consideradas; los datos se muestran en la Tabla 5.2.

La correlación es un indicador que toma valores entre -1 y $+1$, y que mide el nivel de variación conjunta entre dos conjuntos de datos numéricos. El signo indica si la relación es directa o inversa, de tal manera que un valor cercano a $+1$ significa que los valores más altos de una variable corresponden a los valores más altos de la otra; y un valor cercano a -1 , indica que los valores altos de una variable corresponden a los valores más bajos de la otra.

Tabla 5.1
Datos fuente para el análisis de generación de carga

	Terminal aérea	Carga generada (toneladas) (2003)	Población del municipio (habitantes)	Carga atraída (toneladas) (2003)
1	ACAPULCO	172.6	722,499	1,048.9
2	AGUASCALIENTES	125.2	643,419	743.2
3	BAHÍAS DE HUATULCO	96.4	28,327	386.2
4	CANCÚN	1,136.0	419,815	3,620.1
5	CIUDAD JUÁREZ	937.1	1,218,817	1,364.5
6	CHETUMAL	60.2	208,164	359.7
7	CHIHUAHUA	1,074.7	671,790	1,929.5
8	CIUDAD DEL CARMEN	117.4	172,076	465.6
9	CIUDAD OBREGÓN	206.2	356,290	293.0
10	CIUDAD VICTORIA	33.8	263,063	234.9
11	CUERNAVACA	376.9	338,706	317.5
12	CULIACÁN	901.5	745,537	2,365.2
13	DEL BAJÍO	686.5	1,134,842	1,164.1
14	DURANGO	37.2	491,436	236.4
15	GUADALAJARA	11,936.7	1,646,319	13,080.5
16	HERMOSILLO	1,215.9	609,829	4,249.2
17	LA PAZ	811.6	196,907	592.8
18	LOS MOCHIS	264.5	359,146	237.4
19	MANZANILLO	76.5	125,143	205.3
20	MATAMOROS	273.2	418,141	289.5
21	MAZATLÁN	1,009.3	380,509	764.8
22	MÉRIDA	4,243.3	705,055	3,944.8
23	MEXICALI	419.8	764,602	1,442.7
24	MÉXICO	49,415.9	8,605,239	30,586.3
25	MINATITLÁN	77.8	153,001	446.0
26	MONTERREY	8,638.4	1,110,997	9,864.0
27	MORELIA	141.8	620,532	173.3
28	NUEVO LAREDO	368.3	310,915	81.6
29	OAXACA	1,187.7	256,130	910.3
30	PUERTO VALLARTA	221.8	184,728	1,114.6
31	REYNOSA	289.1	420,463	351.1
32	SALTILLO	101.0	578,046	198.1
33	SAN JOSÉ DEL CABO	227.2	105,469	1,913.8
34	SAN LUIS POTOSÍ	6,940.7	670,532	4,374.3
35	TAMPICO	120.9	295,442	736.1
36	TAPACHULA	747.4	271,674	511.1
37	TIJUANA	7,835.3	1,210,820	7,890.7
38	TORREÓN	235.4	529,512	495.5
39	TUXTLA GUTIÉRREZ	225.6	434,143	1,215.4
40	VERACRUZ	171.1	457,377	1,075.1
41	VILLAHERMOSA	615.1	520,308	1,810.3
42	ZACATECAS	35.2	123,899	219.6
43	ZIHUATANEJO	53.6	95,548	559.4

Fuentes: Elaboración propia con información del XII Censo General de Población y Vivienda, año 2000 (INEGI, 2000), y la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT (DGAC, 2004).

Una correlación cero implica que no hay variación conjunta. La correlación, como indicador estadístico, tiene la ventaja de ser independiente de las unidades de medida en que estén expresadas las variables. Matemáticamente, la correlación es el cociente de la covarianza de las dos variables, entre el producto de sus desviaciones estándar. Usualmente se representa por la letra griega rho minúscula (ρ).

Tabla 5.2
Matriz de correlaciones entre la variable dependiente
e independientes para el análisis de generación de carga

	Carga generada	Población municipio	Carga atraída
Carga generada	1		
Población municipio	0.9708	1	
Carga atraída	0.9701	0.9253	1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.2, la segunda columna muestra la correlación entre la variable dependiente y cada una de las dos variables independientes. Se observa que las dos variables independientes presentan una alta correlación positiva con la variable dependiente, lo cual abre buenas posibilidades a la expectativa de lograr una buena ecuación de regresión.

En la matriz de correlaciones, también se puede observar que las dos variables independientes tienen una buena correlación positiva entre sí (0.9253), lo cual podría ser fuente de problemas de multicolinealidad; sin embargo, considerando que ambas variables provienen de fenómenos diferentes, se piensa que su utilización se justifica con base en el marco teórico de modelación del transporte propuesto por *Manheim* (1979).

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, y siguiendo con el procedimiento señalado, se procedió a construir varias ecuaciones de regresión; primero, tomando las dos variables independientes por separado; y después, tomándolas en conjunto. En general, todas las regresiones calculadas son buenas, sin embargo, la mejor es la que utiliza las dos variables explicativas.

Las estadísticas de la regresión se presentan en la Tabla 5.3 y los valores que resultaron para la constante y los coeficientes de la ecuación, así como la prueba de hipótesis asociada, se muestran en la Tabla 5.4.

Tabla 5.3
Estadísticas de la regresión de generación de carga

Coeficiente de correlación múltiple	0.9891
Coeficiente de determinación R^2	0.9783
R^2 ajustado	0.9772
Error típico	1,173.9
Observaciones	43

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.4
Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis
de la regresión para la generación de carga

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-1530.8	203.99	-7.504	3.76 E-09
Población municipio	0.00308	0.00037	8.297	3.13 E-10
Carga atraída	0.75481	0.09283	8.130	5.25 E-10

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.3 se observa que los coeficientes de determinación R^2 son muy altos y por lo tanto, explican el comportamiento de cerca del 90% de los datos; por su parte la Tabla 5.4 muestra que el resultado de la prueba de hipótesis es altamente satisfactorio, puesto que la probabilidad de que el valor del parámetro y los coeficientes sea cero, es muy baja.

Con base en lo anterior, el modelo calibrado para replicar el fenómeno de la generación de carga en la red estratégica de transporte aéreo de carga doméstica en México, está expresado por la ecuación (2):

$$VG_i = 0.00308 \cdot (X_1)_i + 0.75481 \cdot (X_2)_i - 1,530.8 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

$VG_i =$ Volumen de carga anual generada en el nodo i - ésimo (toneladas).

$(X_1)_i =$ Población del municipio i - ésimo en el censo 2000 (habitantes).

$(X_2)_i =$ Carga anual atraída por el nodo i - ésimo (toneladas).

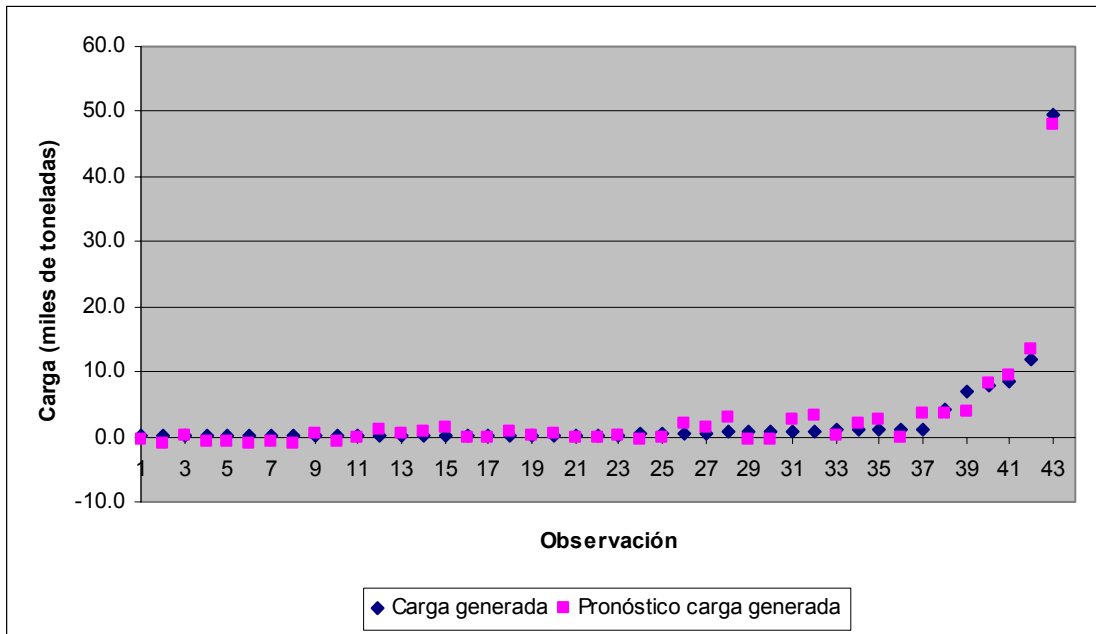
La Figura 5.2 muestra la gráfica que compara los valores de los datos reales con los calculados por el modelo de generación de carga, para cada uno de los 43 nodos de la red básica ordenados de menor a mayor en función de la carga generada en el 2003.

Tomando como referencia los números asignados a los nodos en la gráfica 5.2, algunos de los casos particulares con mayores desviaciones entre el valor observado y el valor esperado son los nodos 15, 26, 28, 32, y 42; todos estos nodos son ciudades relativamente grandes, en términos de población de su municipio o de la carga que reciben anualmente, en comparación con la carga que generan; los casos son respectivamente: Acapulco, Mexicali, del Bajío, Ciudad Juárez y Guadalajara.

En el otro sentido de la desviación, es decir nodos en ciudades relativamente chicas en población, o que reciben poca carga, comparada con la carga que generan, podemos destacar las observaciones 8 y 39, que corresponden a los aeropuertos en las Bahías de Huatulco y San Luis Potosí.

Estos casos que se comportan de una manera “extraña” o atípica, para la “lógica” del modelo son aquéllos cuyas condiciones particulares difieren de una manera más marcada del comportamiento “promedio” que tienen los demás nodos en el sistema.

Es decir, para las relaciones promedio, de acuerdo con su tamaño poblacional y la cantidad de carga atraída, estos nodos se comportan fuera de lo esperado, ya sea en deficiencia o en exceso.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2
Residuales del modelo de generación de carga

5.3 El modelo de atracción de carga

Un modelo de atracción de carga busca calcular el volumen de carga que ingresa, o es “atraído” por cada una de las terminales que forman parte de un sistema de transporte; en nuestro caso, en particular lo que se pretende reproducir es la capacidad de cada una de las terminales de la red básica para atraer carga aérea desde las terminales en el sistema con las que guarda alguna relación.

Los modelos de atracción de carga suelen ser conceptualmente idénticos a los modelos de generación, y el caso presente no es la excepción.

El modelo que se presenta en esta sección tiene los mismos fundamentos teóricos que el modelo de generación de carga presentado en la sección precedente; por lo

tanto, en caso de ser necesario para el lector, le sugerimos revisar la sección anterior (5.2).

La función de regresión múltiple Gaussiana que se utilizó para construir el modelo de atracción de carga tiene la misma forma que el modelo de generación de carga, cambiando únicamente la denominación de la variable dependiente, por lo que el modelo genérico se expresa mediante la ecuación (3):

$$VA_j = a + b_1(X_1)_j + b_2(X_2)_j + b_3(X_3)_j + \dots + b_n(X_n)_j \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

VA_j *Volumen de carga atraída por el nodo j – ésimo.*

a *Parámetro del modelo a determinar, que representa el valor de la ordenada al origen.*

b_i *Parámetro del modelo a determinar. Este coeficiente define la tasa de crecimiento de la variable dependiente en función de la variable independiente i - ésima.*

$(X_i)_j$ *Variable independiente i – ésima, en el nodo j – ésimo, que determina a la variable dependiente con una tasa de crecimiento definida por el coeficiente i – ésimo.*

El procedimiento para construir el modelo consiste, *grosso modo*, en la elección de variables independientes, el análisis de la matriz de coeficientes de correlación y la evaluación de diferentes alternativas de la ecuación de regresión mediante combinaciones de las variables independientes que se considere apropiadas en función de sus correlaciones.

El procedimiento de calibración del modelo, o sea la determinación de los valores particulares de los coeficientes y la constante, se realiza por el método de los mínimos cuadrados de Gauss.

En el caso del modelo de atracción de carga se utilizan dos variables explicativas; una proveniente de las características poblacionales de la localidad donde se encuentra ubicada la terminal aérea; y la otra dependiente del sistema de transporte.

En el caso del modelo de generación de carga, se encontró que la población total en el municipio fue la variable que mejor comportamiento presentó para explicar la variable dependiente.

En cuanto al modelo de atracción de carga, la primera variable que se probó fue esa misma, sin embargo se encontró, estadísticamente, que para este segundo caso su capacidad explicativa no es adecuada.

Por lo anterior se probaron otras variables provenientes de la información levantada por el INEGI y reportada en el XII Censo General de Población y Vivienda, año 2000; y resultó que la más adecuada es la población económicamente activa en la “localidad”, esto es no el “municipio”. En un párrafo posterior se abunda en la descripción de esta variable.

En lo que respecta a la variable proveniente del sistema de transporte, la que mejores resultados ofreció en combinación con la población económicamente activa de la localidad, fue la carga generada por el nodo. La inclusión de esta variable permite corregir errores derivados de la existencia de nodos con un comportamiento diferente del promedio en cuanto a la relación población – carga atraída.

En conclusión, las dos variables exógenas que se consideraron con una buena relación explicativa hacia el fenómeno de la atracción de carga en el transporte aéreo y que estaban disponibles en las fuentes de información para el estudio, fueron las siguientes:

- ***Población económicamente activa³⁵ en la localidad, tomada del Censo General de Población y Vivienda del año 2000.*** Son todas las personas de uno u otro sexo de 12 y más años que aportan su trabajo para producir bienes y servicios económicos, sin importar si en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas, en la localidad donde se encuentra ubicada la terminal aérea y que se obtuvo de los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda levantado por el INEGI en el 2000. A esta variable, también se le conoce como “fuerza de trabajo”. No incluye la población económicamente activa de otras localidades ubicadas en el mismo municipio. Su unidad de medida es habitantes por localidad.
- ***Carga total generada por la terminal aérea.*** Es la suma de la carga que fue enviada desde la terminal analizada hacia otras terminales de la red en el 2003; su unidad de medida es toneladas.

Conviene señalar que la red sobre la que se realizó el análisis de atracción de carga es la misma sobre la que se aplicó el modelo de generación de carga, y está constituida por el conjunto de arcos que acumulan el 95% de la carga transportada en México, y a la que se ha denominado red básica (Rico, 2001). La red básica de transporte aéreo de carga en México la forman 43 nodos y 65 arcos (Anexo 5.1). Los nodos corresponden a las terminales más importantes del sistema y los arcos representan los corredores principales, en términos de los intercambios de carga observados en México en el 2003.

³⁵ La siguiente definición puede ser de utilidad: Población NO económicamente activa: Personas de 12 y más años que en la semana de referencia no realizaron alguna actividad económica ni buscaron trabajo. Se clasifica en: estudiantes; incapacitados permanentemente para trabajar; jubilados o pensionados; personas dedicadas a los quehaceres del hogar, y otro tipo de “inactividad” (*sic*) (INEGI, 2000).

El conjunto de datos fuente que se utilizaron para el análisis de la atracción de carga en la red básica se muestra en la Tabla 5.5. En la Tabla se incluyen los 43 nodos analizados, la carga que fue atraída por cada uno de ellos en el año 2003, la población en la localidad con base en el censo del año 2000 y la carga que se registró saliendo de cada uno de los nodos, para el mismo año 2003. Como ya se mencionó, la carga atraída fue considerada como la variable explicada (Y) y, por su parte, la población y la carga generada como las variables explicativas (X_1 , X_2).

La Tabla 5.6 muestra la matriz de correlaciones entre las variables que se presentan en la Tabla 5.5. En la primera columna se muestran las correlaciones entre la variable dependiente y las independientes, observándose que todas ellas tienen una buena correlación positiva.

Siguiendo con el procedimiento, se construyó y evaluó una serie de ecuaciones de regresión, en las que se fueron alternando las variables independientes hasta encontrar la de mejores resultados. Los valores de las estadísticas de la regresión se presentan en la Tabla 5.7; los valores que resultaron para la constante y los coeficientes de la ecuación se presentan en la Tabla 5.8, junto con los estadísticos de la prueba de hipótesis.

En la Tabla 5.7 se puede observar que los coeficientes de determinación R^2 son muy altos; por lo tanto explican el comportamiento de más del 90% de los datos. Por su parte, la Tabla 5.8 muestra que el resultado de la prueba de hipótesis es satisfactorio, puesto que la probabilidad de que el valor del parámetro y los coeficientes sea cero, es muy baja.

Con base en lo anterior, el modelo calibrado para replicar el fenómeno de la atracción de carga en los nodos de la red estratégica de transporte aéreo de carga en México, toma la forma de la ecuación (3):

$$VA_i = -0.0033 \cdot (X_1)_i + 0.8679 \cdot (X_2)_i + 1,166.96 \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

$VA_i =$ *Volumen de carga atraída por el nodo i – ésimo.*

$(X_1)_i =$ *Población económicamente activa en la localidad i – ésima en el censo del año 2000.*

$(X_2)_i =$ *Carga generada por el nodo i – ésimo.*

Tabla 5.5
Datos fuente para el análisis de atracción de carga

Terminal aérea		Carga atraída (toneladas) (2003)	PEA en la localidad (habitantes)	Carga generada (toneladas) (2003)
1	ACAPULCO	1,048.9	230,093	172.6
2	AGUASCALIENTES	743.2	229,106	125.2
3	BAHÍAS DE HUATULCO	386.2	1,664	96.4
4	CANCÚN	3,620.1	174,634	1,136.0
5	CIUDAD JUÁREZ	1,364.5	472,298	937.1
6	CHETUMAL	359.7	47,769	60.2
7	CHIHUAHUA	1,929.5	267,198	1,074.7
8	CIUDAD DEL CARMEN	465.6	47,362	117.4
9	CIUDAD OBREGÓN	293.0	95,472	206.2
10	CIUDAD VICTORIA	234.9	97,941	33.8
11	CUERNAVACA	317.5	134,150	376.9
12	CULIACÁN	2,365.2	204,435	901.5
13	DEL BAJÍO	1,164.1	401,302	686.5
14	DURANGO	236.4	153,333	37.2
15	GUADALAJARA	13,080.5	694,274	11,936.7
16	HERMOSILLO	4,249.2	213,156	1,215.9
17	LA PAZ	592.8	67,185	811.6
18	LOS MOCHIS	237.4	75,455	264.5
19	MANZANILLO	205.3	36,171	76.5
20	MATAMOROS	289.5	151,676	273.2
21	MAZATLÁN	764.8	128,177	1,009.3
22	MÉRIDA	3,944.8	272,427	4,243.3
23	MEXICALI	1,442.7	213,483	419.8
24	MÉXICO	30,586.3	3,643,027	49,415.9
25	MINATITLÁN	446.0	38,883	77.8
26	MONTERREY	9,864.0	452,884	8,638.4
27	MORELIA	173.3	213,392	141.8
28	NUEVO LAREDO	81.6	115,976	368.3
29	OAXACA	910.3	102,782	1,187.7
30	PUERTO VALLARTA	1,114.6	63,962	221.8
31	REYNOSA	351.1	162,788	289.1
32	SALTILLO	198.1	213,513	101.0
33	SAN JOSÉ DEL CABO	1,913.8	13,789	227.2
34	SAN LUIS POTOSÍ	4,374.3	242,266	6,940.7
35	TAMPICO	736.1	118,741	120.9
36	TAPACHULA	511.1	67,454	747.4
37	TIJUANA	7,890.7	430,415	7,835.3
38	TORREÓN	495.5	196,924	235.4
39	TUXTLA GUTIÉRREZ	1,215.4	165,629	225.6
40	VERACRUZ	1,075.1	166,724	171.1
41	VILLAHERMOSA	1,810.3	134,315	615.1
42	ZACATECAS	219.6	44,138	35.2
43	ZIHUATANEJO	559.4	23,389	53.6

Fuentes: Elaboración propia con información del XII Censo General de Población y Vivienda, año 2000 (INEGI, 2000), y la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT (DGAC, 2004).

Tabla 5.6
Matriz de correlaciones entre la variable dependiente e independientes del análisis de atracción de carga

	Carga atraída	PEA en la localidad	Carga generada
Carga atraída	1		
PEA en la localidad	0.9287	1	
Carga generada	0.9701	0.9751	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7
Estadísticas de la regresión de atracción de carga

Coefficiente de correlación múltiple	0.9732
Coefficiente de determinación R^2	0.9471
R^2 ajustado	0.9445
Error típico	1,212.2
Observaciones	43

Fuente: Elaboración propia.

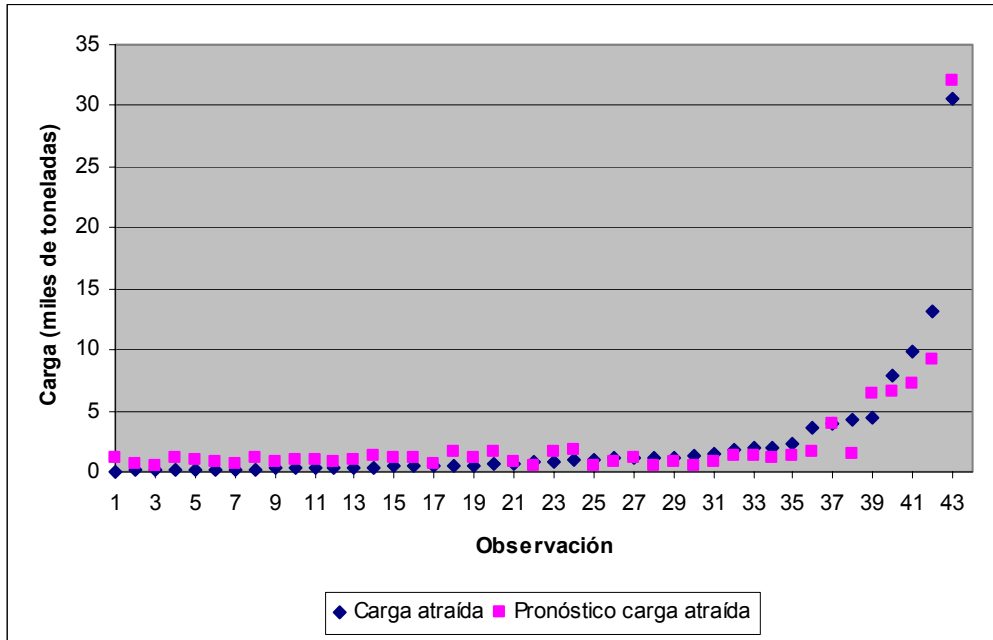
Tabla 5.8
Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis de la regresión para la atracción de carga

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	1166.96	239.08	4.88	1.72 E-05
PEA en la localidad	-0.0033	0.00154	-2.14	0.038
Carga atraída	0.8679	0.1084	8.00	7.74 E-10

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la Figura 5.3 muestra la gráfica que compara los valores de los datos reales con los calculados por el modelo de atracción de carga para cada uno de los 43 nodos de la red básica. Se puede observar que el ajuste es bueno en general, excepto para algunos casos particulares, de entre los cuales destacan los nodos 1, 18, 20, 24, y especialmente 39 y 43, en los que el valor observado es menor al valor esperado por el modelo; estos nodos corresponden a las terminales localizadas en Nuevo Laredo, Tapachula, La Paz, Oaxaca, San Luis Potosí y México. En estos nodos, la población económicamente activa (México, Oaxaca, etc.), o el valor de la carga generada (San Luis, México) hacen esperar un valor de carga atraída más alto del que actualmente se presenta.

En el caso opuesto, de nodos en que la carga atraída esperada por el modelo es menor a la que se observó en el 2003, destacan los siguientes: 36, 38, 40, 41 y 42, que corresponden a los aeropuertos de Cancún, Hermosillo, Tijuana, Monterrey y Guadalajara. Todas estas terminales son de las más importantes en el sistema, y están atrayendo más carga de la que se puede esperar de acuerdo con un comportamiento promedio en el sistema en términos de la combinación de su PEA y la carga generada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3
Residuales del modelo de atracción de carga

Es digno de mencionarse que con excepción de Cancún que es un destino turístico importante, muy alejado de la zona centro del país y en el que se presentan grandes necesidades de abastecimiento, Hermosillo, Tijuana, Monterrey y Guadalajara, asumen un papel de nodo de redistribución dentro de la red, lo cual explica en cierta medida su actuación destacada como nodos atractores de carga.

5.4 Distribución de la carga en la red doméstica

Los modelos de distribución buscan reproducir el patrón de comportamiento con que se reparte la carga generada por cada uno de los nodos, entre los demás nodos de la red con los que sostienen intercambios de flujo.

Partiendo del hecho de que la carga que se genera en un nodo no se distribuye en cantidades iguales entre todos los destinos, se busca determinar los factores que explican las proporciones de la distribución. Un concepto teórico fundamental que suele utilizarse para explicar y modelar la distribución de viajes en una red de transporte es el principio gravitacional; este principio sostiene que el tamaño relativo de los orígenes y destinos actúa como factor promotor, y que la distancia, o dificultad de viaje, actúa como factor disuasivo.

El principio gravitatorio proviene de la ley de la gravitación universal, formulada por Isaac Newton en 1684, y que constituyó uno de los avances más importantes de las ciencias físicas en su momento.

Los modelos gravitacionales se han usado extensamente para el análisis de la distribución de los viajes de pasajeros en redes de transporte, y todavía ofrecen importantes oportunidades de desarrollo en la modelación de flujos de carga (Moreno, 2005; Rico, 2005a).

En el caso del presente estudio se ha construido un modelo gravitacional para reproducir analíticamente el patrón de interacción espacial que existe en la red básica de transporte aéreo de carga en México (Gradilla, 2005), incluyendo las operaciones que se realizan bajo las modalidades de servicios regulares y de fletamento.

La red básica está formada por los arcos que acumulan el 95% de la carga transportada en el sistema en el 2003, y los nodos que son enlazados por ellos. La exclusión de los arcos restantes, que corresponden al 5% de los movimientos, no afecta el patrón general de la movilidad, ni el resultado de los análisis; en cambio, sí mejora notablemente el comportamiento del modelo (Rico, 2001), puesto que se analizan corredores con flujo de carga mucho más estable.

De acuerdo con el glosario publicado por la DGAC (2004) se denomina servicio regular a “aquel que está sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios” y por otra parte, se denomina servicio de fletamento a aquel “que no está sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios”. Las operaciones regulares se realizan de acuerdo con itinerarios fijos que las aerolíneas mantienen durante periodos de tiempo más o menos largos; y las operaciones de fletamento se realizan bajo contratos específicos que se convienen por periodos de tiempo normalmente más cortos.

En el modelo que hemos propuesto se toma como variable dependiente la intensidad de flujo de carga en el arco, usando como datos los registros de carga en los 65 arcos de la red básica doméstica (que se convierten en 130, puesto que se registran flujos diferentes en ambos sentidos), y se toma como variables independientes, o explicativas, los volúmenes de carga generados y atraídos, por los orígenes y destinos de cada arco, así como la distancia entre ellos.

El modelo propuesto tiene una estructura matemática que permite su linealización por medio de una anamorfosis logarítmica, pero manteniendo la relación gravitacional básica entre las variables (Teodorovic, 1988).

La principal razón que justifica tal estructura matemática se encuentra en la intención de calibrar el modelo, utilizando métodos convencionales de análisis de regresión por mínimos cuadrados (desarrollado por Gauss en 1795), dado que el problema de la determinación de los parámetros ha sido, tradicionalmente, la mayor dificultad al utilizar modelos gravitacionales.

El modelo utilizado tiene la expresión matemática que se expresa mediante la ecuación (4):

$$V_{ij} = \alpha \cdot [VG_i \cdot VA_j]^\beta \cdot D_{ij}^\delta \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

V_{ij} = Volumen de carga entre el origen i - ésimo y el destino j - ésimo.

α = Parámetro de calibración del modelo

$[VG_i \cdot VA_j]$ = Producto de la carga generada por el nodo i - ésimo y la carga atraída por el nodo j - ésimo.

β = Parámetro de calibración del modelo.

D_{ij} = Distancia entre el origen i - ésimo y el destino j - ésimo.

δ = Parámetro de calibración del modelo. Cuando es -2 el modelo toma la forma newtoniana clásica.

Aplicando logaritmos naturales en ambos miembros de la ecuación (4), se logra la siguiente estructura lineal:

$$\ln(V_{ij}) = \ln \alpha + \beta \cdot \ln[VG_i \cdot VA_j] + \delta \cdot \ln D_{ij} \dots\dots\dots (5)$$

Nótese que esta función es susceptible de tratarse estadísticamente por medio de una regresión lineal múltiple, considerando que es necesario trabajar con el logaritmo natural de los datos y que, en los resultados, los coeficientes de las variables independientes son los exponentes en la función original, y que la constante es la exponencial del parámetro alfa.

En la Tabla 5.9 se presentan los datos fuente que fueron utilizados para la calibración de la ecuación (5); todos los datos que corresponden a la carga están en toneladas, las distancias en kilómetros y el año de referencia es el 2003.

Por su parte, en la Tabla 5.10 están contenidas las estadísticas del análisis de regresión, y en la Tabla 5.11 los valores que resultaron para la constante y los coeficientes de la ecuación, así como los estadísticos de la prueba de hipótesis.

De acuerdo con los valores de la constante y los coeficientes que se obtuvieron en el análisis de regresión (Tabla 5.11), el modelo lineal calibrado se expresa con la ecuación (6):

$$\ln(V_{ij}) = -4.3882 + (0.6736) \cdot \ln(VG_i \cdot VA_j) - 0.1359 (\ln D_{ij}) \dots\dots (6)$$

De aquí que el modelo original ya calibrado se exprese con la ecuación (7), que es el antilogaritmo natural (exponencial) de la ecuación (6):

$$V_{ij} = 0.0124 \cdot [VG_i \cdot VA_j]^{0.6736} \cdot D_{ij}^{-0.1359} \dots\dots\dots (7)$$

La ecuación (7) expresada en la forma gravitacional convencional queda representada por la ecuación (8) en la que la variable distancia se encuentra en el denominador:

$$V_{ij} = 0.0124 \cdot \frac{(VG_i \cdot VA_j)^{0.6736}}{D_{ij}^{0.1359}} \dots\dots\dots (8)$$

El signo del exponente de la distancia indica que esta variable actúa como factor disuasor o impedancia del intercambio de mercancías en el espacio geográfico mexicano; sin embargo, su magnitud cercana a cero indica que su influencia es relativamente moderada. Esta independencia de la intensidad de los flujos con respecto a la distancia es una “peculiaridad” del transporte aéreo que se explica por las características de este modo de transporte, pues su esfera de competitividad frente a otros modos, particularmente el autotransporte, comienza a crecer a partir de cierta distancia crítica, de tal manera que es mayor en los desplazamientos de largo recorrido.

Tabla 5.9
Datos fuente para el modelo de distribución de carga (2003)

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
MÉXICO	GUADALAJARA	8,079.7	49,415.9	13,080.5	457.38
GUADALAJARA	MÉXICO	6,848.8	11,936.7	30,586.3	457.38
MÉXICO	MONTERREY	4,652.0	49,415.9	9,864.0	705.89
MÉRIDA	MÉXICO	4,243.3	4,243.3	30,586.3	994.27
MÉXICO	MÉRIDA	3,944.8	49,415.9	3,944.8	994.27
MÉXICO	TIJUANA	3,854.6	49,415.9	7,890.7	2,294.94
MÉXICO	CANCÚN	3,620.1	49,415.9	3,620.1	1,280.06
TIJUANA	MÉXICO	3,536.4	7,835.3	30,586.3	2,294.94
MONTERREY	GUADALAJARA	3,256.6	8,638.4	13,080.5	663.92
MONTERREY	MÉXICO	3,123.5	8,638.4	30,586.3	705.89
GUADALAJARA	MONTERREY	2,893.0	11,936.7	9,864.0	663.92
SAN LUIS POTOSÍ	MÉXICO	2,602.9	6,940.7	30,586.3	365.83
MÉXICO	SAN LUIS POTOSÍ	2,425.8	49,415.9	4,374.3	365.83
MÉXICO	VILLAHERMOSA	1,810.3	49,415.9	1,810.3	677.09
SAN LUIS POTOSÍ	MONTERREY	1,666.8	6,940.7	9,864.0	396.50
MÉXICO	CHIHUAHUA	1,398.1	49,415.9	1,929.5	1,237.68
TIJUANA	HERMOSILLO	1,362.4	7,835.3	4,249.2	686.40
SAN LUIS POTOSÍ	CULIACÁN	1,289.8	6,940.7	2,365.2	718.00
MÉXICO	LOS CABOS	1,234.0	49,415.9	1,913.8	1,180.42
MÉXICO	HERMOSILLO	1,232.6	49,415.9	4,249.2	1,609.60
MÉXICO	TUXTLA GUTIÉRREZ	1,215.4	49,415.9	1,215.4	672.50
MONTERREY	SAN LUIS POTOSÍ	1,178.0	8,638.4	4,374.3	396.50

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
MÉXICO	MEXICALI	1,145.7	49,415.9	1,442.7	2,171.05
CANCÚN	MÉXICO	1,136.0	1,136.0	30,586.3	1,280.06
MÉXICO	PUERTO VALLARTA	1,114.6	49,415.9	1,114.6	658.68
MÉXICO	VERACRUZ	1,075.1	49,415.9	1,075.1	304.05
MÉXICO	ACAPULCO	1,048.9	49,415.9	1,048.9	305.80
GUADALAJARA	TIJUANA	1,023.6	11,936.7	7,890.7	1,897.11
TIJUANA	GUADALAJARA	998.7	7,835.3	13,080.5	1,897.11
MÉXICO	CIUDAD JUÁREZ	969.0	49,415.9	1,364.5	1,534.57
SAN LUIS POTOSÍ	HERMOSILLO	965.8	6,940.7	4,249.2	1,262.00
MÉXICO	DEL BAJÍO	939.9	49,415.9	1,164.1	302.75
MÉXICO	OAXACA	890.2	49,415.9	910.3	363.88
MÉXICO	CULIACÁN	884.4	49,415.9	2,365.2	1,043.66
TAPACHULA	MÉXICO	747.4	747.4	30,586.3	879.95
MÉXICO	TAMPICO	736.1	49,415.9	736.1	338.52
CHIHUAHUA	MÉXICO	683.7	1,074.7	30,586.3	1,237.68
MÉXICO	MAZATLÁN	675.5	49,415.9	764.8	847.36
OAXACA	TIJUANA	624.3	1,187.7	7,890.7	2,657.60
VILLAHERMOSA	MÉXICO	615.1	615.1	30,586.3	677.09
OAXACA	MÉXICO	563.4	1,187.7	30,586.3	363.88
MÉXICO	ZIHUATANEJO	559.4	49,415.9	559.4	324.11
MÉXICO	AGUASCALIENTES	516.3	49,415.9	743.2	419.93
MÉXICO	TAPACHULA	511.1	49,415.9	511.1	879.95
CULIACÁN	MÉXICO	503.1	901.5	30,586.3	1,043.66
MÉXICO	TORREÓN	495.5	49,415.9	495.5	808.35
MONTERREY	TIJUANA	487.8	8,638.4	7,890.7	1,801.90
CIUDAD JUÁREZ	MÉXICO	480.2	937.1	30,586.3	1,534.57
MÉXICO	CIUDAD DEL CARMEN	465.6	49,415.9	465.6	767.89
MAZATLÁN	MÉXICO	454.2	1,009.3	30,586.3	847.36
MÉXICO	MINATITLÁN	446.0	49,415.9	446.0	495.86
LA PAZ	MÉXICO	444.3	811.6	30,586.3	1,268.93
HERMOSILLO	MÉXICO	417.1	1,215.9	30,586.3	1,609.60
DEL BAJÍO	MÉXICO	409.8	686.5	30,586.3	302.75
MÉXICO	HUATULCO	386.2	49,415.9	386.2	503.98
MÉXICO	LA PAZ	382.6	49,415.9	592.8	1,268.93
MONTERREY	HERMOSILLO	381.5	8,638.4	4,249.2	1,137.92
CUERNAVACA	TIJUANA	376.9	376.9	7,890.7	2,326.40
TIJUANA	MONTERREY	376.3	7,835.3	9,864.0	1,801.90
NUEVO LAREDO	MÉXICO	368.3	368.3	30,586.3	883.32
LA PAZ	TIJUANA	367.3	811.6	7,890.7	1,137.54
MÉXICO	CHETUMAL	359.7	49,415.9	359.7	1,114.21
MAZATLÁN	LOS CABOS	357.0	1,009.3	1,913.8	365.92
MÉXICO	REYNOSA	351.1	49,415.9	351.1	735.29
MEXICALI	MÉXICO	334.3	419.8	30,586.3	2,171.05
GUADALAJARA	LOS CABOS	322.8	11,936.7	1,913.8	726.66
CIUDAD JUÁREZ	CHIHUAHUA	320.4	937.1	1,929.5	327.93
TIJUANA	CUERNAVACA	317.5	7,835.3	317.5	2,326.40
GUADALAJARA	HERMOSILLO	306.9	11,936.7	4,249.2	1,223.51
SAN LUIS POTOSÍ	GUADALAJARA	304.0	6,940.7	13,080.5	310.07
GUADALAJARA	MEXICALI	296.9	11,936.7	1,442.7	1,786.66
MÉXICO	CIUDAD OBREGÓN	293.0	49,415.9	293.0	1,402.61
MÉXICO	MATAMOROS	289.5	49,415.9	289.5	715.71
REYNOSA	MÉXICO	289.1	289.1	30,586.3	735.29

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
DEL BAJÍO	TIJUANA	276.6	686.5	7,890.7	1,995.37
MATAMOROS	MÉXICO	273.2	273.2	30,586.3	715.71
CULIACÁN	SAN LUIS POTOSÍ	269.1	901.5	4,374.3	718.00
LOS MOCHIS	MÉXICO	264.5	264.5	30,586.3	1,234.34
HERMOSILLO	SAN LUIS POTOSÍ	256.8	1,215.9	4,374.3	1,262.00
HERMOSILLO	TIJUANA	248.3	1,215.9	7,890.7	686.40
CHIHUAHUA	CIUDAD JUÁREZ	245.1	1,074.7	1,364.5	327.93
MÉXICO	LOS MOCHIS	237.4	49,415.9	237.4	1,234.34
MÉXICO	DURANGO	236.4	49,415.9	236.4	764.59
TORREÓN	MÉXICO	235.4	235.4	30,586.3	808.35
MÉXICO	CIUDAD VICTORIA	234.9	49,415.9	234.9	470.33
TIJUANA	AGUASCALIENTES	226.9	7,835.3	743.2	1,877.32
TUXTLA GUTIÉRREZ.	MÉXICO	225.6	225.6	30,586.3	672.50
TIJUANA	DEL BAJÍO	224.3	7,835.3	1,164.1	1,995.37
PUERTO VALLARTA	MÉXICO	221.8	221.8	30,586.3	658.68
MÉXICO	ZACATECAS	219.6	49,415.9	219.6	534.57
MONTERREY	CHIHUAHUA	210.9	8,638.4	1,929.5	663.79
TIJUANA	LA PAZ	210.3	7,835.3	592.8	1,137.54
CIUDAD OBREGÓN	MÉXICO	206.2	206.2	30,586.3	1,402.61
MÉXICO	MANZANILLO	205.3	49,415.9	205.3	575.72
MÉXICO	SALTILLO	198.1	49,415.9	198.1	671.94
MAZATLÁN	TIJUANA	198.1	1,009.3	7,890.7	1,477.94
TIJUANA	CULIACÁN	191.1	7,835.3	2,365.2	1,264.01
TIJUANA	MORELIA	173.3	7,835.3	173.3	2,116.85
ACAPULCO	MÉXICO	172.6	172.6	30,586.3	305.80
VERACRUZ	MÉXICO	171.1	171.1	30,586.3	304.05
HERMOSILLO	GUADALAJARA	163.8	1,215.9	13,080.5	1,223.51
GUADALAJARA	CIUDAD JUÁREZ	150.4	11,936.7	1,364.5	1,266.58
TIJUANA	SAN LUIS POTOSÍ	150.3	7,835.3	4,374.3	1,956.00
CHIHUAHUA	MONTERREY	145.9	1,074.7	9,864.0	663.79
MORELIA	TIJUANA	141.8	141.8	7,890.7	2,116.85
CIUDAD JUÁREZ	GUADALAJARA	136.5	937.1	13,080.5	1,266.58
LOS CABOS	MÉXICO	130.2	227.2	30,586.3	1,180.42
HERMOSILLO	MONTERREY	129.9	1,215.9	9,864.0	1,137.92
CULIACÁN	TIJUANA	129.3	901.5	7,890.7	1,264.01
TAMPICO	MÉXICO	120.9	120.9	30,586.3	338.52
CIUDAD DEL CARMEN	MÉXICO	117.4	117.4	30,586.3	767.89
SAN LUIS POTOSÍ	TIJUANA	111.5	6,940.7	7,890.7	1,956.00
SALTILLO	MÉXICO	101.0	101.0	30,586.3	671.94
HUATULCO	MÉXICO	96.4	96.4	30,586.3	503.98
GUADALAJARA	SAN LUIS POTOSÍ	94.3	11,936.7	4,374.3	310.07
MEXICALI	GUADALAJARA	85.5	419.8	13,080.5	1,786.66
MÉXICO	NUEVO LAREDO	81.6	49,415.9	81.6	883.32
MINATITLÁN	MÉXICO	77.8	77.8	30,586.3	495.86
MANZANILLO	MÉXICO	76.5	76.5	30,586.3	575.72
AGUASCALIENTES	MÉXICO	74.5	125.2	30,586.3	419.93
CHETUMAL	MÉXICO	60.2	60.2	30,586.3	1,114.21
LOS CABOS	GUADALAJARA	55.7	227.2	13,080.5	726.66
ZIHUATANEJO	MÉXICO	53.6	53.6	30,586.3	324.11
AGUASCALIENTES	TIJUANA	50.6	125.2	7,890.7	1,877.32
TIJUANA	MAZATLÁN	47.9	7,835.3	764.8	1,477.94
LOS CABOS	MAZATLÁN	41.3	227.2	764.8	365.92

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
DURANGO	MÉXICO	37.2	37.2	30,586.3	764.59
ZACATECAS	MÉXICO	35.2	35.2	30,586.3	534.57
CIUDAD VICTORIA	MÉXICO	33.8	33.8	30,586.3	470.33
TIJUANA	OAXACA	20.1	7,835.3	910.3	2,657.60

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT (DGAC, 2004).

Tabla 5.10
Estadísticas de la regresión para el modelo de distribución de carga

Coefficiente de correlación múltiple	0.8495
Coefficiente de determinación R^2	0.7218
R^2 ajustado	0.7174
Error típico	0.6442
Observaciones	130

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.11
Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis
de la regresión para el modelo de distribución de carga

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-4.3882	0.8669	-5.0615	1.42 E-06
Producto (X_1)	0.6736	0.0371	18.1337	4.74 E-37
Longitud del arco (X_2)	-0.1359	0.0928	-1.4638	0.1456

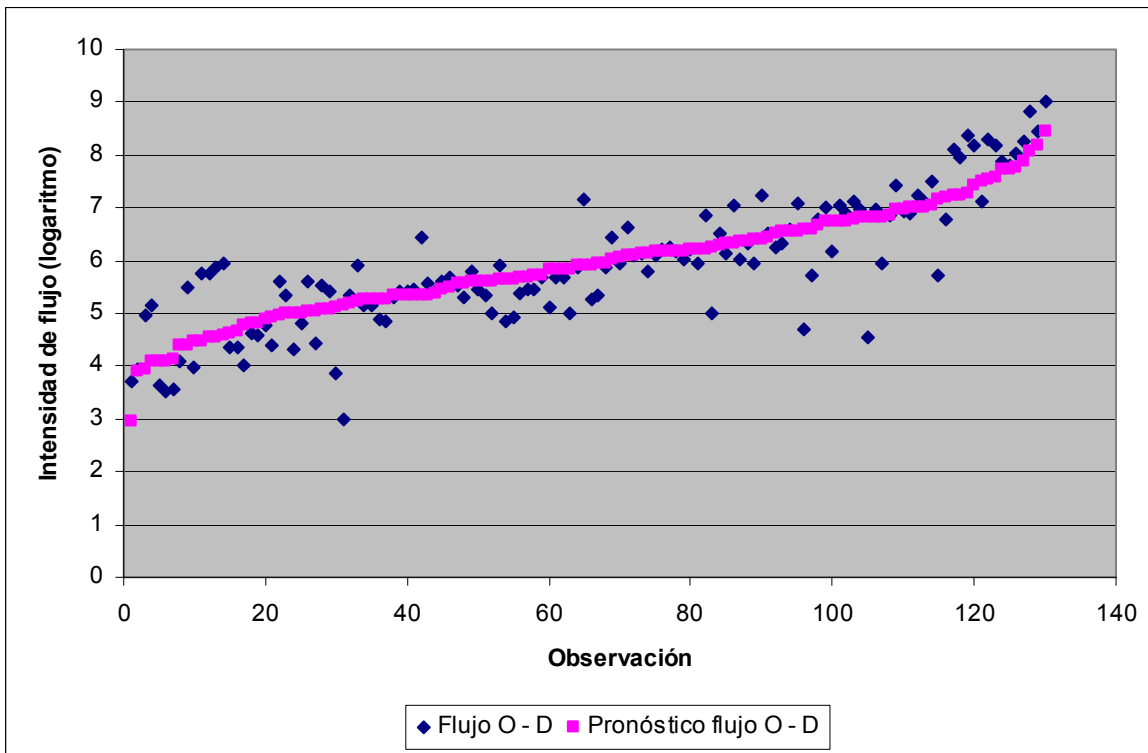
Fuente: Elaboración propia.

El valor cercano a cero del exponente indica que los arcos más largos tienen, en promedio, intensidades de flujo de carga similares a las de los arcos con longitud cercana al promedio. En este sentido, se puede afirmar que el modelo está reflejando fielmente el comportamiento de los datos con que se le alimentó.

En la Figura 5.4 se muestra gráficamente el análisis de residuales para el modelo gravitacional de distribución de carga. Los residuales son la diferencia entre el valor pronosticado por el modelo y el valor real observado.

En la gráfica se puede observar un número importante de observaciones que tienen desviaciones considerables con los valores calculados a partir del modelo; esta situación evidencia cierto nivel de comportamiento anómalo de los datos reales con respecto al principio gravitacional. Es decir, existe cierto número de arcos en la red para los que la intensidad del flujo de carga observada es mayor o menor de la esperada de acuerdo con la potencialidad de sus orígenes y destinos,

y las dificultades para superar la distancia que los separa, mediante el modo de transporte aéreo. Sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de determinación R^2 , que tiene un valor de 0.72, el modelo explica satisfactoriamente, desde el punto de vista estadístico, más del 70% de los datos, lo cual es bastante aceptable y nos permite concluir, que en general se tiene un comportamiento explicable mediante el principio gravitacional.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.4
Análisis de residuales para el modelo de distribución de carga

5.5 Distribución de la carga en la red internacional

En el presente apartado se presenta un segundo ejercicio de aplicación del modelo gravitacional, pero en este caso calibrado con los datos de la red internacional de transporte aéreo de carga.

La denominada red internacional de transporte de carga esta formada por las terminales aéreas localizadas fuera del territorio nacional que están enlazadas por medio de uno o más arcos con alguna terminal aérea del interior. La red se completa con los arcos que enlazan los dos grupos de terminales señaladas previamente.

Se ensayaron varios casos de datos fuente (Gradilla, 2005), y se encontró que los que presentan un comportamiento más consistente respecto al principio gravitatorio corresponden a los llamados movimientos regulares; esto es, operaciones que se realizan sujetas a itinerarios previamente determinados y estables en el tiempo. Por lo anterior, en los datos fuente para la calibración del modelo gravitacional internacional se excluyeron los movimientos que corresponden a los servicios de fletamento.

También conviene señalar que, de manera similar a los tres modelos anteriores, la red que se encontró más adecuada para el análisis espacial fue la que corresponde al 95% de la carga transportada en el 2003. La determinación de los arcos y nodos que forman la red básica se realizó mediante la técnica ABC basada en la regla de Pareto 80/20 (Rico, 2001; Rico, 2005; Gradilla, 2005).

La Tabla 5.12 contiene los datos fuente que permitieron la calibración del modelo gravitacional para los movimientos internacionales; todos los datos relativos a la carga se expresan en toneladas; y la distancia en kilómetros.

En el modelo desarrollado para reproducir la distribución espacial de la carga internacional se toma como variable dependiente la intensidad de flujo de carga en el arco, usando como datos los registros de carga en los 80 arcos de la red básica internacional (Tabla 5.12), y se toma como variables independientes, o explicativas, los volúmenes de carga generados y atraídos, por los orígenes y destinos de cada arco, así como la distancia entre ellos.

Al igual que en el caso doméstico, el modelo propuesto tiene una estructura matemática que permite su linearización mediante una anamorfosis logarítmica, pero manteniendo la relación gravitacional básica entre las variables (*Teodorovic*, 1988).

La principal razón que justifica tal estructura matemática, se encuentra en la intención de calibrar el modelo utilizando métodos convencionales de análisis de regresión por mínimos cuadrados (desarrollado por Gauss en 1795), considerando que el problema de la determinación de los parámetros ha sido, tradicionalmente, la mayor dificultad al utilizar modelos gravitacionales.

El modelo utilizado tiene la expresión matemática que se expresa mediante la ecuación (4) presentada en la sección 5.4 del presente capítulo.

Tabla 5.12
Datos fuente para el modelo de distribución de carga internacional (2003)

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
AMSTERDAM	MÉXICO	20,603.4	22,148.8	123,095.4	9,218
GUADALAJARA	MEMPHIS	15,461.6	29,689.0	29,645.3	2,078
PARÍS	MÉXICO	13,956.2	13,956.2	123,095.4	9,204
LOS ÁNGELES	MÉXICO	13,742.4	23,092.4	123,095.4	2,503
MEMPHIS	TOLUCA	13,018.1	27,501.1	13,018.1	1,996
LUXEMBURGO	MÉXICO	12,937.3	16,099.0	123,095.4	9,428
MEMPHIS	GUADALAJARA	11,267.3	27,501.1	31,492.6	2,078
TOLUCA	MEMPHIS	9,852.3	9,852.3	29,645.3	1,996
MÉXICO	LOS ÁNGELES	9,839.1	69,186.7	16,168.8	2,503
LOS ÁNGELES	GUADALAJARA	8,816.7	23,092.4	31,492.6	2,107
MADRID	MÉXICO	8,410.8	8,410.8	123,095.4	9,077
SAO PAULO	MÉXICO	8,392.5	8,392.5	123,095.4	7,442
MÉXICO	AMSTERDAM	7,541.5	69,186.7	8,244.9	9,218
MIAMI	MÉXICO	7,458.0	9,719.8	123,095.4	2,054
MÉXICO	PARÍS	6,481.6	69,186.7	6,481.6	9,204
MÉXICO	HOUSTON	6,787.5	69,186.7	6,787.5	1,234
MÉXICO	MIAMI	5,600.1	69,186.7	9,938.8	2,054
SANTIAGO DE CHILE	MÉXICO	5,108.8	5,108.8	123,095.4	6,603
GUADALAJARA	LOS ÁNGELES	4,757.3	29,689.0	16,168.8	2,107
LOUISVILLE	MÉXICO	4,608.1	4,608.1	123,095.4	2,453
CINCINNATI	MÉXICO	4,525.8	6,346.6	123,095.4	2,585
MÉRIDA	MIAMI	4,338.7	4,338.7	9,938.8	1,099
MONTERREY	MEMPHIS	4,331.4	10,959.4	29,645.3	1,419
MONTERREY	DAYTON	4,083.4	10,959.4	5,132.5	2,158
GUATEMALA	MÉXICO	3,780.9	3,780.9	123,095.4	1,055
FRANKFURT	MÉXICO	3,765.9	3,765.9	123,095.4	9,563
DAYTON	MONTERREY	3,738.1	5,161.1	9,406.8	2,158
MÉXICO	BOGOTÁ	3,359.4	69,186.7	3,904.9	3,163
BOGOTÁ	MÉXICO	3,346.3	3,346.3	123,095.4	3,163
MÉXICO	GUATEMALA	3,333.9	69,186.7	3,333.9	1,055
SAN ANTONIO	GUADALAJARA	3,329.4	3,329.4	31,492.6	1,114
MÉXICO	NUEVA YORK	3,294.6	69,186.7	3,294.6	3,346
MEMPHIS	MONTERREY	3,215.7	27,501.1	9,406.8	1,419
MÉXICO	CINCINNATI	3,202.7	69,186.7	5,298.9	2,585
LUXEMBURGO	GUADALAJARA	3,161.7	16,099.0	31,492.6	9,608
GUADALAJARA	LOUISVILLE	3,065.4	29,689.0	3,065.4	2,591
MÉXICO	LUXEMBURGO	2,871.6	69,186.7	4,882.0	9,428
MONTERREY	AUSTIN	2,544.6	10,959.4	2,544.6	550
AUSTIN	MONTERREY	2,453.0	2,453.0	9,406.8	550
CHICAGO	MÉXICO	2,255.0	2,255.0	123,095.4	2,722
GUADALAJARA	CINCINNATI	2,096.1	29,689.0	5,298.9	2,725
MÉXICO	SANTIAGO DE CHILE	2,087.3	69,186.7	2,087.3	6,603
GUADALAJARA	LUXEMBURGO	2,010.5	29,689.0	4,882.0	9,608
MÉXICO	FRANKFURT	1,878.3	69,186.7	1,878.3	9,563
CINCINNATI	GUADALAJARA	1,820.8	6,346.6	31,492.6	2,725
SAN JOSÉ, COSTA R	MÉXICO	1,781.7	2,430.3	123,095.4	1,921
MÉXICO	SAO PAULO	1,662.2	69,186.7	1,662.2	7,442
MÉXICO	CHICAGO	1,638.5	69,186.7	1,638.5	2,722
MÉXICO	SAN JOSÉ, COSTA R	1,629.5	69,186.7	1,629.5	1,921
AMSTERDAM	GUADALAJARA	1,545.4	22,148.8	31,492.6	9,381

NODO ORIGEN	NODO DESTINO	FLUJO O – D (toneladas)	CARGA GENERADA NODO ORIGEN (toneladas)	CARGA ATRAÍDA NODO DESTINO (toneladas)	LONGITUD DEL ARCO (kilómetros)
LONDRES	MÉXICO	1,472.9	1,472.9	123,095.4	8,914
MIAMI	MÉRIDA	1,369.4	9,719.8	1,369.4	1,099
MÉXICO	LONDRES	1,322.1	69,186.7	1,322.1	8,914
ATLANTA	MÉXICO	1,162.6	1,162.6	123,095.4	2,146
GUADALAJARA	DAYTON	1,049.1	29,689.0	5,132.5	2,819
HOUSTON	MÉXICO	1,017.9	1,017.9	123,095.4	1,234
MÉXICO	ATLANTA	957.8	69,186.7	957.8	2,146
SANTA CRUZ	MÉXICO	955.8	955.8	123,095.4	5,708
MÉXICO	DALLAS	943.8	69,186.7	943.8	1,511
DAYTON	GUADALAJARA	902.7	5,161.1	31,492.6	2,819
MIAMI	CANCÚN	892.5	9,719.8	892.5	857
LIMA	MÉXICO	876.4	876.4	123,095.4	4,243
MÉXICO	TOKIO	846.6	69,186.7	846.6	11,326
SAN JOSÉ DEL CABO	LOS ÁNGELES	800.0	800.0	16,168.8	1,469
MÉXICO	MADRID	796.6	69,186.7	796.6	9,077
PTO. VALLARTA	LOS ÁNGELES	772.3	772.3	16,168.8	1,967
MÉXICO	QUITO	712.8	69,186.7	712.8	3,129
GUADALAJARA	AMSTERDAM	703.5	29,689.0	8,244.9	9,381
RÍO DE JANEIRO	MÉXICO	682.9	682.9	123,095.4	7,675
MÉXICO	TORONTO	662.0	69,186.7	662.0	3,259
SAN JOSÉ, COSTA R	GUADALAJARA	648.6	2,430.3	31,492.6	2,368
NUEVA YORK	MÉXICO	622.7	622.7	123,095.4	3,346
MÉXICO	PANAMÁ	622.1	69,186.7	622.1	2,406
MÉXICO	SAN FRANCISCO	593.5	69,186.7	593.5	3,032
TORONTO	MÉXICO	570.4	570.4	123,095.4	3,259
GUADALAJARA	BOGOTÁ	545.5	29,689.0	3,904.9	3,614
DALLAS	MÉXICO	540.2	540.2	123,095.4	1,511
LOS ÁNGELES	MAZATLÁN	533.3	23,092.4	533.3	1,685
MÉXICO	LA HABANA	521.7	69,186.7	521.7	1,774
DAYTON	MÉXICO	520.3	5,161.1	123,095.4	2,686

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT (DGAC, 2004).

En la Tabla 5.13 se presentan las estadísticas del análisis de regresión para el caso internacional; y en la Tabla 5.14, los valores que resultaron para la constante y los coeficientes de la ecuación, así como los estadísticos de la prueba de hipótesis.

Tabla 5.13
Estadísticas de la regresión para el modelo
de distribución de carga internacional

Coefficiente de correlación múltiple	0.7793
Coefficiente de determinación R^2	0.6073
R^2 ajustado	0.5971
Error típico	0.6455
Observaciones	80

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los valores de la constante y los coeficientes que se obtuvieron en el análisis de regresión (Tabla 5.14), el modelo lineal calibrado se expresa con la ecuación (9):

Tabla 5.14
Parámetro, coeficientes y prueba de hipótesis
de la regresión para el modelo de distribución de carga internacional

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-1.838	1.1196	-1.64	0.1046
Producto (X ₁)	0.6425	0.0590	10.87	3.16 E-17
Longitud del arco (X ₂)	-0.3278	0.1021	-3.21	0.0019

Fuente: Elaboración propia.

$$\ln(V_{ij}) = -1.838 + (0.6425) \cdot \ln(VG_i \cdot VA_j) - 0.3278 (\ln D_{ij}) \quad \dots (9)$$

De aquí que el modelo original ya calibrado se exprese con la ecuación (10), que es el antilogaritmo natural (exponencial) de la ecuación (9):

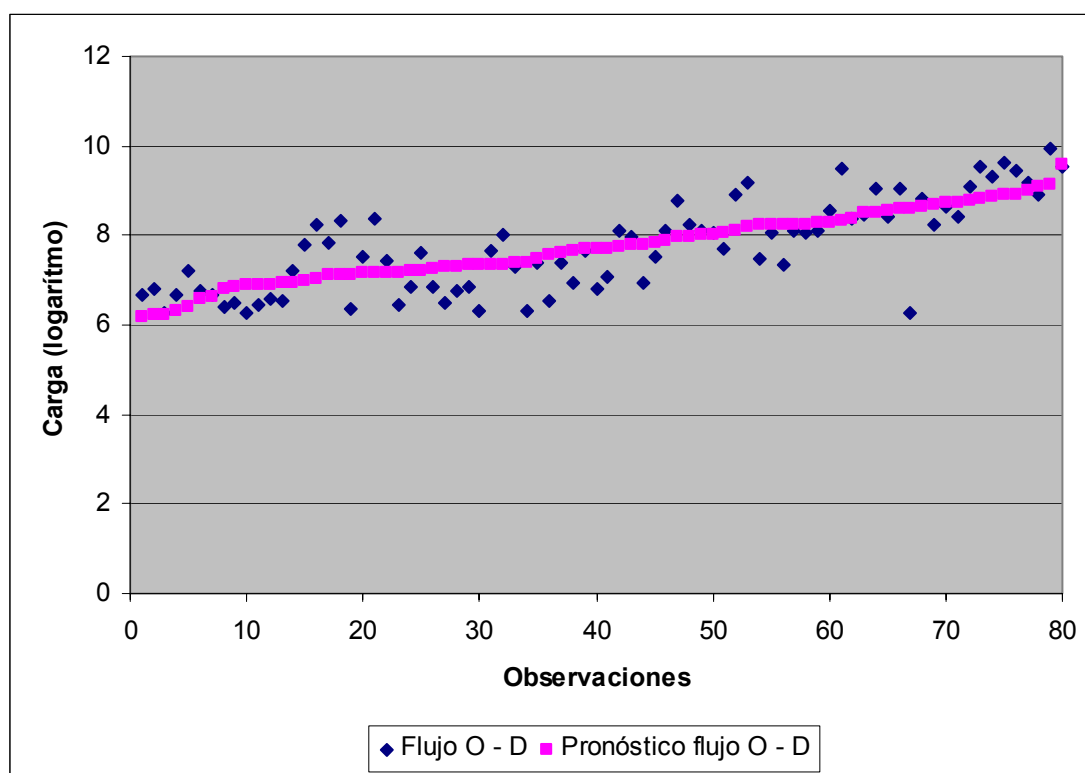
$$V_{ij} = 0.159 \cdot [VG_i \cdot VA_j]^{0.6425} \cdot D_{ij}^{-0.3278} \quad \dots (10)$$

La ecuación (10) expresada en la forma gravitacional convencional queda expresada por la ecuación (11) en la que la variable distancia se encuentra en el denominador:

$$V_{ij} = 0.159 \cdot \frac{(VG_i \cdot VA_j)^{0.6425}}{D_{ij}^{0.3278}} \quad \dots (11)$$

El signo del exponente de la distancia indica que esta variable actúa como factor disuasor o impedancia del intercambio de mercancías en el ámbito internacional relacionado con México; y cabe observar que en este caso, su influencia es mayor que en la que resultó para el ámbito doméstico. Esta dependencia moderada de la intensidad de los flujos con respecto a la distancia es una “peculiaridad” del transporte aéreo, que se explica por las características de este modo de transporte, pues su esfera de competitividad frente a otros modos, comienza a crecer a partir de cierta distancia crítica; de tal manera que es mayor en los desplazamientos de largo recorrido, como son normalmente los internacionales. El valor pequeño del exponente indica que los arcos más largos tienen, en promedio, intensidades de flujo de carga similares a las de los arcos con longitud cercana al promedio. En este sentido, se puede afirmar que el modelo refleja fielmente el comportamiento de los datos con que se le alimentó.

En la Figura 5.5 se muestra gráficamente el análisis de residuales para el modelo gravitacional de distribución de carga internacional. Los residuales son la diferencia entre el valor pronosticado por el modelo y el valor real observado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.5
Residuales del modelo de distribución de carga internacional

En la gráfica se puede observar que la dispersión de los datos es mayor en el caso internacional que en el doméstico, y que existe un número importante de observaciones con desviaciones considerables con los valores calculados a partir del modelo; esta situación evidencia cierto nivel de comportamiento anómalo de los datos reales con respecto al principio gravitacional. Es decir, existe cierto número de arcos en la red para los que la intensidad del flujo de carga observada es mayor o menor de la esperada de acuerdo con la potencialidad de sus orígenes y destinos, y las dificultades para superar la distancia que los separa, mediante el modo de transporte aéreo. Sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de determinación R^2 , que tiene un valor de 0.60, se puede afirmar que el modelo explica satisfactoriamente, desde el punto de vista estadístico, más del 60% de los datos, lo cual es aceptable para concluir que en general se tiene un comportamiento adecuado al principio gravitacional.

Para terminar este capítulo se considera conveniente señalar que los modelos expuestos tienen un carácter fundamentalmente orientado a la descripción y

análisis de la interacción espacial que existe en la red básica de transporte aéreo de carga en México, y que si bien se pueden usar para simular en cierta medida el comportamiento de la movilidad de mercancías por este modo de transporte, no deben emplearse directamente para elaborar pronósticos de los flujos de carga en nodos en particular, sin antes realizar los ajustes necesarios que permitan reproducir las condiciones de cada región.

6 Pronóstico de demanda de carga en los principales aeropuertos nacionales

En este capítulo se presenta un pronóstico de la demanda de carga esperada en los cinco principales aeropuertos del país. Este pronóstico comprende tanto carga doméstica como carga internacional. Se consideran dos criterios para obtener la tasa de crecimiento de la demanda; por un lado, se determina la tasa de crecimiento media anual estimando un crecimiento exponencial de la demanda (TCMA-E); y por el otro se determina también una tasa de crecimiento media anual, pero tomando en cuenta un crecimiento lineal (TCMA-L).

En ambos casos, el método consistió en obtener los valores promedio de crecimiento, utilizando el primer y el último dato. El pronóstico de demanda se hace hasta el 2010, pudiendo ampliarse el horizonte de pronóstico a criterio del analista.

6.1 Criterio de selección de los cinco aeropuertos principales del país

Para determinar cuáles son los principales cinco aeropuertos del país, respecto al movimiento de carga, se siguió el siguiente criterio: utilizando información de la carga total manejada por los aeropuertos del país en el 2003 (información presentada en la Tabla 6.1), se determinaron los cinco aeropuertos con mayor movimiento. Estos fueron los cinco seleccionados. Se consideró la información del 2003 por ser el año del que se cuenta con información más reciente.

Tabla 6.1
Carga doméstica e internacional (kilogramos), servicios regular y fletamento, año 2003

Posición	Aeropuerto	Genera	Atrae	Total	Grupo Aeroportuario
1	MÉXICO	132,659,935	176,814,896	309,474,831	México
2	GUADALAJARA	56,882,341	57,249,913	114,132,254	GAP
3	MONTERREY	22,282,359	21,864,254	44,146,613	GACN
4	TOLUCA	9,925,296	13,169,621	23,094,917	ASA
5	MÉRIDA	12,041,228	7,976,019	20,017,247	ASUR
6	TIJUANA	8,104,631	8,037,865	16,142,496	GAP
7	SAN LUIS POTOSÍ	7,084,061	4,394,374	11,478,435	GACN
8	CANCÚN	3,001,423	5,697,893	8,699,316	ASUR
9	HERMOSILLO	1,473,145	4,519,999	5,993,144	GAP
10	SAN JOSÉ DEL CABO	1,788,443	2,377,131	4,165,574	GAP

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Del análisis anterior resultó que los cinco aeropuertos con mayor movimiento de carga en México son: Ciudad de México, del Grupo del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; Guadalajara, del Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP); Monterrey, del Grupo Aeroportuario Centro Norte (OMA); Toluca, de Aeropuertos y Servicios Auxiliares; y Mérida, del Grupo Aeroportuario del Sureste (ASUR).

Durante el 2003, estos cinco aeropuertos movieron el 84.2% del total de carga aérea transportada por todo el sistema de aeropuertos nacionales, tanto en operaciones de comercio doméstico, como de comercio exterior.

Resulta interesante señalar que cada uno de estos cinco aeropuertos, pertenecen a un grupo aeroportuario diferente.

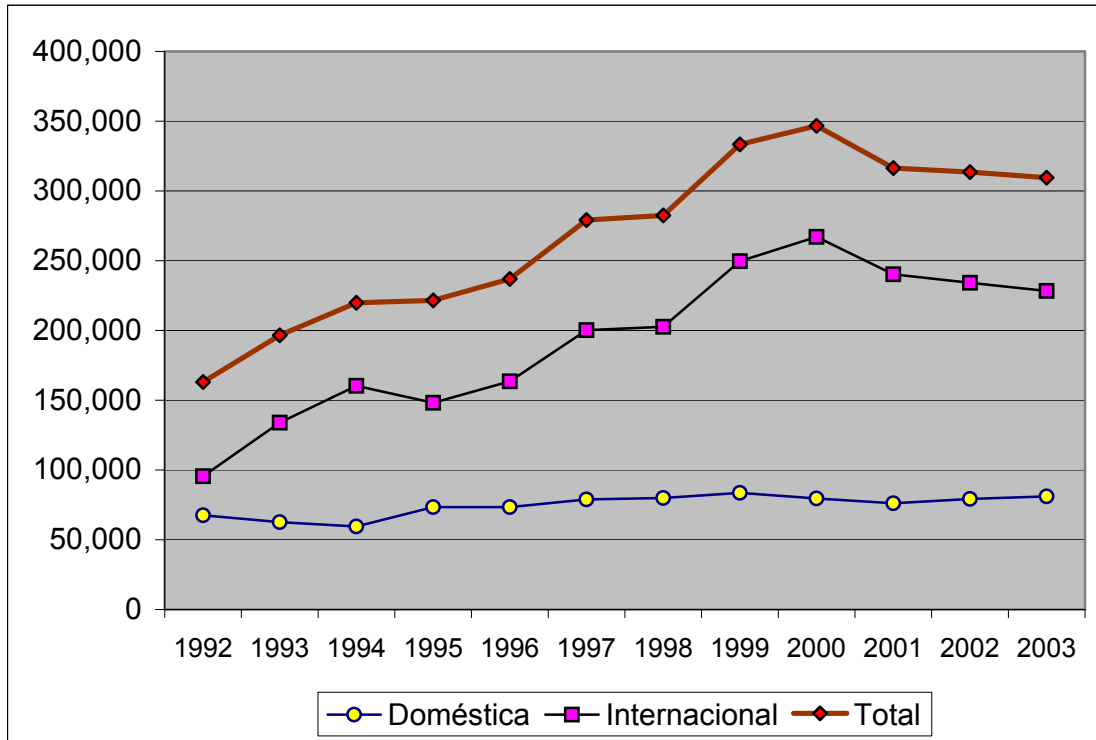
6.2 Pronóstico de demanda para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Para determinar la demanda esperada en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, se utilizó la información presentada en la Tabla 6.2. Esta tabla presenta la información de carga doméstica e internacional para el periodo 1992-2003. La misma información se presenta en forma gráfica en la Figura 6.1.

Tabla 6.2
Movimientos de carga doméstica e internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas)

Año	Doméstica	Internacional	Total
1992	67,547	95,545	163,092
1993	62,622	133,954	196,577
1994	59,528	160,301	219,828
1995	73,430	148,141	221,570
1996	73,444	163,480	236,924
1997	78,891	200,221	279,112
1998	79,912	202,588	282,500
1999	83,650	249,703	333,353
2000	79,536	267,104	346,639
2001	76,134	240,290	316,424
2002	79,290	234,219	313,510
2003	81,134	228,341	309,475

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.



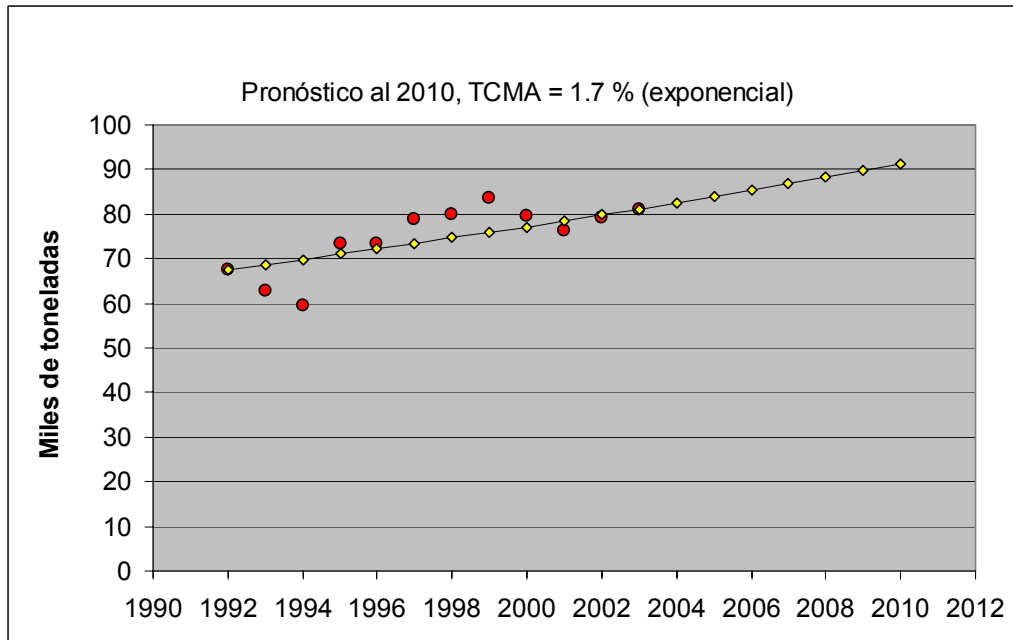
Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.1
Movimientos de carga doméstica e internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México durante 1992-2003 (toneladas)

6.2.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

A partir de la información para carga doméstica, presentada en la Tabla 6.2, se determinó en primer lugar la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 1.7%. Por lo que respecta a la TCMA-L, ésta tiene un valor de 1235.1 toneladas. Las figuras 6.2 y 6.3 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.2), como lineal (Figura 6.3) para la carga doméstica manejada en el aeropuerto de la Ciudad de México.

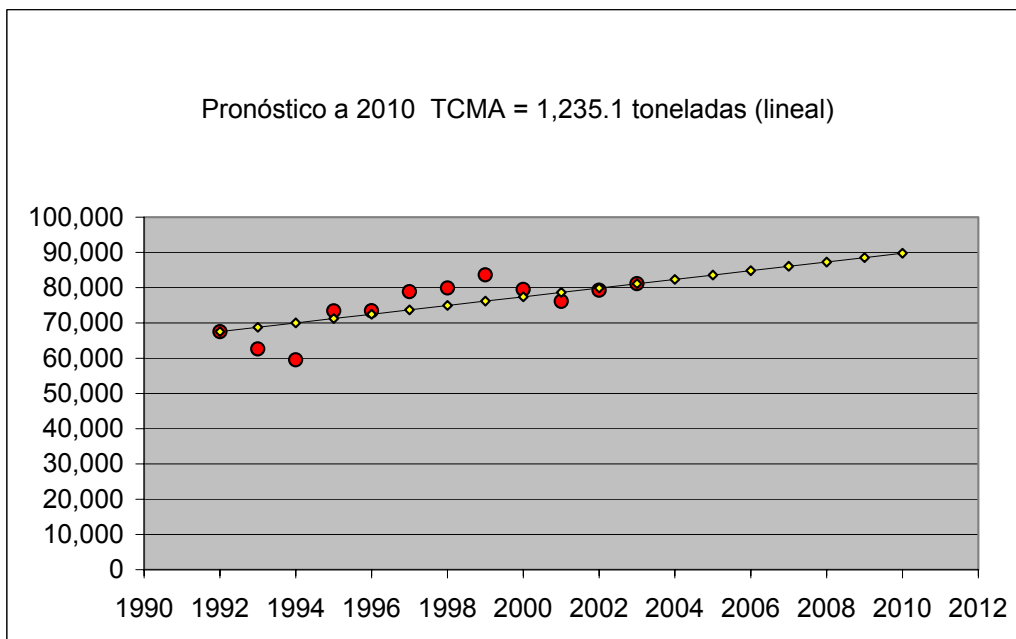
En la Tabla 6.3 se muestra el pronóstico de demanda para carga doméstica para el periodo 2004-2010 en el aeropuerto de la Ciudad de México, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal en el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.2

Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.3

Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas)

Tabla 6.3
Pronóstico de demanda de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional
de la Ciudad de México durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 1.7%

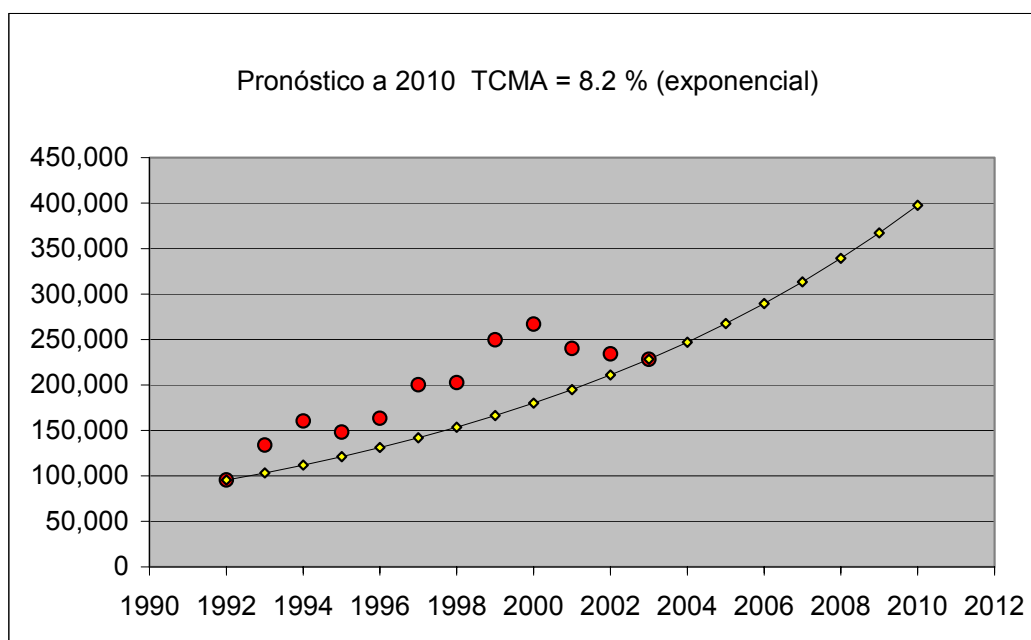
TCMA-L = 1235.1 toneladas

Año	Carga doméstica	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	67,547	67,547	67,547
1993	62,622	68,682	68,782
1994	59,528	69,836	70,017
1995	73,430	71,009	71,253
1996	73,444	72,202	72,488
1997	78,891	73,415	73,723
1998	79,912	74,649	74,958
1999	83,650	75,903	76,193
2000	79,536	77,178	77,428
2001	76,134	78,475	78,663
2002	79,290	79,793	79,899
2003	81,134	81,134	81,134
2004		82,497	82,369
2005		83,883	83,4
2006		85,292	84,839
2007		86,725	86,074
2008		88,182	87,309
2009		89,664	88,544
2010		91,170	89,780

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC

6.2.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

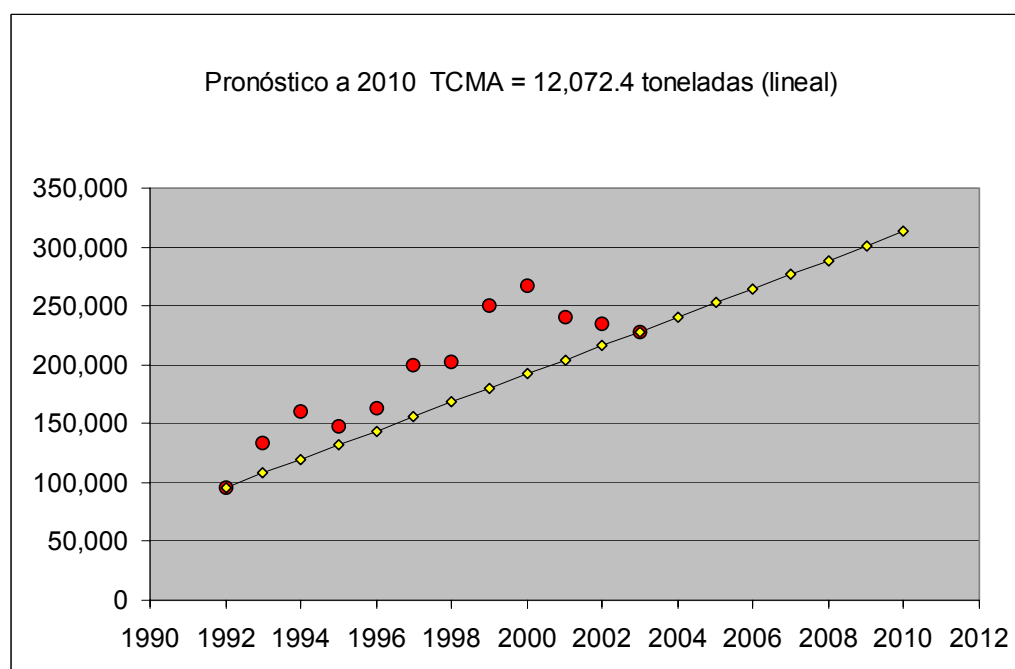
A partir de la información para carga internacional (Tabla 6.2), se determinó primero la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 8.2%. Por otro lado, la TCMA-L tiene un valor de 12,072.4 toneladas. Las figuras 6.4 y 6.5 presentan los datos originales, y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.4), como lineal (Figura 6.5) para la carga internacional manejada en el aeropuerto de la Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.4

Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC

Figura 6.5

Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (toneladas)

En la Tabla 6.4 se presenta el pronóstico de demanda para carga internacional para el periodo 2004-2010, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Al igual que para el caso de la carga doméstica, puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.

Tabla 6.4
Pronóstico de demanda de carga internacional para el Aeropuerto
Internacional de la Ciudad de México durante 2004-2010 (toneladas)
TCMA-E = 8.2%
TCMA-L = 12072.4 toneladas

Año	Carga internacional	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	95,545	95,545	95,545
1993	133,954	103,420	107,617
1994	160,301	111,944	119,689
1995	148,141	121,171	131,762
1996	163,480	131,159	143,834
1997	200,221	141,970	155,907
1998	202,588	153,672	167,979
1999	249,703	166,338	180,051
2000	267,104	180,049	192,124
2001	240,290	194,889	204,196
2002	234,219	210,953	216,269
2003	228,341	228,341	228,341
2004		247,162	240,414
2005		267,535	252,486
2006		289,587	264,558
2007		313,456	276,631
2008		339,293	288,703
2009		367,259	300,776
2010		397,531	312,848

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

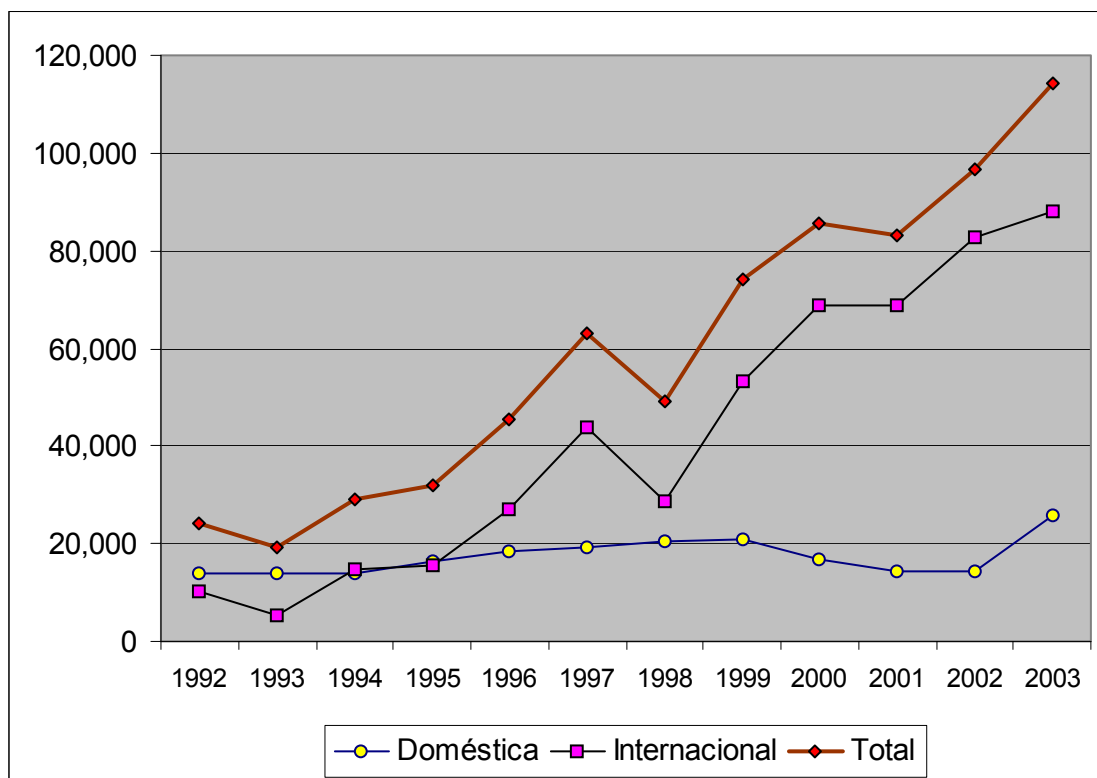
6.3 Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Guadalajara

Para determinar la demanda esperada en el aeropuerto de Guadalajara, se utilizó la información de la Tabla 6.5. Esta tabla presenta la información de carga doméstica e internacional para el periodo 1992-2003. La misma información se presenta en forma gráfica en la Figura 6.6.

Tabla 6.5
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)

Año	Doméstica	Internacional	Total
1992	13,980	10,099	24,079
1993	13,805	5,449	19,255
1994	14,104	14,874	28,979
1995	16,219	15,577	31,795
1996	18,351	26,927	45,278
1997	19,156	43,965	63,120
1998	20,347	28,621	48,968
1999	20,980	53,120	74,101
2000	16,742	68,715	85,457
2001	14,431	68,869	83,301
2002	14,173	82,586	96,759
2003	25,960	88,173	114,132

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.



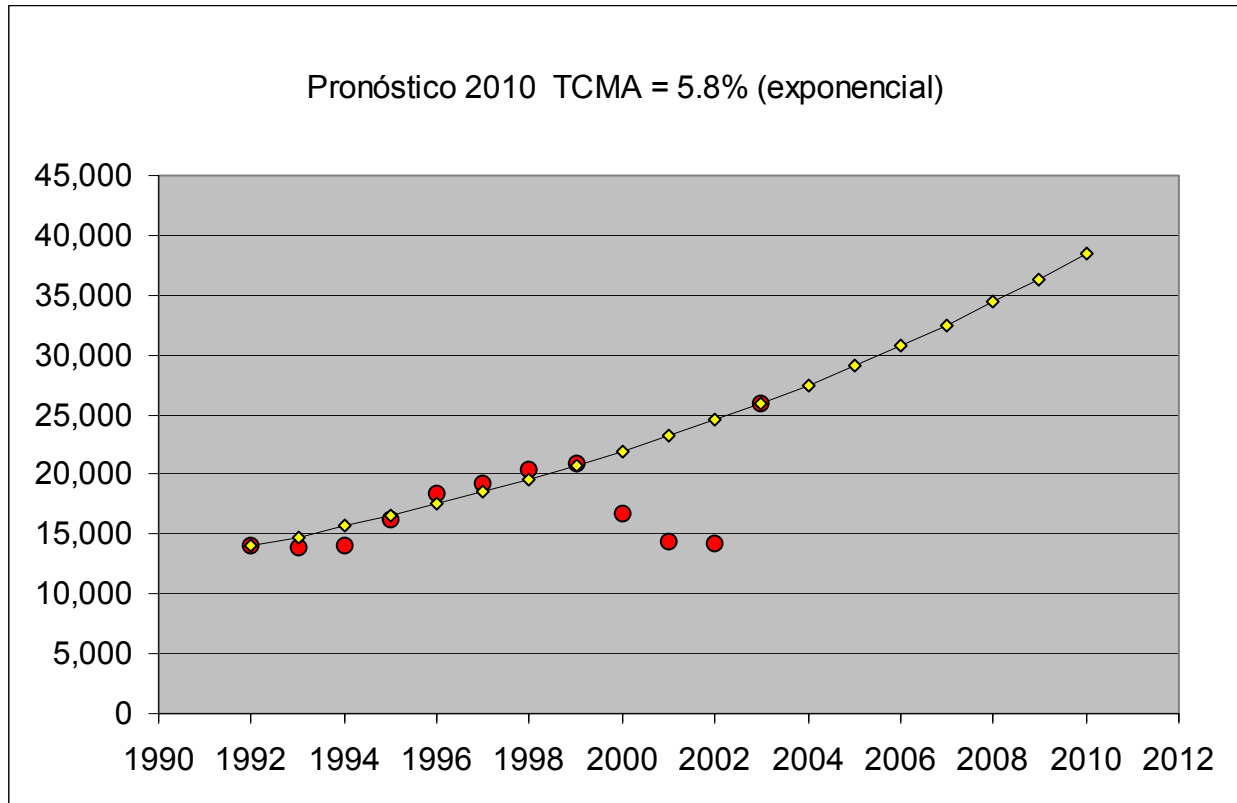
Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.6
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Guadalajara durante 1992-2003 (toneladas)

6.3.1 Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Guadalajara

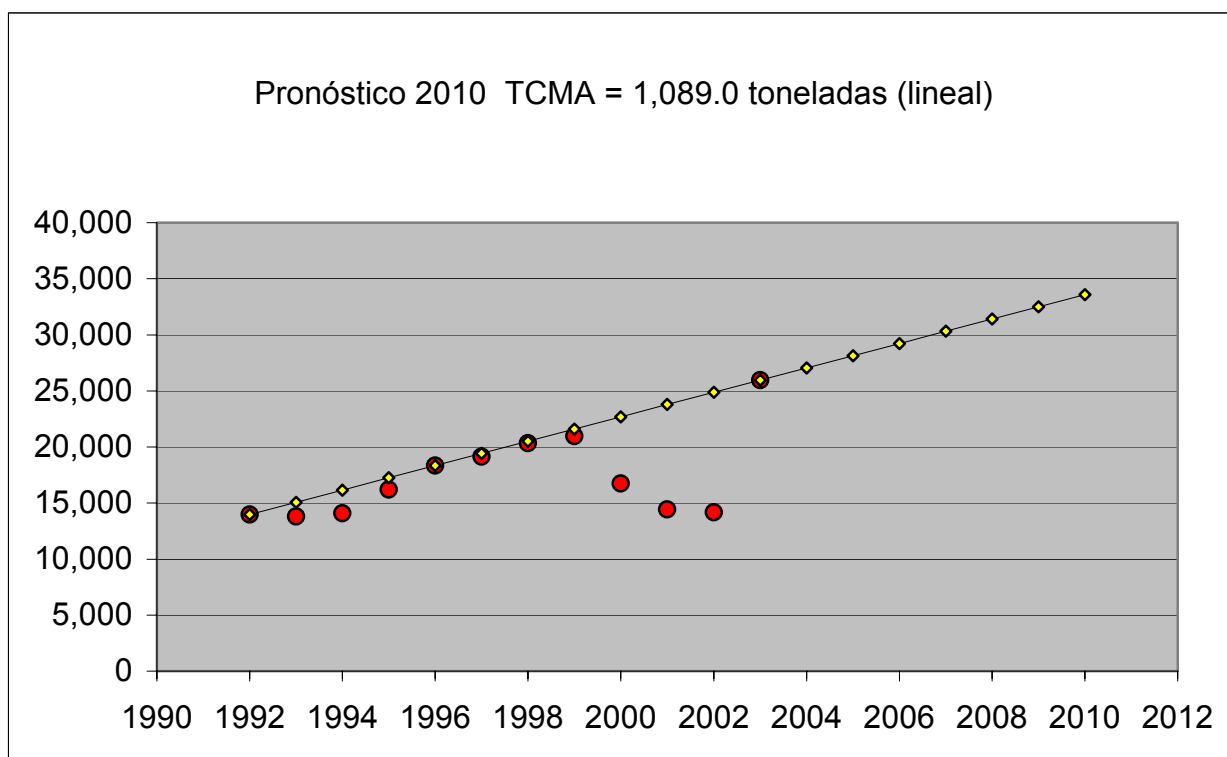
A partir de la información para carga doméstica, de la Tabla 6.5, se determinó en primer lugar la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 5.8%. Por lo que respecta a la TCMA-L, su valor es de 1089.0 toneladas.

Las figuras 6.7 y 6.8 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.7), como lineal (Figura 6.8) para la carga doméstica manejada en el aeropuerto de Guadalajara.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.7
Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.8
Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)

La Tabla 6.6 corresponde al pronóstico de demanda para carga doméstica durante 2004-2010 en el aeropuerto de Guadalajara, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal.

Puede observarse que, al igual que para el aeropuerto de la Ciudad de México, el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista.

La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.

Tabla 6.6
Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de
Guadalajara durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 5.8%

TCMA-L = 1089.0 toneladas

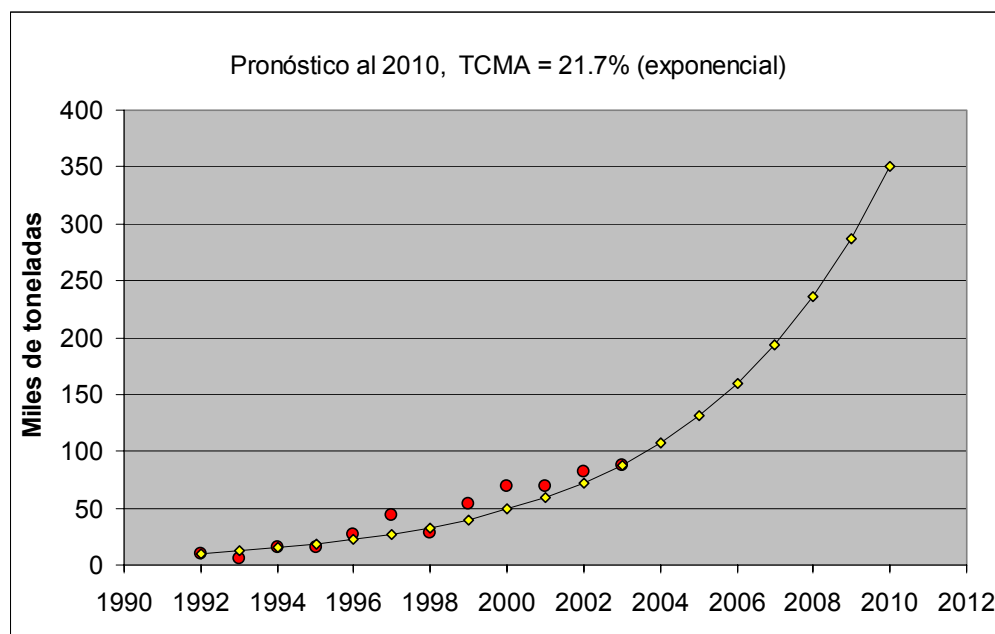
Año	Carga doméstica	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	13,980	13,980	13,980
1993	13,805	14,789	15,069
1994	14,104	15,645	16,158
1995	16,219	16,551	17,247
1996	18,351	17,509	18,336
1997	19,156	18,522	19,425
1998	20,347	19,594	20,514
1999	20,980	20,728	21,603
2000	16,742	21,928	22,692
2001	14,431	23,197	23,781
2002	14,173	24,539	24,870
2003	25,960	25,960	25,960
2004		27,462	27,049
2005		29,051	28,138
2006		30,733	29,227
2007		32,512	30,316
2008		34,393	31,405
2009		36,384	32,494
2010		38,490	33,583

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.3.2 Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Guadalajara

A partir de la información para carga internacional (Tabla 6.5), se determinó primero la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 21.8%. Por su parte, la TCMA-L tiene un valor de 7,097.6 toneladas. Las figuras 6.9 y 6.10 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.9), como lineal (Figura 6.10) para la carga internacional manejada en el aeropuerto de Guadalajara.

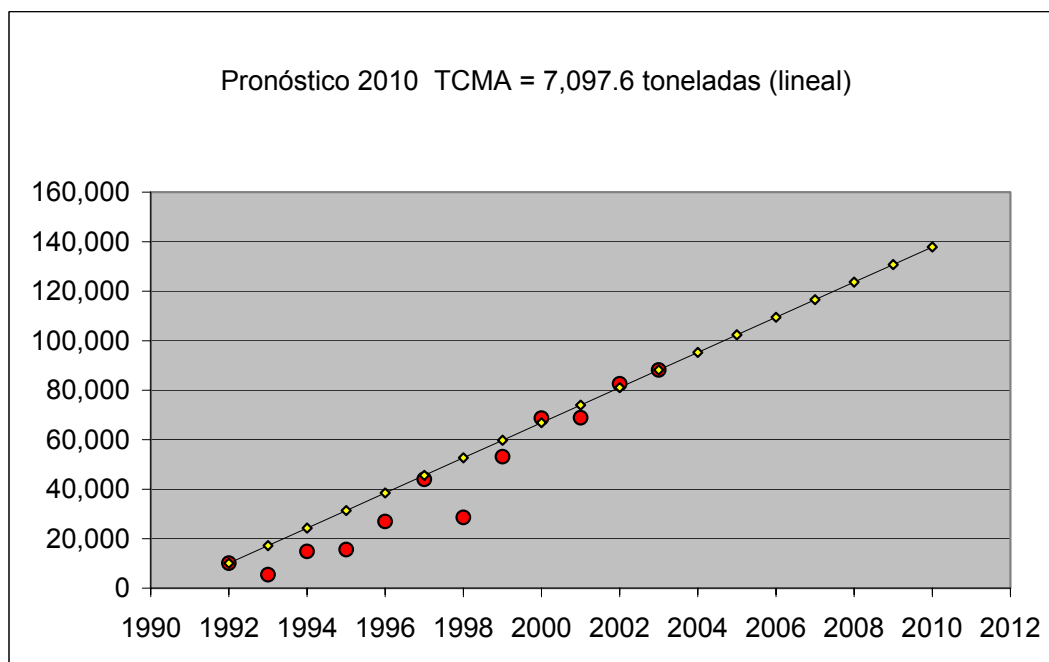
En la Tabla 6.7 se presenta el pronóstico de demanda de carga internacional para el periodo 2004-2010, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Al igual que para el caso de la carga doméstica, puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.9

Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.10

Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Guadalajara (toneladas)

Tabla 6.7
Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de
Guadalajara durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 21.8%

TCMA-L = 7097.6 toneladas

Año	Carga internacional	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	10,099	10,099	10,099
1993	5,449	12,298	17,197
1994	14,874	14,976	24,294
1995	15,577	18,236	31,392
1996	26,927	22,207	38,490
1997	43,965	27,042	45,587
1998	28,621	32,930	52,685
1999	53,120	40,099	59,782
2000	68,715	48,830	66,880
2001	68,869	59,461	73,978
2002	82,586	72,408	81,075
2003	88,173	88,173	88,173
2004		107,370	95,270
2005		130,747	102,368
2006		159,214	109,466
2007		193,879	116,563
2008		236,092	123,661
2009		287,495	130,758
2010		350,090	137,856

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

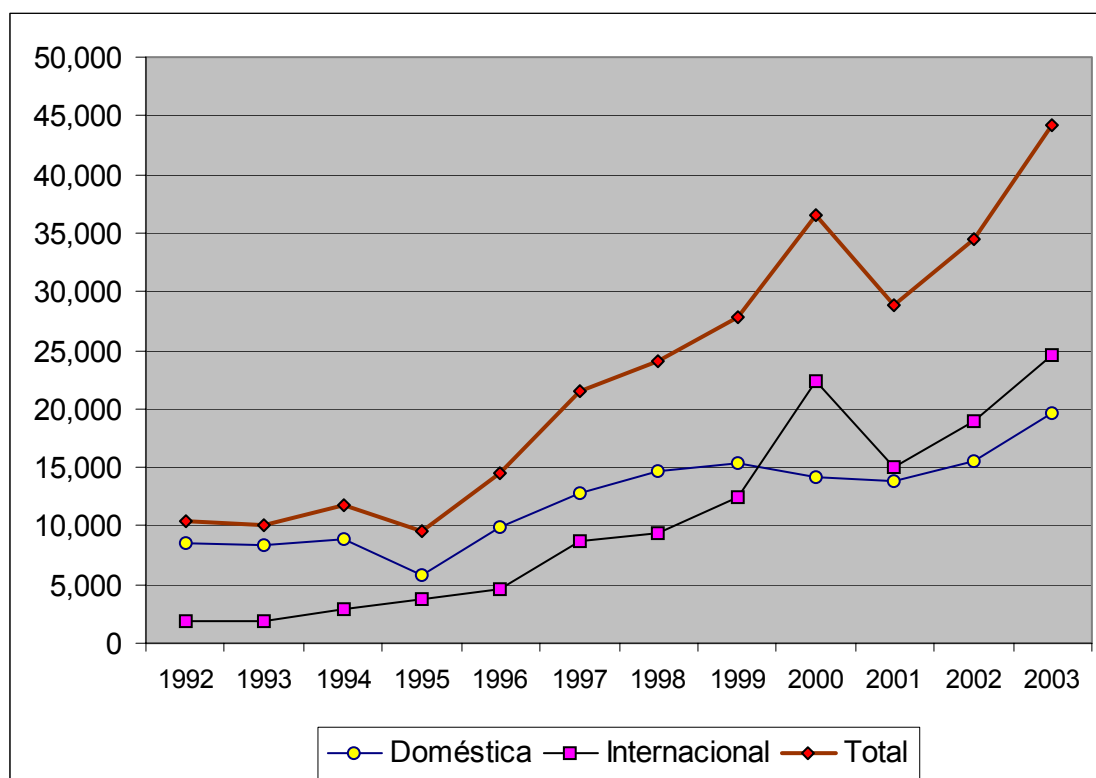
6.4. Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Monterrey

Para determinar la demanda esperada en el aeropuerto de Monterrey, se utilizó la información de la Tabla 6.8. Esta tabla presenta la información de carga doméstica e internacional para el periodo 1992-2003. La misma información se presenta en forma gráfica en la Figura 6.11.

Tabla 6.8
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)

Año	Doméstica	Internacional	Total
1992	8,598	1,894	10,492
1993	8,307	1,822	10,129
1994	8,924	2,840	11,763
1995	5,770	3,701	9,472
1996	9,896	4,654	14,550
1997	12,875	8,644	21,519
1998	14,627	9,398	24,025
1999	15,340	12,429	27,768
2000	14,150	22,384	36,533
2001	13,801	14,982	28,783
2002	15,577	18,874	34,451
2003	19,613	24,534	44,147

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

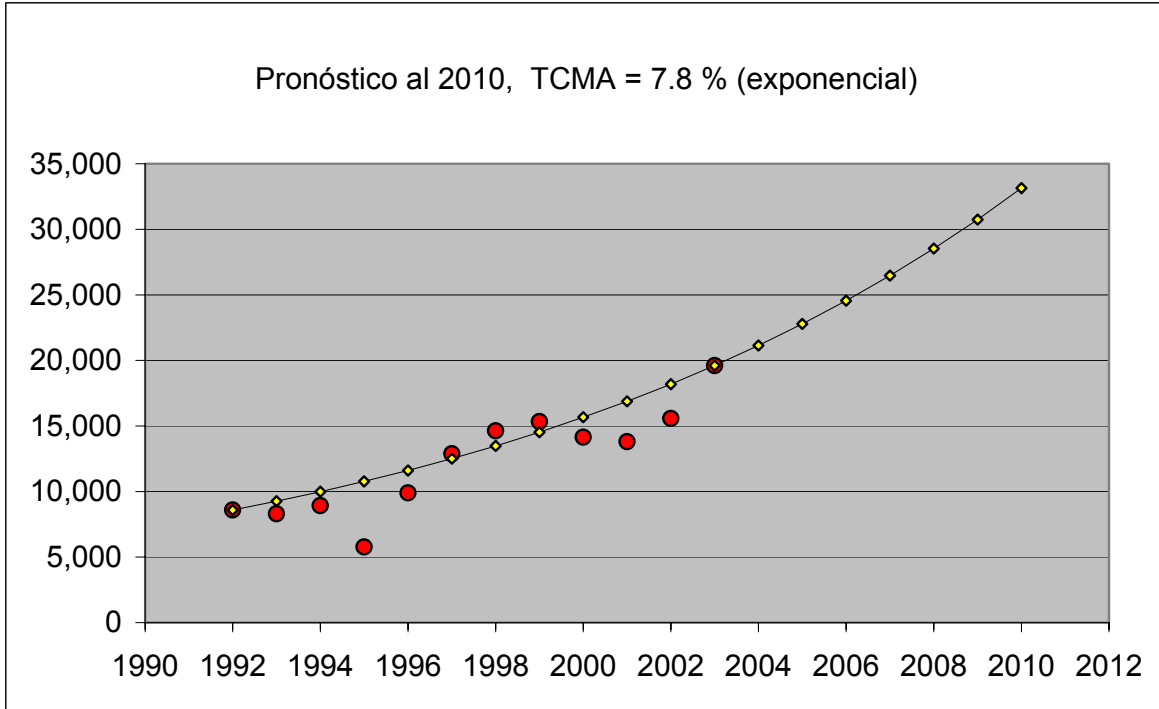


Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.11
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Monterrey durante 1992-2003 (toneladas)

6.4.1. Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Monterrey

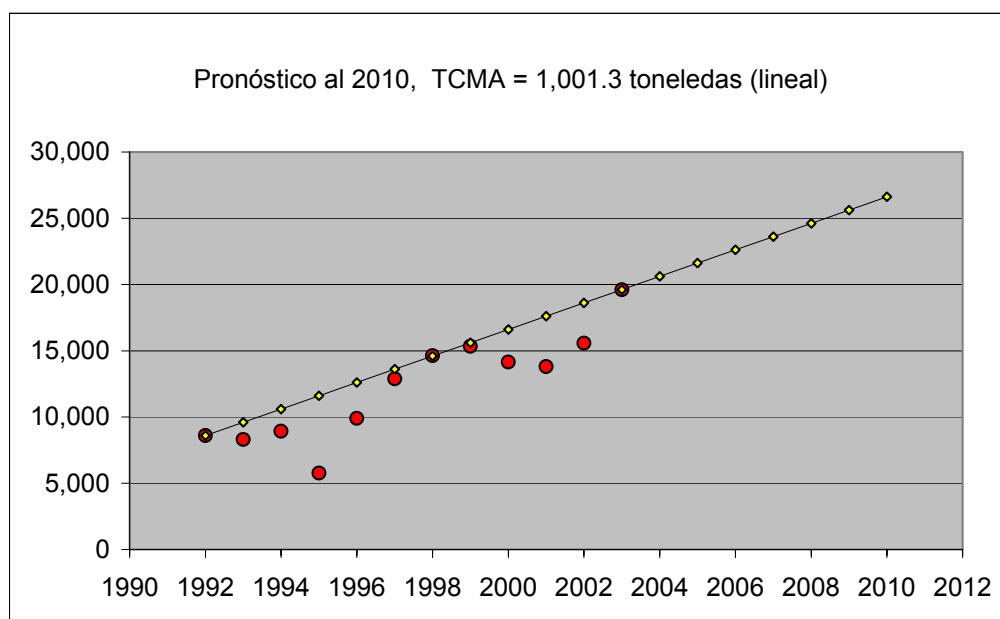
A partir de la información para carga doméstica (Tabla 6.8), se determinó en primer lugar la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 7.8%. Por lo que respecta a la TCMA-L, su valor es de 1001.3 toneladas. Las figuras 6.12 y 6.13 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.12), como lineal (Figura 6.13) para la carga doméstica manejada en el aeropuerto de Monterrey.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.12
Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)

En la Tabla 6.9 se presenta el pronóstico de demanda para carga doméstica para el periodo 2004-2010 en el aeropuerto de Monterrey, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.13

Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)

Tabla 6.9

Pronóstico de demanda de carga doméstica para el Aeropuerto Internacional de Monterrey durante 2004-2010 (toneladas)
TCMA-E = 7.8%; TCMA-L = 1001.3 toneladas

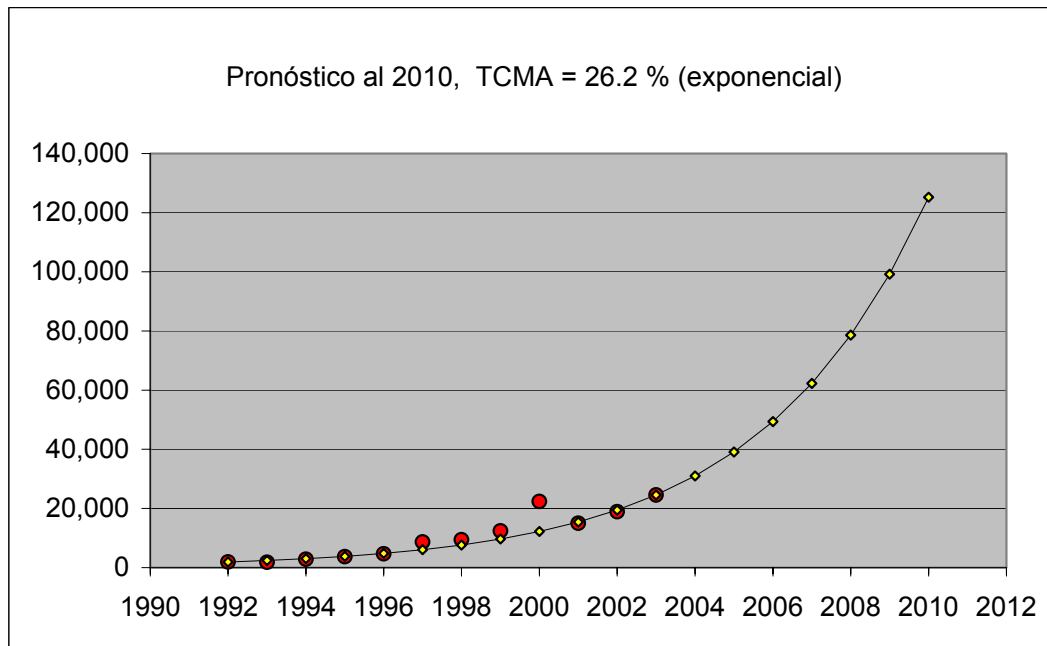
Año	Carga Doméstica	Pronóstico Exponencial	Pronóstico Lineal
1992	8,598	8,598	8,598
1993	8,307	9,268	9,600
1994	8,924	9,989	10,601
1995	5,770	10,767	11,602
1996	9,896	11,605	12,604
1997	12,875	12,508	13,605
1998	14,627	13,482	14,606
1999	15,340	14,532	15,608
2000	14,150	15,663	16,609
2001	13,801	16,882	17,610
2002	15,577	18,196	18,612
2003	19,613	19,613	19,613
2004		21,140	20,614
2005		22,785	21,616
2006		24,559	22,617
2007		26,471	23,618
2008		28,531	24,619
2009		30,752	25,621
2010		33,146	26,622

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.4.2. Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Monterrey

A partir de la información para carga internacional, presentada en la Tabla 6.8, se determinó primero la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 26.2%. Por otro lado, la TCMA-L tiene un valor de 2058.2 toneladas.

Las figuras 6.14 y 6.15 contienen los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.14), como lineal (Figura 6.15) para la carga internacional manejada en el aeropuerto de Monterrey.

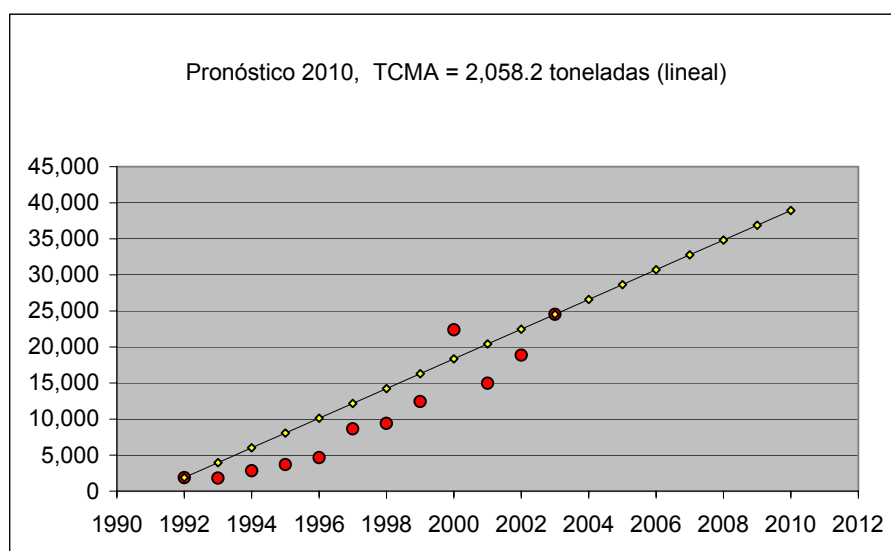


Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.14
Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)

La Tabla 6.10 comprende el pronóstico de demanda para carga internacional en el periodo 2004-2010, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Al igual que para la carga doméstica, puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista.

La tendencia exponencial puede entenderse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.15

Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Monterrey (toneladas)

Tabla 6.10

Pronóstico de demanda de carga internacional para el Aeropuerto Internacional de Monterrey durante 2004-2010 (toneladas)
TCMA-E = 26.2%; TCMA-L = 2058.2 toneladas

Año	Carga internacional	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	1,894	1,894	1,894
1993	1,822	2,390	3,952
1994	2,840	3,017	6,010
1995	3,701	3,808	8,068
1996	4,654	4,806	10,126
1997	8,644	6,067	12,185
1998	9,398	7,658	14,243
1999	12,429	9,665	16,301
2000	22,384	12,200	18,359
2001	14,982	15,399	20,417
2002	18,874	19,437	22,476
2003	24,534	24,534	24,534
2004		30,967	26,592
2005		39,087	28,650
2006		49,337	30,708
2007		62,274	32,767
2008		78,603	34,825
2009		99,214	36,883
2010		125,230	38,941

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

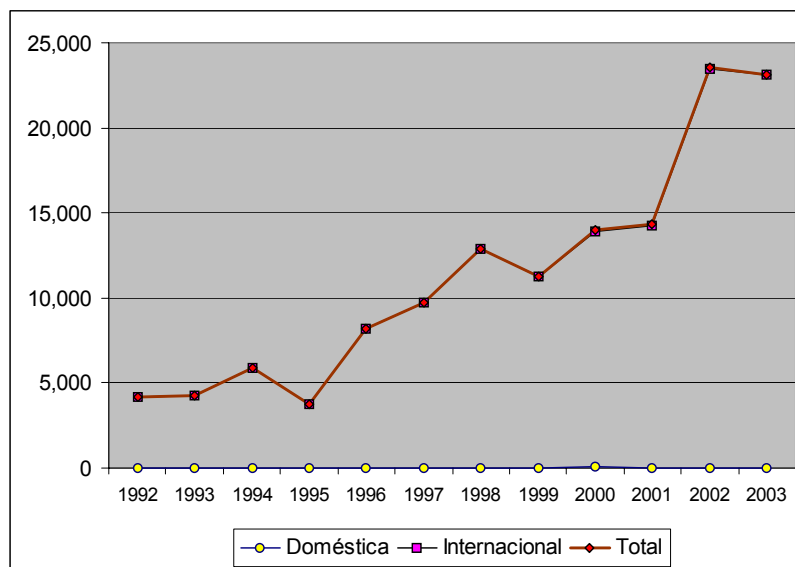
6.5. Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Toluca

Para determinar la demanda esperada en el aeropuerto de Toluca, se utilizó la información de la Tabla 6.11. Esta tabla presenta la información de carga doméstica e internacional para el periodo 1992-2003. La misma información se presenta en forma gráfica en la Figura 6.16.

Tabla 6.11
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas)

Año	Doméstica	Internacional	Total
1992	0	4,152	4,152
1993	0	4,239	4,239
1994	9	5,858	5,868
1995	23	3,716	3,738
1996	13	8,199	8,212
1997	18	9,725	9,744
1998	0	12,908	12,908
1999	14	11,288	11,302
2000	58	13,904	13,962
2001	41	14,264	14,305
2002	16	23,494	23,510
2003	6	23,089	23,095

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

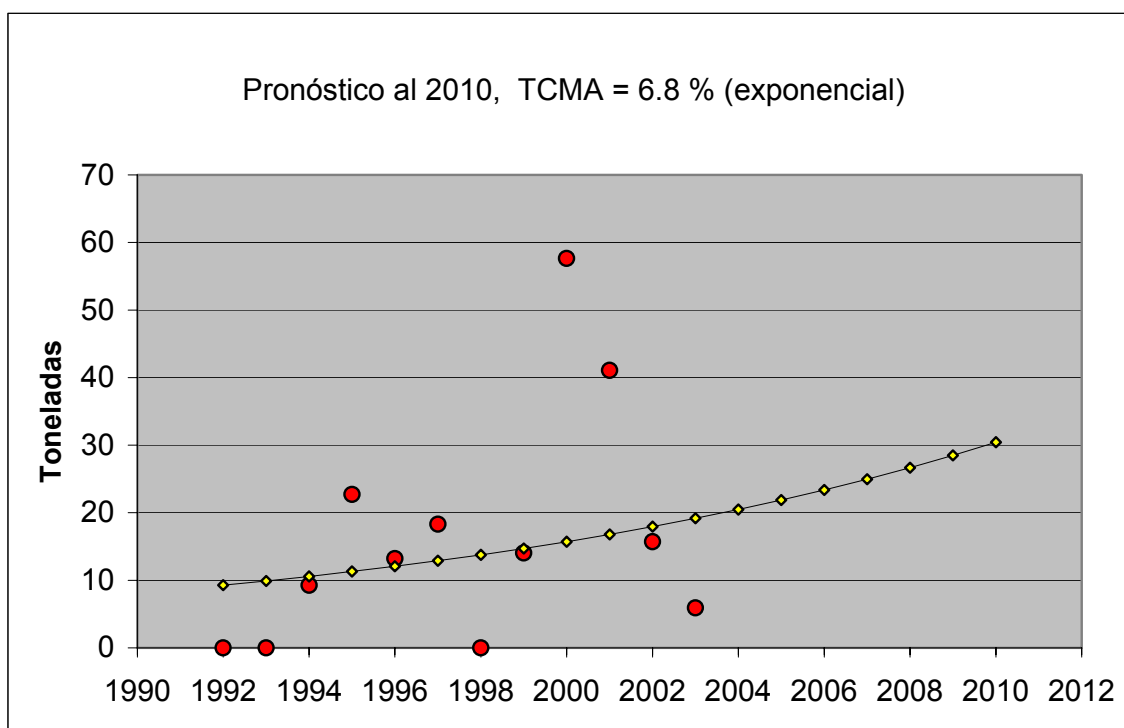


Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.16
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Toluca durante 1992-2003 (toneladas)

6.5.1. Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Toluca

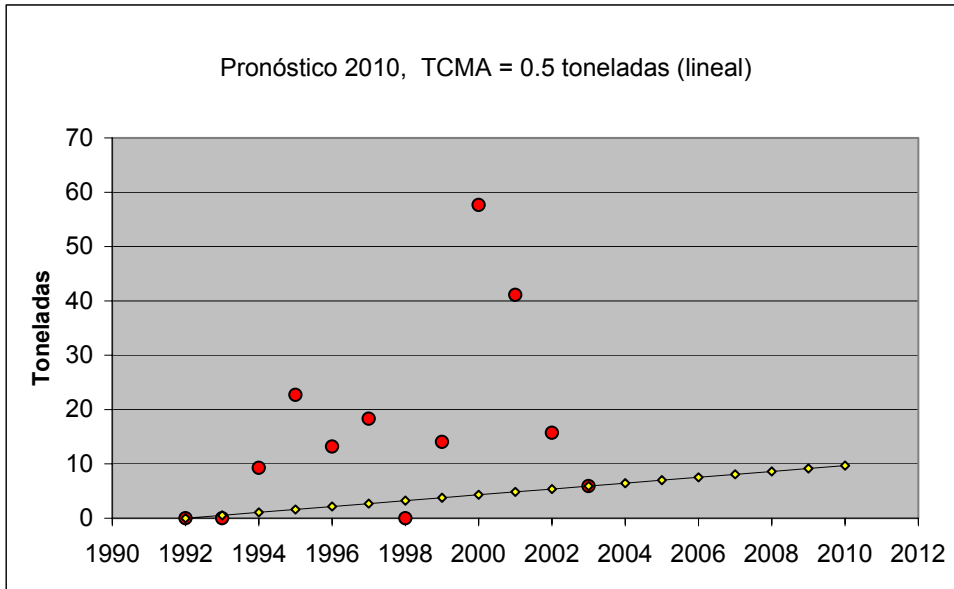
A partir de la información para carga doméstica, presentada en la Tabla 6.11, se determinó en primer lugar la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 6.8%. Por lo que respecta a la TCMA-L, su valor es de 0.5 toneladas. Las figuras 6.17 y 6.18 corresponden a los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.17), como lineal (Figura 6.18) para la carga doméstica manejada en el aeropuerto de Toluca.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.17
Curva de tendencia exponencial a los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca (toneladas)

En la Tabla 6.12 se muestra el pronóstico de demanda de carga doméstica para el periodo 2004-2010 en el aeropuerto de Toluca, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal. Puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores manejados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.18

Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca (toneladas)

Tabla 6.12

Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de Toluca durante 2004-2010 (toneladas)

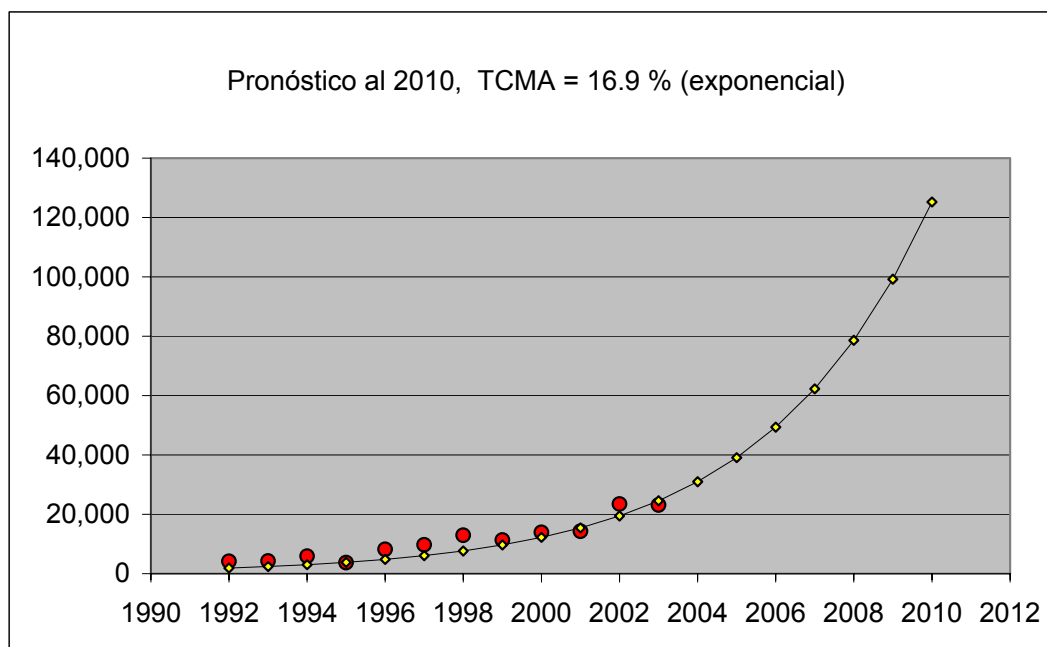
TCMA-E = 6.8%; TCMA-L = 0.5 toneladas

Año	Carga doméstica	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	0	9	0
1993	0	10	1
1994	9	11	1
1995	23	11	2
1996	13	12	2
1997	18	13	3
1998	0	14	3
1999	14	15	4
2000	58	16	4
2001	41	17	5
2002	16	18	5
2003	6	19	6
2004		20	6
2005		22	7
2006		23	8
2007		25	8
2008		27	9
2009		28	9
2010		30	10

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.5.2. Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Toluca

A partir de la información para carga internacional (Tabla 6.11), se determinó primero la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 16.9%. Por otro lado, la TCMA-L tiene un valor de 1,721.5 toneladas. Las figuras 6.19 y 6.20 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.19), como lineal (Figura 6.20) para la carga internacional manejada en el aeropuerto de Toluca.



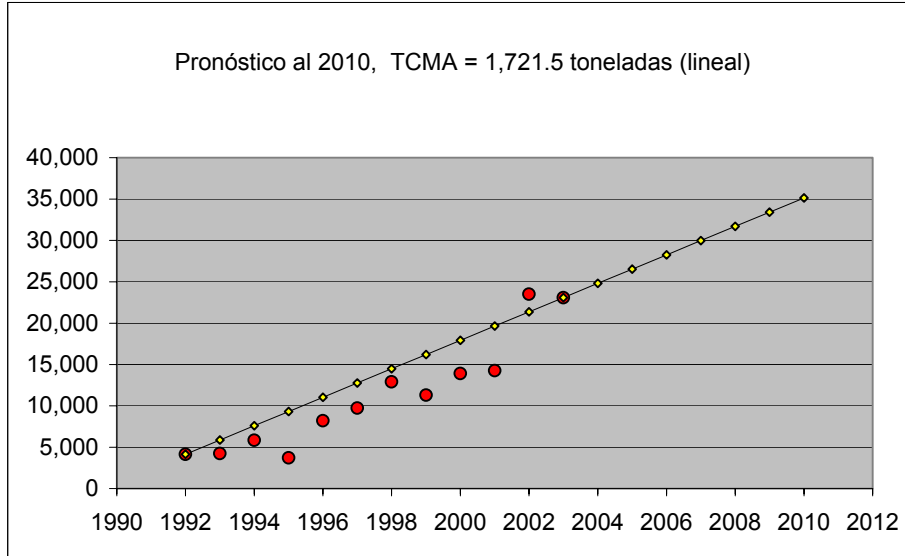
Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.19

Curva de tendencia exponencial a los datos de carga internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas)

En la Tabla 6.13 se expone el pronóstico de demanda para carga internacional para el periodo 2004-2010, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal.

Al igual que para el caso de la carga doméstica, puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista; y la exponencial como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.20

Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Toluca (toneladas)

Tabla 6.13

Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de Toluca durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 16.9%; TCMA-L = 1721.5 toneladas

Año	Carga internacional	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	4,152	4,152	4,152
1993	4,239	4,853	5,874
1994	5,858	5,673	7,595
1995	3,716	6,630	9,317
1996	8,199	7,749	11,038
1997	9,725	9,057	12,760
1998	12,908	10,586	14,481
1999	11,288	12,373	16,203
2000	13,904	14,461	17,924
2001	14,264	16,902	19,646
2002	23,494	19,755	21,367
2003	23,089	23,089	23,089
2004		26,986	24,811
2005		31,541	26,532
2006		36,865	28,254
2007		43,087	29,975
2008		50,360	31,697
2009		58,861	33,418
2010		68,796	35,140

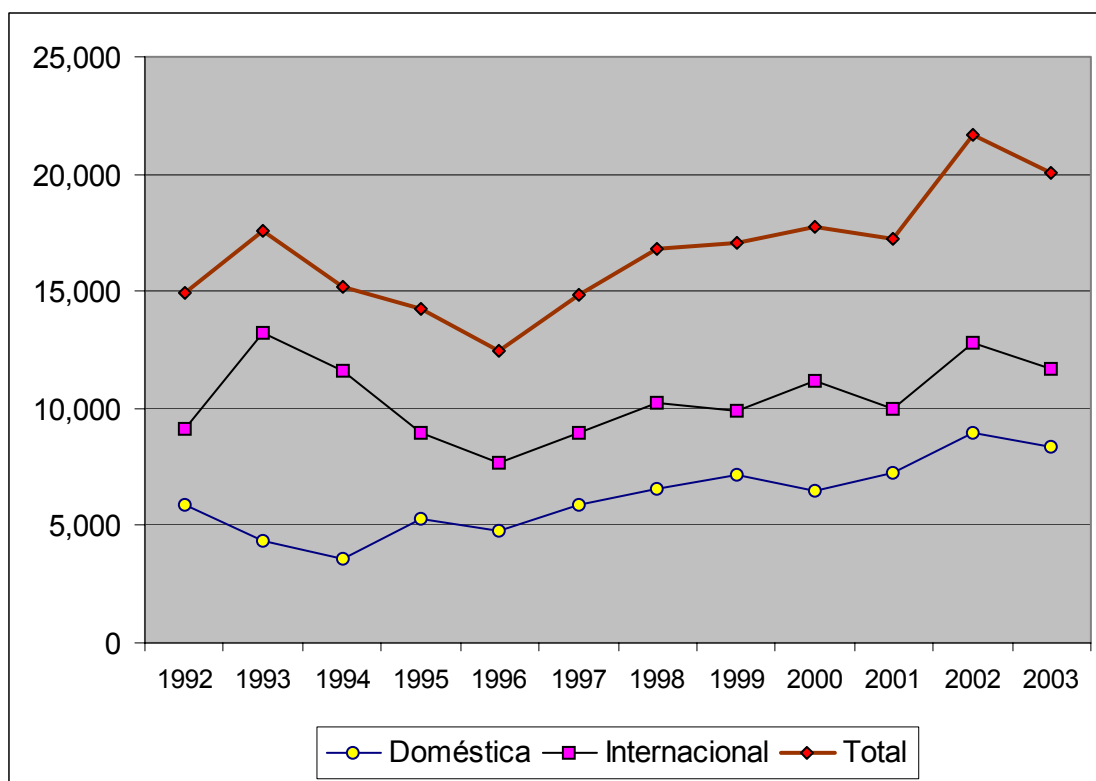
Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.6. Pronóstico de demanda para el aeropuerto de Mérida

Para determinar la demanda esperada en el aeropuerto de Mérida, se utilizó la información de la Tabla 6.14.

Esta tabla presenta la información de carga doméstica e internacional para el periodo 1992-2003.

La misma información se presenta en forma gráfica en la Figura 6.21.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.21
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Mérida durante 1992-2003 (toneladas)

Tabla 6.14
Movimientos de carga doméstica e internacional para el aeropuerto de Mérida (toneladas)

Año	Doméstica	Internacional	Total
1992	5,874	9,089	14,964
1993	4,363	13,229	17,592
1994	3,589	11,613	15,202
1995	5,296	8,984	14,280
1996	4,800	7,687	12,488
1997	5,852	8,985	14,837
1998	6,578	10,261	16,839
1999	7,193	9,891	17,084
2000	6,510	11,198	17,708
2001	7,213	9,981	17,194
2002	8,925	12,782	21,708
2003	8,369	11,648	20,017

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.6.1. Pronóstico de demanda para carga doméstica en el aeropuerto de Mérida

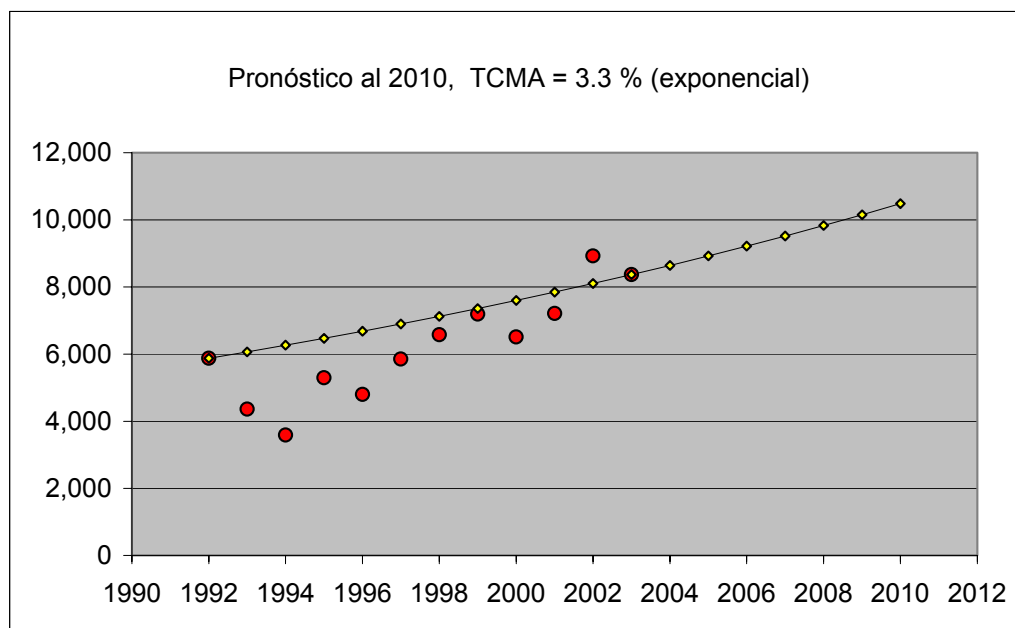
A partir de la información para carga doméstica de la Tabla 6.14, se determinó en primer lugar la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 3.3%. Por lo que respecta a la TCMA-L, ésta tiene un valor de 226.8 toneladas.

Las figuras 6.22 y 6.23 corresponden a los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.22), como lineal (Figura 6.23) para la carga doméstica manejada en el aeropuerto de Mérida.

En la Tabla 6.15 se presenta el pronóstico de demanda de carga doméstica para el periodo 2004-2010 en el aeropuerto de Mérida, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial como el lineal.

Puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista; en tanto que la tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista.

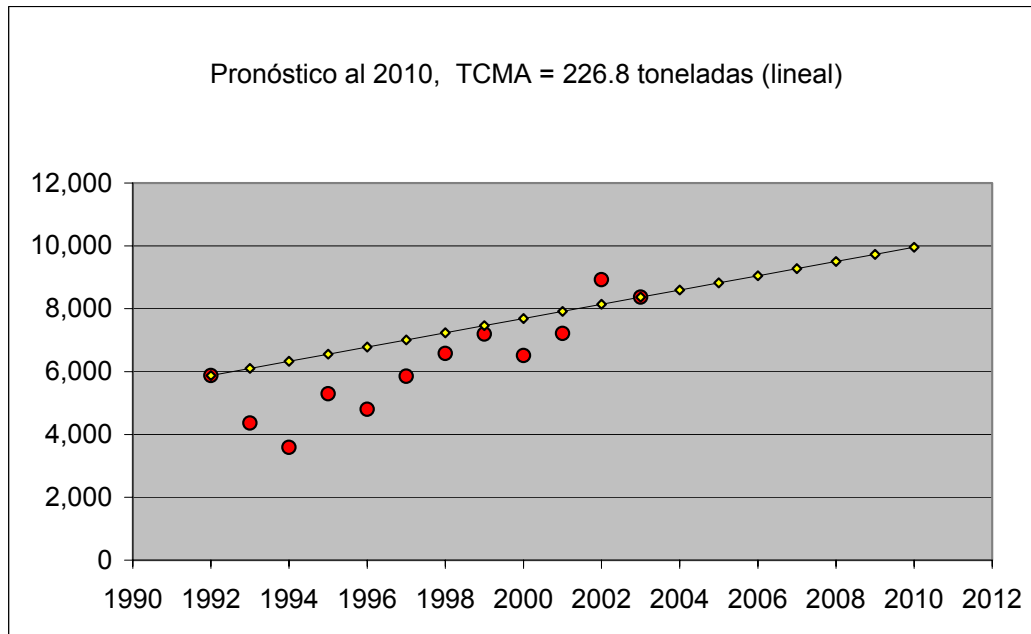
Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.22

Curva de tendencia exponencial de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.23

Recta de tendencia de los datos de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida (toneladas)

Tabla 6.15
Pronóstico de demanda de carga doméstica para el aeropuerto de Mérida
durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 3.3%

TCMA-L = 226.8 toneladas

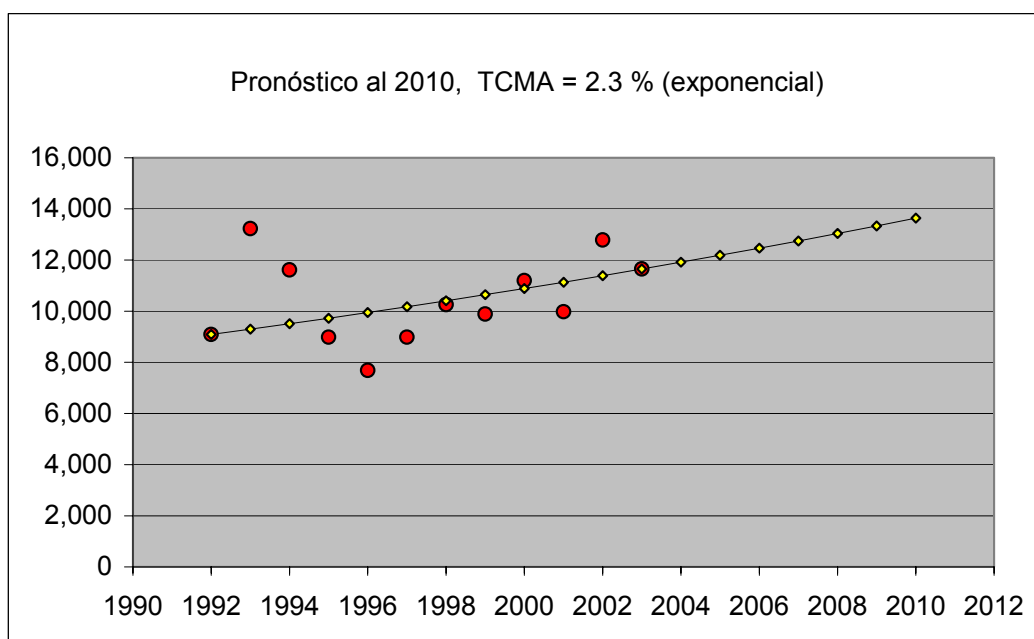
Año	Carga doméstica	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	5,874	5,874	5,874
1993	4,363	6,066	6,101
1994	3,589	6,265	6,328
1995	5,296	6,470	6,555
1996	4,800	6,681	6,781
1997	5,852	6,900	7,008
1998	6,578	7,125	7,235
1999	7,193	7,358	7,462
2000	6,510	7,599	7,689
2001	7,213	7,847	7,915
2002	8,925	8,104	8,142
2003	8,369	8,369	8,369
2004		8,643	8,596
2005		8,925	8,823
2006		9,217	9,049
2007		9,519	9,276
2008		9,830	9,503
2009		10,151	9,730
2010		10,483	9,957

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

6.6.2. Pronóstico de demanda para carga internacional en el aeropuerto de Mérida

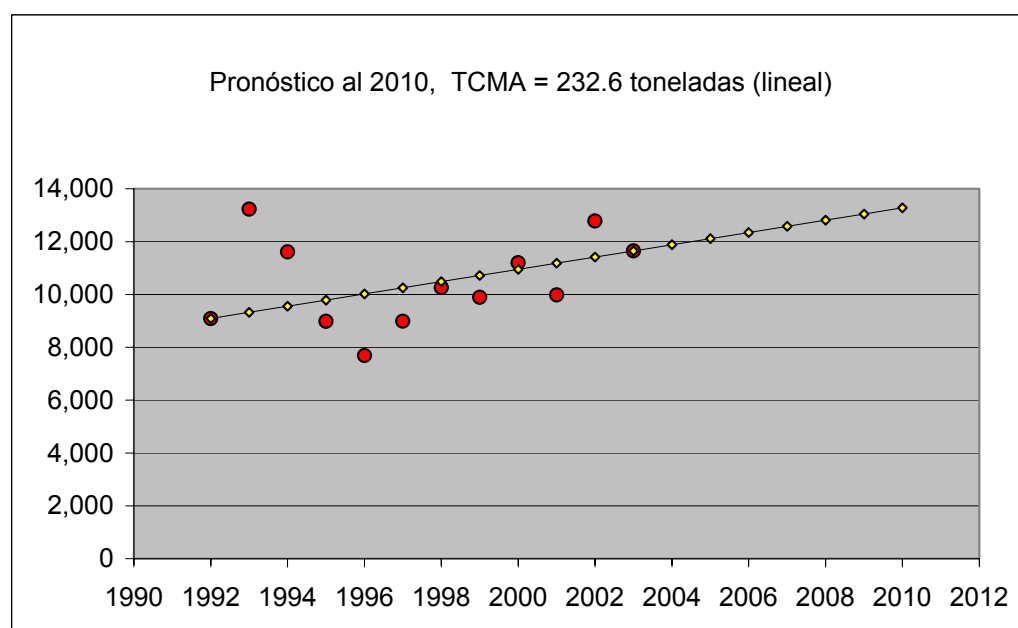
A partir de la información para carga internacional (Tabla 6.14), se determinó primero la TCMA-E. Ésta tiene un valor de 2.3%; y la TCMA-L un valor de 232.6 toneladas.

Las figuras 6.24 y 6.25 presentan los datos originales y las curvas de tendencia tanto exponencial (Figura 6.24), como lineal (Figura 6.25) para la carga internacional manejada en el aeropuerto de Mérida.



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.24
Curva de tendencia exponencial de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Mérida (toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

Figura 6.25
Recta de tendencia de los datos de carga internacional para el aeropuerto de Mérida (toneladas)

En la Tabla 6.16 se presenta el pronóstico de demanda de carga internacional para el periodo 2004-2010, considerando tanto el criterio de tendencia exponencial

como el lineal. Al igual que para el caso de la carga doméstica, puede observarse que el criterio de tendencia lineal resulta más conservador o pesimista. La tendencia exponencial puede verse como un criterio optimista. Los valores presentados como pronóstico exponencial y pronóstico lineal para el periodo 1992-2003 son los valores ajustados a la curva exponencial y a la línea recta.

Tabla 6.16
Pronóstico de demanda de carga internacional para el aeropuerto de Mérida
durante 2004-2010 (toneladas)

TCMA-E = 2.3%

TCMA-L = 232.6 toneladas

Año	Carga internacional	Pronóstico exponencial	Pronóstico lineal
1992	9,089	9,089	9,089
1993	13,229	9,297	9,322
1994	11,613	9,509	9,555
1995	8,984	9,726	9,787
1996	7,687	9,947	10,020
1997	8,985	10,174	10,253
1998	10,261	10,406	10,485
1999	9,891	10,644	10,718
2000	11,198	10,886	10,950
2001	9,981	11,135	11,183
2002	12,782	11,389	11,416
2003	11,648	11,648	11,648
2004		11,914	11,881
2005		12,186	12,113
2006		12,463	12,346
2007		12,748	12,579
2008		13,038	12,811
2009		13,336	13,044
2010		13,640	13,277

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de las bases de datos de la DGAC.

7 Conclusiones y recomendaciones

Introducción

- El movimiento de carga aérea es una consecuencia directa de las actividades de manufactura y de los flujos que se dan en el comercio mundial. La carga aérea está cada vez más separada de las operaciones de pasajeros, y existe más énfasis sobre los aviones de carga en la medida en que se requiere una entrega más rápida y oportuna de bienes.
- En los principales aeropuertos del mundo se ha observado que existen dos motivos principales por los que un embarcador selecciona el modo aéreo. El primero es la velocidad del transporte aéreo, especialmente para largas distancias, ya que la velocidad es un factor crítico para bienes perecederos, o sea para aquellos bienes que deben ser entregados a la mañana siguiente; además, es una ventaja competitiva clave para los bienes sujetos a las presiones de una cadena de suministro “justo a tiempo”, en particular para los productos relacionados a la computación y artículos de moda. El segundo motivo consiste en que en el transporte aéreo hay un bajo riesgo de pérdida o daño a la carga; esto es una ventaja para los bienes con un alto grado de valor por unidad. Los cargos monetarios en la industria de carga aérea para este tipo de bienes valiosos y sensibles al tiempo son, por lo general, montos pequeños en comparación con el valor de los artículos o mercancías a transportar. De esta forma, los aeropuertos que están más cerca de los embarcadores, y que tienen los costos totales y los tiempos de entrega más bajos, inevitablemente se convertirán en fuertes candidatos para un “hub” regional de carga aérea. Lo anterior muestra la importancia de la localización geográfica, así como los costos y tiempos de entrega como factores competitivos en una competencia regional y global entre aeropuertos, para atraer tráfico de carga. Los factores competitivos también incluyen a la infraestructura, a los clientes, y a la política de aviación de transporte intermodal.
- Los ataques terroristas del 11 de septiembre del 2001, generaron una situación de incertidumbre en el ámbito mundial. Sin embargo, ahora la mayoría de los indicadores cuantitativos alrededor del mundo están creciendo. El crecimiento económico se acelera en Estados Unidos, Japón y en la mayor parte de Europa. Existen algunos factores que podrían afectar el progreso económico, como el alza de los precios del petróleo, que tiende a amenazar a la recuperación naciente. No obstante, se espera que la recuperación de la economía global continúe, y que la carga aérea mundial en términos de toneladas-kilómetro aumente su flujo, alcanzando un crecimiento promedio anual de 5.6% entre el 2003 y el 2008. La expansión de los mercados intercontinentales será, de 6.1% de crecimiento promedio anual. Para satisfacer el desarrollo pronosticado de la demanda,

las aeronaves de carga deberán incrementar la utilización de su capacidad máxima disponible.

- La demanda de carga aérea está concentrada geográficamente, tal como sucede en las actividades económicas. En el 2003, más del 96% de las toneladas-kilómetro de carga mundiales fueron movidas hacia, desde o dentro de los tres pilares de la economía mundial: Asia-Pacífico, Europa y Estados Unidos. Sin embargo, el hecho más significativo es que el 59% de las toneladas-kilómetro de carga fueron movidas hacia, desde o dentro de los Estados Unidos solamente.
- Pronóstico regional Norteamérica–Latinoamérica (2004-2008). Se espera que la recuperación de América Latina genere un 7.5% de crecimiento anual durante esos 5 años en los flujos de carga hacia Latinoamérica. Por su parte, la demanda de perecederos por las cadenas de supermercados estadounidenses producirá una tasa de crecimiento anual del 6%, en los flujos de carga hacia los Estados Unidos.
- Pronóstico regional Europa-Latinoamérica (2004-2008). Es un mercado dominado por el tráfico industrial, con un 46% de la carga aérea que viaja hacia Latinoamérica, el cual se conforma de bienes de capital y productos intermedios. Se espera que el tráfico de carga aérea de Europa hacia América Latina se incremente en un 8% anual para el periodo del pronóstico, conforme la economía latinoamericana se expande después de varios años de retroceso; en cambio, los flujos de América Latina hacia Europa crecerán más lentamente, con una tasa anual de 4.2%.
- Para satisfacer el crecimiento del tráfico de carga pronosticado, la flota de los transportistas aéreos a nivel mundial deberá crecer en 142 unidades entre el 2004 y el 2008. Se espera que las adiciones en la flota se enfoquen a aviones grandes, ya que los transportistas buscarán las economías de escala para contrarrestar la caída en los márgenes de ganancia.
- El grueso de los vuelos de corto y medio recorrido lo seguirán llevando a cabo las familias *Boeing 737* y *A320*, así como los modelos *Bombardier* y *Embraer*. En el medio/largo recorrido se tendrá a los *B-777*, *Dreamliner* (*B-7E7*) y *B-747* por parte de *Boeing*, y *A330*, *A340* y *A380* por la de *Airbus*.
- Los vuelos de corto recorrido entre los principales pares de ciudades los cubrirán las aerolíneas regionales (de bajo costo) y las grandes aerolíneas. En América Latina, al margen de la pertenencia a alguna de las grandes alianzas, el concepto de las aerolíneas de bajo costo se habrá consolidado también, aunque dadas las mayores distancias entre capitales en Europa, o no digamos Asia, las Aerolíneas “normales” seguirán siendo importantes “jugadores” en el tráfico aéreo de la región.

Panorama general del subsector aéreo de carga en México

Reactivación del transporte de carga aérea en México a partir del año 2003.

- Un análisis del total de carga transportada anualmente en el periodo 1983 – 2003 indica que durante este lapso hay un crecimiento importante de las magnitudes transportadas entre el inicio y el final del periodo, puesto que se inicia con un monto de alrededor de 130 mil toneladas en 1983 y se alcanzan valores cercanos al medio millón de toneladas a partir de 1998. La cifra récord de 502 mil toneladas se alcanzó en el 2000, y desde entonces se han venido transportando anualmente cantidades menores, debido a la crisis del sector iniciada en el 2001. No obstante, a partir del 2003 se observa una reactivación del movimiento de carga aérea en México, cuya tasa de crecimiento será menos explosiva que durante la década de los 90. De acuerdo con el análisis realizado se prevé un crecimiento promedio anual de un dígito (entre 5 y 6% anual) en lo que resta de este decenio, frente al crecimiento de dos dígitos registrado durante la década de los 90 del siglo XX.

Los flujos de comercio exterior se mantendrán como el principal rubro de la carga aérea en México, y como el pilar de la reactivación de la actividad en este subsector

- El análisis de la carga transportada en México por el modo de transporte aéreo en el periodo 1992 – 2003, desagregada en las categorías doméstica e internacional, muestra que la carga internacional transportada es mucho mayor que la doméstica; y que a lo largo de esa década, la diferencia entre ellas se ha incrementado, pasando de una razón aproximada del 60/40 a un valor cercano al 80/20, lo cual implica que en el sistema de transporte aéreo de carga en México, la internacional es aproximadamente cuatro veces mayor que la doméstica. En los últimos años, la carga internacional ha sido de aproximadamente 400 mil toneladas; mientras que la doméstica ha fluctuado alrededor de las 100 mil toneladas, sumando en conjunto un monto cercano al medio millón de toneladas anuales.
- En cuanto a las tendencias observadas, en el periodo analizado la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) es de 10.5% para la categoría internacional, misma que es significativamente mayor que para la categoría doméstica, que tan sólo registra una TCMA de 3% en el mismo lapso. La diferencia en las tasas de crecimiento implica que en el futuro es de esperar

que la razón entre la carga internacional y la doméstica se siga incrementando.

- De lo anterior se deriva que el transporte aéreo de carga en México tiene actualmente una vocación claramente definida hacia la categoría internacional, puesto que los movimientos domésticos representan sólo alrededor del 20% del total. Esta conclusión se puede complementar con la observación de que es muy probable que la característica señalada tienda a afirmarse en el futuro, dado que la tasa de crecimiento media anual de la carga internacional es 3.5 veces mayor que la de la doméstica.

Intensificación de la competencia entre aerolíneas nacionales y extranjeras por la carga aérea de comercio exterior mexicano

- El movimiento de la carga internacional (comercio exterior) a cargo de las empresas nacionales y las extranjeras entre los años 1992 y 2003, ha tenido una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 10.5% en el periodo analizado.
- La carga internacional se distribuye entre las empresas extranjeras y las mexicanas en una proporción de 80/20.
- La proporción de la carga atendida por las empresas mexicanas se ha mantenido relativamente constante a lo largo del periodo analizado, teniendo su valor mínimo en 1993, con 18.6%; y su valor máximo en 1995, con un 27.2%.
- Estas proporciones indican que la participación de las empresas mexicanas en este mercado es modesta y sugieren la existencia de oportunidades de expansión, al menos hasta alcanzar un reparto más equilibrado con valores cercanos al 50% de participación.
- El hecho de que la proporción de la participación de las dos categorías se haya mantenido relativamente constante a lo largo de la década analizada, se refleja en la similitud que existe entre las TCMA de los montos transportados por ambas categorías, que es de 9.31% para las nacionales y de 10.89% para las extranjeras.
- Aparentemente, las empresas mexicanas han sabido aprovechar, aunque sea parcialmente, las oportunidades derivadas del crecimiento de la carga internacional en la década, logrando al menos no retroceder en su participación en este mercado. Además, la incorporación en años recientes de nuevos actores nacionales con gran dinamismo en el transporte aéreo de carga (Estafeta, Mas de Carga y Aero-Unión) muestra que la disputa por este segmento será muy activa en los próximos años.

La búsqueda del mercado internacional y los servicios exclusivos de carga de las aerolíneas nacionales

- El análisis de los flujos de carga doméstica e internacional transportada por las aerolíneas nacionales en el periodo 1992 – 2003 señala un cambio importante en el origen de la carga transportada, pues mientras que en 1992 la carga internacional significaba el 30% del total, en 2003 ésta equivalió al 44%. Adicionalmente, se observa que el ritmo de crecimiento de la carga internacional manejada es mucho mayor (tres veces) que el de la doméstica, lo cual sugiere que de continuar así, en los próximos años el volumen internacional transportado por las empresas mexicanas será mayor que el doméstico, y que la diferencia podrá seguir incrementándose.
- En consecuencia, aunque en el pasado la carga doméstica era el mercado principal para las aerolíneas nacionales, en el futuro se puede esperar que los mayores ingresos provengan del mercado internacional, lo cual evidentemente tendrá implicaciones en las políticas de comercialización, y en la gestión operativa de las empresas.
- Respecto al volumen de carga transportada en el periodo, el valor total casi se duplicó, alcanzando un monto cercano a las 200 mil toneladas. Sin embargo, conviene señalar que la mayor parte de ese incremento se debe a la carga internacional, que casi se triplicó en el periodo, como consecuencia de la significativa tasa de crecimiento medio anual que presentó en el periodo.
- Durante el año 2003, la mayoría de la carga transportada por las empresas mexicanas se realizó a través de servicios regulares. Las aerolíneas nacionales transportaron un total de 195,075 toneladas; de ellas, 161,022 toneladas (82.5%) fueron transportadas en servicios regulares, tanto domésticos, como internacionales; el restante, 17.4%, correspondió a vuelos de fletamento (34,053 toneladas).
- Durante ese mismo año, las empresas exclusivas de carga transportaron más toneladas que las aerolíneas troncales. Aunque la diferencia no es muy grande (4,879 toneladas), el hecho es significativo por la importancia creciente que registra este segmento de la oferta.
- En 2003, las aerolíneas exclusivas de carga transportaron un total de 97,484 toneladas, de las cuales el 66% correspondió a carga internacional y el complementario 34% a doméstica. De estos valores relativos, se obtiene la conclusión de que el mercado principal de las empresas exclusivas de carga está definido claramente en el segmento internacional.
- La empresa mexicana más importante en función del volumen de carga transportado en el 2003, fue Aerotransportes Mas de Carga, que con

38,467 toneladas tiene una participación del 39.4% en las compañías exclusivas de carga, y un 19.7% del total de la carga transportada por las aerolíneas mexicanas. Esta empresa tiene una orientación definida hacia el mercado internacional, considerando que el total de sus operaciones fueron en este segmento del mercado, atendido principalmente mediante servicios regulares (93%), y en menor medida por fletamento (7%).

- Las siguientes dos empresas en orden de importancia dentro del segmento de las aerolíneas exclusivas de carga son Aero Unión y Estafeta Carga Aérea. Ambas, junto con Aerotransportes Mas de Carga transportaron el 90.1% de la carga movida por el segmento de empresas exclusivas de carga, y el 45% del total transportado por empresas nacionales.
- Dentro de las aerolíneas troncales nacionales que transportan carga aérea, las tres más importantes, durante 2003, fueron Aeroméxico, Mexicana, y Aviacsa; y con una participación incipiente se ubica Líneas Aéreas Azteca. Aunque las aerolíneas troncales han sido tradicionalmente las más importantes en el país, debido a que son las más grandes y con muchos años de operación en el mercado, su actividad comercial fundamental corresponde al transporte de pasajeros, y el transporte de carga siempre ha sido considerado como una actividad comercial de segundo orden.
- Aeroméxico aun conserva una posición destacada en el transporte de carga al haber transportado en 2003 un total de 42,100 toneladas, que representan el 45.4% del total manejado por la categoría troncales, y 21.5% del total transportado por las aerolíneas nacionales. Por su parte Mexicana de Aviación movilizó 34,626 toneladas, equivalente al 37.4% de la categoría troncales. En el tercer lugar general de las troncales, se ubica Aviacsa que transportó 13,555 toneladas, y en cuarto lugar Líneas Aéreas Azteca, que movilizó 2,324 toneladas; estos valores representan el 14.6 y el 2.5% respectivamente de la categoría troncales.
- La participación de las compañías regionales, en el movimiento de carga aérea, es todavía muy limitada al alcanzar en conjunto un monto total de 4,986 toneladas transportadas en el 2003, lo que representa tan sólo el 2.5% del total movilizado por las aerolíneas nacionales.
- En general, las aerolíneas mexicanas exclusivas de carga operan relativamente poco con el segmento doméstico (sólo el 34%), ya que atienden fundamentalmente al segmento internacional del mercado, mientras que las troncales tienen una alta participación con el segmento doméstico (76.3%), y las regionales operan casi exclusivamente con éste (99.6%).

16 empresas de aviación mueven el 80% de la carga aérea en México

- Durante 2003, setenta y siete empresas, nacionales y extranjeras, proporcionaron servicios de transporte de carga aérea en México.
- La clasificación de estas aerolíneas de acuerdo con la técnica ABC, señala que 16 empresas son las más importantes en el sistema de transporte aéreo de carga (categoría A), con base en el criterio del volumen atendido en el 2003.
- De esas 16 empresas, nueve son líneas exclusivas de carga y seis son líneas regulares que cubren rutas de pasajeros, en México y el extranjero, llevando carga en los espacios remanentes de sus bodegas.
- Esas 16 empresas principales transportaron en conjunto el 79.44% del total de la carga atendida por el sistema en el 2003, acumulando un monto cercano a las 400 mil toneladas.
- Las compañías nacionales más importantes se encuentran clasificadas en el grupo de las empresas A, lo cual sugiere un buen nivel de competitividad con respecto a las extranjeras. En esta categoría, se encuentran también las tres principales aerolíneas exclusivas de carga mexicanas (Aerotransportes Mas, Aerounión y Estafeta Carga Aérea), así como las tres principales aerolíneas troncales del país (Aeroméxico, Mexicana y Aviacsa).
- También se puede destacar que dentro de la primera categoría se encuentran varias aerolíneas que forman parte de empresas dedicadas al servicio de mercancías y paquetería, lo cual sugiere que este mercado tiene un desarrollo logístico que se caracteriza por la utilización del modo de transporte aéreo en algunos segmentos de sus redes de distribución, y que se explica por la prioridad del tiempo de entrega en los atributos de calidad de los servicios de paquetería.
- Pasando al análisis de la categoría B, podemos observar que la integran 19 empresas que representan alrededor del 25% del total, y que son responsables de transportar aproximadamente 15% del total de la carga en el sistema.
- En este grupo se observan sólo tres empresas mexicanas; una exclusiva de carga, Aeromexpress, ubicada en segundo lugar de este grupo; una troncal, Líneas Aérea Azteca; y una regional, Aeromar, ubicadas ambas al final de esta categoría. Conviene señalar en esta categoría, la presencia de varias empresas extranjeras importantes, tanto norteamericanas como europeas,

pero a diferencia de la categoría A, además se observan varias aerolíneas sudamericanas.

- Finalmente, en la categoría C se encuentra la mayoría de las 77 empresas que transportaron carga en México en 2003. De las 42 empresas que forman este conglomerado, sólo cinco son exclusivas de carga; y en conjunto sólo aportan aproximadamente el 5% del total de la carga aérea transportada, lo cual se debe a que fundamentalmente se orientan al servicio de pasajeros.
- En esta última categoría se observan siete empresas mexicanas, de las cuales cinco son exclusivas de carga, y dos son regionales: Aerolitoral y Aerolíneas Internacionales, ubicadas en los lugares sexto y séptimo de esta categoría. La compañía nacional más destacada es Jett Paquetería (exclusiva de carga), que se ubica en el tercer lugar de esta categoría.
- La categoría C es más heterogénea que las dos anteriores, dado que además de empresas norteamericanas, europeas y sudamericanas, también se observan aerolíneas del Caribe, Centroamérica e incluso de Asia, que son áreas geográficas con las que se mantiene intercambios comerciales limitados, pero que eventualmente pueden crecer en el futuro.

Hacia el predominio de las empresas integradoras con servicios exclusivos de carga en México: Nuevas oportunidades para el multimodalismo y la desconcentración aeroportuaria.

- En 1991, los servicios exclusivos de carga aérea sólo movían 7 mil toneladas. En el año 2003, su participación alcanzó cerca de 270 mil toneladas. Esta explosiva expansión se reflejó en una impresionante tasa de crecimiento medio anual (TCMA) de 35.5% durante el periodo de análisis. Por el contrario, los servicios mixtos, es decir aquellos cuya actividad principal es el movimiento de pasajeros, pero transportan carga en las bodegas de las aeronaves, sólo tuvieron una TCMA de 2.3% en el periodo señalado.
- En 1991, los servicios exclusivos desarrollados por los llamados *Integradores de Carga* eran incipientes en México; apenas movían el 4% de la carga aérea. A partir del 2002, comenzaron a captar más carga que los servicios mixtos al grado que en 2003 concentraron el 54% del mercado.
- La actividad de las empresas Integradoras, está transformando sustancialmente las características del transporte aéreo de carga en México, al abrir nuevas oportunidades para el desarrollo del multimodalismo

basado en transporte aéreo al estimular la diversificación de los servicios y al potenciar la descentralización de la actividad aeroportuaria nacional.

- Un análisis detallado de los flujos de carga aérea indica que el detonante de los servicios exclusivos de carga durante los años 90 y los primeros años de la presente década, se encuentra en el tráfico internacional.
- En 1991, sólo el 6.5% de la carga aérea internacional era movilizada por servicios exclusivos; sin embargo, en el 2003 la participación de este último segmento superaba el 60% de los flujos internacionales. Por lo tanto, en el futuro próximo es previsible que los integradores de carga sigan capturando mayores porciones del transporte de carga aérea a través de sus servicios exclusivos.
- Desde luego, esto no implica una caída definitiva de los servicios mixtos, pues en la medida en que se reactive la economía mundial y el mercado de los pasajeros, volverán a tener tasas positivas de crecimiento de la carga aérea, aunque no tan dinámicas como las de los servicios exclusivos.
- En contraparte, la evolución de los servicios exclusivos de carga aérea en el caso de los flujos domésticos ha sido distinta. De hecho, el mercado doméstico sigue siendo atendido mayoritariamente por los servicios mixtos. Los servicios exclusivos fueron prácticamente inexistentes durante la década de los 90, sin embargo, han emergido de manera poderosa a partir de los últimos cuatro años. En el 2000, los servicios exclusivos solo movilizaron el 2% de la carga aérea doméstica; no obstante, en el 2003 representaron más del 30% de este mercado, debido a la presencia de empresas *Integradoras de Carga* mexicanas, como Aero Unión y Estafeta Carga Aérea, que han ingresado con gran dinamismo en este segmento del transporte aéreo.
- Aunque los servicios mixtos mantendrán todavía una presencia significativa en el movimiento de carga doméstica, datos recientes apuntan hacia un progresivo dominio de los integradores de carga a través de los servicios exclusivos, con lo cual se abrirán opciones para la descentralización hacia aeropuertos alternos de las operaciones de estos servicios; los cuales dependen más de una eficiente integración multimodal con el transporte carretero, que de las rutas regulares de los aviones de pasajeros.

Mercados nacionales e internacionales de carga aérea en México.

Vínculo preponderante con los tres bloques económicos hegemónicos (Norteamérica, Europa y Asia)

- En 2003, los flujos internacionales de mercancías realizadas por avión correspondieron al 6% del valor del comercio exterior del país, y a menos del 1% del tonelaje desplazado hacia/desde el exterior. De los 20 mil millones de dólares transportados por este modo, casi 14 mil millones correspondieron a flujos de importación; y un poco más de 6 mil millones fueron exportaciones.
- El principal mercado de las importaciones mexicanas por vía aérea, no corresponde al bloque comercial de Norteamérica (TLC), como pudiese esperarse, sino al bloque europeo, cuya participación alcanzó el 36.1% en el 2003. Norteamérica (28.5%) y Asia (27.6%), con participaciones similares de mercado le siguen en importancia, a los flujos de importación de la Comunidad Europea. La región Latinoamericana participa únicamente con el 7.4% de las importaciones mexicanas realizadas por el transporte aéreo.
- Por el contrario, en el caso de las exportaciones nacionales, Norteamérica (y, en especial, Estados Unidos) se convierte en el mercado dominante, al concentrar el 62.5% de tales flujos de carga aérea. Europa participa con el 15.7% de este mercado; Latinoamérica con el 12.4%; Asia con el 8.8%; y África, con el 4.3%.

La estructura radial de los flujos domésticos de carga aérea en México, y las posibilidades de los extremos

- El predominio de la Ciudad de México, como principal mercado de atracción y generación de carga del país, estructura no sólo las redes y flujos de transporte terrestre, sino también las del servicio aéreo de carga.
- Ahora bien, subyacente a esa estructura radial cuyo nodo central se encuentra en la capital del país, se observan algunas características relevantes de la interacción de la red y los mercados domésticos, que es importante detallar. En un acercamiento más detallado al fenómeno, se distingue una importante triangulación de mercancías entre los tres principales mercados y centros de consumo del país. En efecto, los principales intercambios de mercancías manejadas por el transporte aéreo doméstico, se están desplazando entre Guadalajara, Monterrey y México D.F.

- También se detectó un importante intercambio de flujos de carga entre el centro y los mercados de los puntos más extremos del país, en el noroeste y el sureste. Aquí no sólo se trata de Tijuana y Mérida. También se detectaron volúmenes crecientes de carga doméstica en los aeropuertos de Hermosillo, Culiacán, Chihuahua, Mexicali y Ciudad Juárez correspondientes a la Región Noroeste; así como en Cancún, Villahermosa, Oaxaca y Tuxtla Gutiérrez, en la Región Sur-Sureste.
- Otro mercado importante de carga aérea doméstica vinculado al nodo central, es el de los principales centros turísticos costeros del país. Previamente se mencionó Cancún, pero también empiezan a ser relevantes San José del Cabo, Puerto Vallarta, Mazatlán, La Paz, Acapulco, y Veracruz.
- Además, algunos centros concentradores y distribuidores de carga aérea empiezan a ubicarse y/o consolidarse en áreas centrales o equidistantes de la geografía nacional, para dar servicios a mercados multirregionales, como es el caso de San Luis Potosí y el de Silao (aeropuerto del Bajío).
- En el 2003, se encontraron 24 aeropuertos cuyos movimientos de carga superaron las 1 mil toneladas anuales. Cabe agregar que aunque el movimiento de carga aérea doméstica se encuentra distribuido en 224 arcos, mismos que parten de 41 aeropuertos-origen con 60 aeropuertos-destino, la red de flujos obedece a un comportamiento paretiano tal que en 29 de los 241 pares origen-destino (12% de los arcos) concentra más del 80% de la carga en función del tonelaje.
- Los principales productos movidos por transporte aéreo (de acuerdo con el valor de la mercancía) fueron maquinaria, material eléctrico y productos farmacéuticos; todos ellos productos de alta densidad económica.

Los desafíos del movimiento de carga aérea en México

La alta concentración geográfica y nodal de la carga aérea en el sistema aeroportuario nacional

- Las tres principales zonas metropolitanas concentran más del 80% de la carga aérea internacional y doméstica movida en los aeropuertos mexicanos. En efecto, la Zona del Valle de México (aeropuertos de Toluca y AICM); la Zona Metropolitana de Guadalajara (Aeropuerto Internacional de Guadalajara); y la Zona Metropolitana de Monterrey (aeropuerto Internacional de Monterrey) concentran importantes segmentos de la producción nacional, pero sobre todo se ha constituido como los mercados de consumidores más grandes y de mayor poder adquisitivo del país.

Desde luego, estos desequilibrios económico-regionales se expresan en el acentuado patrón de concentración de los flujos de carga aérea.

- Si a los cuatro nodos aeroportuarios señalados en el párrafo anterior se suman los de Mérida, Tijuana y San Luis Potosí, el nivel de concentración de los siete alcanza casi el 90% de la carga movida en los aeropuertos nacionales durante el 2003.

Marcada diferenciación del nivel de concentración, dependiendo del tipo de flujo (doméstico e internacional)

- La concentración aeroportuaria de la de carga aérea es mucho más pronunciada en los flujos de comercio exterior que en los de carga doméstica. En el 2003, sólo nueve aeropuertos movieron más de mil toneladas anuales de carga internacional. Además de los cinco principales aeropuertos en este rubro (AICM, Guadalajara, Monterrey, Toluca y Mérida), se han sumado al grupo los de Cancún, en la Región Sur Sureste; San José del Cabo, en la Región Noroeste; Puerto Vallarta, en la Región Centro Occidente; y Saltillo, en la Región Noreste. Este selecto grupo concentró el 98% de la carga internacional en el año de referencia. Desde luego, las operaciones de carga de comercio exterior requieren instalaciones y facilidades de tipo logístico y aduanal, que no pueden ser provistas en todos los aeropuertos de la red. No obstante, se requiere discriminar a aquellos con potencial para el manejo de tales flujos, a fin de dotarlos con tales elementos.
- A pesar de que la carga doméstica representa aproximadamente el 22% del total, presenta un patrón mucho menos concentrado en sus movimientos. En el 2003, se observaron al menos 24 aeropuertos nacionales que mueven más de mil toneladas anuales de mercancía en tráfico doméstico. Además de los correspondientes a las tres principales zonas metropolitanas del país, destacan los de la Región Noroeste (Tijuana, Mexicali, San José del Cabo, La Paz, Hermosillo, Chihuahua, Ciudad Juárez, Culiacán, Mazatlán); los del Sur Sureste (Mérida, Cancún, Villahermosa, Oaxaca, Tapachula) los de la Región Centro Occidente (Puerto Vallarta y del Bajío); y de la Región Centro Norte (San Luis Potosí).

Aeropuertos de la franja fronteriza sin carga de comercio exterior

- En el análisis realizado, llama la atención la notable falta de movimientos de carga de comercio exterior en ciudades de la frontera norte con un importante desarrollo industrial vinculado a cadenas productivas globalizadas, como es el caso de la industria maquiladora de exportación. En efecto, aeropuertos como los de Tijuana, Mexicali, Ciudad Juárez,

Piedras Negras, Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros, presentan flujos internacionales de carga aérea insignificantes, cuando no totalmente inexistentes. Por el contrario, muchos de estos aeropuertos presentan importantes flujos de carga doméstica. Definitivamente, las razones y particularidades que han propiciado este patrón de movilidad de la carga aérea en los aeropuertos de la franja fronteriza requiere un análisis a profundidad, que rebasa los objetivos del presente trabajo. Sin embargo, se anota como un fenómeno que habrá que darle seguimiento en futuros estudios sobre esta temática.

Desafíos y oportunidades para los principales aeropuertos de carga en México

- En el trabajo de campo de esta investigación se analizaron, a través de entrevista a profundidad, la problemática, los desafíos y las perspectivas de los principales siete aeropuertos nacionales, mismos que concentran en la actualidad cerca del 90% de los flujos de carga aérea. En los siguientes párrafos e incisos se sintetizan los principales aspectos detectados.
- En relación con la estacionalidad de la demanda, se observó que en general ésta es estable, sobretodo para la carga doméstica; sin embargo, en algunos aeropuertos (Toluca y Monterrey) la demanda disminuye en diciembre y/o en los primeros meses del año (entre un 10 y 30%); en otros en cambio, hay picos de demanda durante febrero-marzo, julio-agosto, y octubre-diciembre.
- En cuanto al predominio de aeronaves exclusivas de carga, se tiene un nivel destacado en los aeropuertos de Toluca y San Luis Potosí, dado que el movimiento de mercancías en aeronaves de carga en el primero es de un 100%, y en el segundo es de un 90%; esto se explica por el hecho de que ambos aeropuertos son bases de importantes aerolíneas de paquetería y carga. En los aeropuertos de Guadalajara y Mérida, también hay un volumen importante de mercancías transportadas en aeronaves exclusivas de carga, 67 y 65.5% respectivamente. En cambio, en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, y en los de Monterrey y Tijuana, las aeronaves exclusivas de carga tienen una menor participación en el movimiento de mercancías, con un valor del orden del 30% en los tres casos.
- La tasa de crecimiento media anual (TCMA) esperada, en el movimiento de carga aérea en los principales aeropuertos, es del orden del 5%, para horizontes de 15 a 20 años.

De la saturación a la subutilización de la infraestructura disponible: Los grandes remanentes de capacidad, salvo en AICM y Guadalajara

- La capacidad utilizada de las instalaciones destinadas al manejo de carga aérea tuvo un promedio de utilización de alrededor de 42%. Por lo que en la mayoría de los aeropuertos, se tiene un importante margen de crecimiento sin mayores inversiones en infraestructura. Las excepciones son el AICM y Guadalajara, los cuales están en los umbrales de la saturación de las actividades de carga y descarga de mercancías.
- Los aeropuertos nacionales con los que los aeropuertos principales esperan aumentar sus flujos de carga (sin incluir a ellos mismos) son los de Hermosillo, Aguascalientes y Querétaro; y en cuanto a los internacionales: Los Ángeles, *Houston*, *Dallas*, *Miami*, Chicago y Cincinnati; como se observa, todos estos en los Estados Unidos.
- De acuerdo con los Grupos Aeroportuarios, los aeropuertos nacionales con perspectiva de registrar un crecimiento notable en el movimiento de carga aérea son: Chihuahua, Ciudad Juárez, Reynosa, San Luis Potosí, Guadalajara, el Bajío, y Cancún.
- En todos los casos, para los principales siete aeropuertos que mueven carga aérea, fue reportado invariablemente como modo utilizado para ingresar y recoger la carga del aeropuerto al autotransporte, mediante camiones o camionetas.
- La zona de influencia de los aeropuertos es generalmente el área metropolitana o industrial aledaña al aeropuerto y sus corredores. En el caso del AICM, su influencia se extiende hasta las principales ciudades de sus estados vecinos (Puebla, Cuernavaca, Pachuca y Toluca). En el caso del aeropuerto de Guadalajara, para el comercio exterior, su influencia llega a los estados de Zacatecas, Aguascalientes y Michoacán. El aeropuerto de Mérida también extiende su zona de influencia para el comercio exterior hasta las entidades vecinas de Campeche y Quintana Roo.
- En cinco de los siete principales aeropuertos se detectaron proyectos para construir o mejorar la infraestructura destinada al manejo de carga aérea y a la atención de vuelos cargueros. Los proyectos reportados incluyen la construcción de almacenes fiscalizados (SLP, GDL); incremento del número de plataformas (SLP, MTY, GDL); construcción y/o ampliación de instalaciones aduanales (SLP, GDL); desarrollo de centros multimodales de carga (GDL, TIJ); ampliación y mejora de bodegas de clasificación de carga (TIJ); y la instalación de mejores equipos para el aterrizaje por instrumentos (TLC).

- También fueron reportados por los Grupos Aeroportuarios, varios proyectos de construcción de infraestructura en otros aeropuertos distintos a los principales. En esta caso, se reportaron en proceso de construcción nuevas terminales de carga aérea para comercio exterior, en los aeropuertos de Chihuahua, Ciudad Juárez y Reynosa; el desarrollo de un recinto fiscalizado en Hermosillo y de un puerto seco en el aeropuerto del Bajío; y en fase de estudio un proyecto para desarrollar una terminal de carga aérea en Cancún. En el caso de ASA se detectó un proyecto importante para una terminal de carga aérea y un recinto fiscal en el aeropuerto de Puebla.
- Las opiniones relacionadas con obstáculos para el desarrollo del movimiento de carga aérea fueron las siguientes:
 1. Para la apertura de terminales de carga aérea internacional, la autoridad aduanera requiere largos procesos de revisión y autorización.
 2. Para el despacho aduanero, el ciclo de revisiones demora el proceso y dañan la mercancía.
 3. El encarecimiento de las operaciones con las modificaciones de la aduana, introduciendo a empresas maniobristas de carga y descarga.
 4. El aspecto de la facilitación administrativa, es una queja muy frecuente entre los manejadores de carga aérea.
 5. Exceso de regulaciones.
 6. Los efectos derivados de actos terroristas, como los del 11 de septiembre de 2001.
 7. La falta de espacio físico, y la creciente demanda de operaciones (AICM).
 8. Una ineficiente interconexión con el modo carretero (AICM).
 9. Estancamiento económico del sureste mexicano, y competencia con la terminal de contenedores de Puerto Progreso para algunos productos con origen o destino en La Florida y la Costa Este de EUA (MID).
 10. Una gran competencia por parte de los aeropuertos de San Diego y Los Ángeles; y una muy fuerte competencia por parte del autotransporte (TIJ).
- Las opiniones relacionadas con oportunidades para el desarrollo del movimiento de carga aérea fueron:
 1. Su desarrollo va a la par con la industria y la economía.
 2. Ubicación geográfica estratégica. TLC, alternativo para el AICM, por su cercanía y sin problemas de saturación; SLP, equidistante a MTY, GDL y AICM; en zona industrial AICM, GDL, MTY y TLC; TIJ en zona de maquiladoras y fronterizo con Estados Unidos; MID, llegada de nuevas empresas, y crecimiento del consumo por el turismo en el sureste.

Tendencia hacia la utilización de aeronaves más grandes, y la captura de mayores segmentos de mercado

- En cuanto a aeronaves exclusivas de carga y capacidad de las aerolíneas nacionales, se detectaron las siguientes: *Boeing-737-200* y *-300* (capacidades 14 y 17 toneladas, respectivamente); *Boeing 767-300F*

(capacidad, 55 toneladas); DC-10-30F (capacidad de carga, 70 toneladas); y *Airbus A-300* (capacidad, 40 toneladas). Planes para utilizar *Boeing 747/200* (capacidad, 113 toneladas) en el 2005. Por otro lado, para las aerolíneas extranjeras se detectaron dentro de las aeronaves exclusivas de carga a los *Boeing 727-200* (capacidad, 25 toneladas); y en aeronaves mixtas a los *Boeing 747-400*.

- En promedio, las distintas aerolíneas nacionales realizan diez vuelos por semana, y las extranjeras seis vuelos por semana.
- En cuanto al tipo de carga que las aerolíneas nacionales transportan en promedio, aproximadamente el 90% es de carácter general; 7% es de perecederos; 2.5% es carga peligrosa; y un 0.5% es carga valiosa. En cambio, las aerolíneas extranjeras mueven aproximadamente un 31% de carga general; 57% de perecederos; 5% de carga peligrosa, y 7% de carga valiosa.
- La capacidad utilizada para transportar carga en las aerolíneas nacionales es del 47% (remanente 53%); en las aerolíneas extranjeras la capacidad utilizada para transportar carga es de 75% (remanente 25%).
- En cuanto a la estacionalidad de la demanda, se detectó que es muy variable; por su parte algunas aerolíneas nacionales indican cambios trimestrales; y otros, demanda estable a lo largo del año con un incremento importante de la demanda al final del año (último trimestre); por su parte, las aerolíneas extranjeras reportan incrementos importantes de demanda en los primeros cuatro meses del año.
- El enlace sistemático reportado con otro modo de transporte, tanto para las aerolíneas nacionales como extranjeras, fue el autotransporte.
- Los obstáculos manifestados por las aerolíneas nacionales para el desarrollo del movimiento de carga aérea son:
 1. El gran incremento de los precios de los combustibles.
 2. El gran incremento de los cargos por seguros, generados a raíz de los atentados terroristas, del 2001, en los Estados Unidos.
 3. Falta de mayores inversiones por parte de los Grupos Aeroportuarios en infraestructura.
 4. En las exportaciones, una reducida actividad económica se refleja en un pobre mercado exportador.
 5. Incertidumbre si en el futuro se les permitirá continuar operando a las aerolíneas de carga en el AICM, dado que esto originaría perder sus conexiones con aerolíneas europeas de gran capacidad.Los obstáculos reportados por las aerolíneas extranjeras son:
 6. La dependencia de aspectos coyunturales y de la paridad cambiaria.
 7. Disminución de la actividad de carga aérea por las crisis económicas.

8. En algunos lugares, poca variedad de productos.

9. En el caso de Mérida, su escaso desarrollo industrial, y en general de las ciudades del sureste. Para esta misma ciudad, la competencia con los servicios de transporte marítimo de contenedores de Puerto Progreso, en particular para algunos productos que podrían utilizar el modo aéreo, como por ejemplo, textiles y refacciones.

- Las oportunidades reportadas por las aerolíneas nacionales para el desarrollo del movimiento de carga aérea son:
 1. En importaciones se perciben grandes oportunidades. En el 2000 el 20% de las manufacturas cruzaron una frontera; en el 2020 este valor será del 70%. El movimiento intercontinental será por barco y avión, pero para las manufacturas de alto valor, será sólo por avión.
 2. Todas las que ofrece el mercado en expansión de carga aérea internacional.
Una oportunidad adicional reportada por una aerolínea extranjera es:
 3. Se percibe poca competencia en el manejo exclusivo de carga aérea en algunas regiones.
- La falta de respuesta, para proporcionar información por parte de las aerolíneas mexicanas de servicio mixto, Aerovías de México y Mexicana de Aviación, puede deberse a que tradicionalmente han considerado el servicio de carga como un subproducto de su operación, cuyo desarrollo ha estado supeditado al de pasajeros.

Las nuevas terminales de carga aérea: capacidad sobrada

- En cuanto a la estacionalidad de la demanda, generalmente es estable a lo largo del año; excepto durante febrero, marzo y abril, debido a un incremento en la actividad.
- Los pronósticos para su tasa de crecimiento media anual (TCMA), es del orden del 5%.
- El tipo de carga es muy variable según el tipo de Terminal; así por ejemplo, en Mérida del total de carga movida, el 57% es de perecederos (pescado fresco y mariscos); y el 43% de carga general (maquila textil, joyería y refacciones, entre los principales). En cambio, en Guadalajara, prácticamente el 100% de la carga es general (equipos y componentes eléctricos, electrónicos, de cómputo y automotrices, entre los principales).
- El cuanto al modo de transporte utilizado para ingresar y recoger la carga en la Terminal, se reportó al autotransporte.

- Las oportunidades manifestadas para el desarrollo del movimiento aeroportuario de carga se relacionan con la reactivación de la economía; y el desarrollo económico, para incrementar los flujos de carga aérea.

Desarrollo del intermodalismo en el transporte aéreo de carga: imperiosa necesidad para competir en el mercado doméstico e internacional

- El autotransporte de carga se está convirtiendo en un componente cada vez más importante para los negocios de carga aérea. Los observadores de la industria dicen que los administradores aeroportuarios al darle muy poca atención al autotransporte de carga, no serán capaces de atraer servicios adicionales de carga, y podrían perder parte de su tráfico de carga existente.
- Clásicamente, el diseño de los aeropuertos ha favorecido más la satisfacción de las necesidades de los pasajeros y el tránsito de automóviles que las necesidades de carga. Desde la posición de una planeación aeroportuaria, no ha habido mucho trabajo sobre el desarrollo de instalaciones multimodales.
- Es recomendable que los accesos de los camiones de carga a los centros de recepción y clasificación de los aeropuertos, sean independientes de los destinados a los automóviles; si no es así, las operaciones de carga dependerán de los patrones impredecibles de tránsito vehicular alrededor de los aeropuertos.
- En cuanto a las oportunidades de desarrollo del modo ferroviario de carga con los aeropuertos, los europeos han detectado tres posibilidades: 1) su empleo en el transporte de materiales de construcción; 2) en el transporte de combustible; y 3) en el transporte de carga aérea.
- Una revisión de la infraestructura carretera y la ubicación de los aeropuertos nacionales, mediante un Sistema de información Geográfica (SIG), señala que todos los aeropuertos tienen conectividad con el autotransporte. En el caso del aeropuerto de Cozumel hay conectividad carretera dentro de la misma isla, pero no cuenta con conectividad carretera con el resto del país.
- Otra revisión similar, pero en relación con la infraestructura ferroviaria y la ubicación de los aeropuertos nacionales, indica que muchos de ellos mueven carga (el 69%) tienen posibilidad de conectividad con el ferrocarril; algunos (el 31%) no la tienen, dado que actualmente en dichos lugares no hay infraestructura ferroviaria. Sin embargo, de los siete principales aeropuertos, sólo uno (Tijuana) no cuenta actualmente con infraestructura ferroviaria cercana.

Modelos matemáticos del comportamiento de los flujos de carga aérea

- Para el presente estudio se construyeron cuatro modelos matemáticos que pretenden reproducir parte del comportamiento de los flujos en el sistema de transporte aéreo de carga: un modelo de generación de carga, otro de atracción y dos de distribución; uno doméstico y el otro internacional; los dos últimos fueron construidos con base en un criterio gravitacional. Los cuatro modelos se calibraron con técnicas tradicionales de análisis de regresión lineal, aunque en el caso de los modelos gravitacionales se recurrió a un procedimiento de transformación logarítmica para linealizar las funciones.
- Los cuatro modelos resultaron con un alto coeficiente de determinación (R^2); aunque los más altos valores corresponden a los modelos de generación y atracción de carga.
- Los modelos gravitacionales de distribución de carga, relacionan matemáticamente la intensidad de flujo en cada uno de los enlaces, con los valores de la carga generada, y atraída en los nodos origen y destino del movimiento; así como con la distancia que existe entre ellos. El modelo calibrado con datos del ámbito doméstico explica más del 70% de las variaciones de la variable dependiente y el modelo calibrado con datos del ámbito internacional, más del 60%; confirmando, aunque moderadamente, el comportamiento gravitacional de los nodos y las interrelaciones en el sistema.
- Un resultado que hay que destacar en los modelos gravitacionales, que se considera una peculiaridad típica de un sistema de transporte aéreo, es que el valor de los exponentes de la variable “distancia” resultó no muy alto; lo cual significa que la influencia de la distancia como factor disuasor de la intensidad de los intercambios no es muy importante. Este comportamiento de la distancia se considera razonable a partir de las ventajas comparativas del transporte aéreo sobre sus modos competidores, que lo hacen especialmente competitivo en los recorridos asociados a grandes distancias. Se estima que este resultado analítico refleja el comportamiento del fenómeno modelado, con base en las observaciones tomadas de la realidad, y que explica el rendimiento moderado del principio gravitacional al ser aplicado en el análisis de los intercambios de mercancías que utilizan el modo aéreo.

Pronósticos de demanda

- Aun cuando el análisis de los pronósticos de demanda pudiera refinarse con técnicas más elaboradas para el estudio de series de tiempo; los resultados esperados pudieran no ser significativamente diferentes a los aquí presentados.
- Es importante destacar el papel que representa cada uno de los cinco aeropuertos analizados (MEX, GDL, MTY, TLC y MID), en cuanto a carga; es claro que estos son el aeropuerto de preferencia para el movimiento de carga en cada uno de los cinco grupos aeroportuarios en los que se divide el sistema nacional de aeropuertos.
- En la siguiente tabla se presenta un resumen de los valores de las tasas de crecimiento, determinados tanto para carga doméstica como para internacional, en los cinco aeropuertos analizados. Puede verse que en términos absolutos, el aeropuerto de la Ciudad de México presenta el mayor crecimiento, tanto en carga doméstica como internacional. Por lo que respecta al crecimiento relativo, el aeropuerto de Monterrey presenta el mayor valor, en carga doméstica y en internacional. Puede notarse también, que a excepción del aeropuerto de Mérida, la carga internacional está creciendo a un ritmo significativamente más alto que la doméstica.

Tasas de crecimiento media anual exponencial (TCMA-E) y lineal (TCMA-L) para los principales aeropuertos nacionales

Aeropuerto	TCMA-E %	TCMA-L (toneladas)	TCMA-E %	TCMA-L (toneladas)
MÉXICO	1.7	1,235.1	8.2	12,072.4
GUADALAJARA	5.8	1,089.0	21.7	7,079.6
MONTERREY	7.8	1,001.3	26.2	2,058.2
TOLUCA	6.8	0.5	16.9	1,721.5
MÉRIDA	3.3	226.8	2.3	232.6

Fuente: Elaboración propia.

- Los pronósticos de carga aérea para estos cinco aeropuertos presentan una fluctuación significativa entre sus valores mínimo y máximo, como se aprecia en la siguiente tabla, con excepción del aeropuerto de Mérida en donde los pronósticos son más consistentes. Por otro lado, los valores promedio de la carga proyectada para el 2010 presentan crecimientos significativos tomando como base al año 2003. El menor crecimiento esperado (18%, para todo el periodo) se presenta para el aeropuerto de Mérida, por lo que no se prevén problemas de saturación para el manejo de carga en dicho lugar. En seguida, con un crecimiento del 44% (para todo el periodo), el aeropuerto de la Ciudad de México presentará graves problemas de saturación, a menos que se mejoren o amplíen sus

instalaciones de carga o se descentralice su actividad hacia aeropuertos alternos. Por su parte, los aeropuertos de Toluca, Guadalajara y Monterrey, con crecimientos promedio de 125, 145 y 154% (para todo el periodo), deberán ampliar su capacidad; aunque se recomienda que dichas modificaciones se realicen de acuerdo con revisiones anuales del crecimiento real de su actividad.

Pronósticos de carga aérea para el 2010, en los principales aeropuertos nacionales

Aeropuerto	Comercio doméstico (toneladas)		Comercio exterior (toneladas)		Total (toneladas)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
MÉXICO	89,780	91,170	312,848	397,531	402,628	488,701
GUADALAJARA	33,583	38,490	137,856	350,090	171,439	388,580
MONTERREY	26,622	33,146	38,941	125,230	65,563	158,376
TOLUCA	10	30	35,140	68,796	35,150	68,826
MÉRIDA	9,957	10,483	13,277	13,640	23,234	24,123

Nota: Los valores mínimos corresponden a las tasas de crecimiento medio anual lineales y los máximos a las tasas de crecimiento medio anual exponencial determinadas en el capítulo 6.

Fuente: Elaboración propia.

Hacia la exploración de lineamientos estratégicos para la desconcentración del transporte aéreo de carga en el sistema aeroportuario nacional

- La elevada concentración geográfica y nodal de la carga aérea en México constituye uno de los principales desafíos para establecer estrategias tendientes a alcanzar un mayor equilibrio en el desarrollo del sistema aeroportuario nacional, y propiciar la utilización de aeropuertos alternos con baja utilización en la actualidad.
- Tal como se señaló, dentro de la red aeroportuaria mexicana se tienen siete nodos de la mayor importancia en lo que se refiere a movimiento de carga aérea. Tal es el caso de los aeropuertos de las ciudades de México, D.F.; Guadalajara, Jal.; Monterrey, N.L.; Toluca, E. de M.; Mérida, Yuc.; Tijuana, B.C.; y San Luis Potosí, S.L.P., mismos que participan con cerca del 90% de la carga total (el 96.9% del movimiento aeroportuario de carga de comercio exterior, y el 74.7% de la carga aérea doméstica).
- De los siete aeropuertos que manejan el 90 % de la carga total en México, dos de ellos (AICM y Guadalajara) están cerca de la saturación de sus espacios de carga; el de Monterrey tiene una ocupación cercana al 50%; y el resto está por abajo del 30% de utilización de su capacidad. Otros 20 aeropuertos nacionales que mueven más de mil toneladas anuales, poseen infraestructura notablemente subutilizada para el manejo de carga.

En el actual contexto de reactivación del transporte de carga aérea en México, caracterizado por un creciente predominio de los servicios exclusivos de carga aérea, ofrecidos por las empresas integradoras, y por la aparición reciente de los denominados servicios de *bajo costo* (para pasajeros y carga), se abren oportunidades de desconcentración de flujos y utilización de aeropuertos alternos que no existían previamente. A continuación se presentan propuestas para contribuir al desarrollo de lineamientos estratégicos que pudiesen eventualmente fortalecer políticas de desconcentración y descentralización del movimiento de carga aérea en México, propiciando un uso más equilibrado del sistema aeroportuario nacional.

1. Desconcentración, vía la formación de “Hubs” y/o “Mini Hubs” de servicios exclusivos de carga

- En las décadas pasadas, la red de transporte de carga aérea en México se estableció en forma “casi espontánea”, siguiendo el patrón de desarrollo de la red de transporte aéreo de pasajeros, dado que la carga viajaba en los compartimientos inferiores de los aviones de pasajeros, y estos se movían entre los principales centros urbanos del país y del extranjero.
- Por el contrario, con el progresivo dominio de los servicios exclusivos de carga aérea, impulsados por las empresas logísticas e integradoras, los flujos de mercancías por este modo se independizaron relativamente de los imperativos del transporte aéreo de pasajeros. Ahora no siguen totalmente a las rutas de pasajeros. Tan es así, que muchos aeropuertos con un papel secundario en el movimiento de pasajeros se han convertido en importantes nodos (*hubs*) de concentración y redistribución de carga aérea internacional y doméstica. Tal es el caso del aeropuerto de *Memphis, Tennessee*, donde se localizó el *hub* central de *Federal Express*, y del aeropuerto de *Louisville, Kentucky*, lugar escogido por *UPS* para su *hub* principal.
- En México, se puede señalar el caso del aeropuerto de San Luis Potosí, el cual tiene poca relevancia en el movimiento de pasajeros, pero fue seleccionado como *hub* de carga aérea por la empresa Estafeta, debido a su posición geográfica estratégica de nodo equidistante entre las principales zonas metropolitanas del país. El *hub* regional de *Federal Express*, establecido en el aeropuerto de Toluca es otro ejemplo claro de la opción de desconcentración que generan los servicios exclusivos de carga hacia aeropuertos alternos de menor empleo. Esto permite a tal agente logístico (*Fedex*) operar fuera de un aeropuerto saturado, donde predominan los servicios de pasajeros, como es el caso del AICM, sin dejar de atender el mismo *hinterland*, es decir, el de la zona metropolitana de la Ciudad de México y estados aledaños.
- En este sentido, la desconcentración del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (que tiene todos sus espacios operacionales saturados) y

del Aeropuerto Internacional de Guadalajara (ya muy cerca de saturación) podría atenderse mediante transferencia de operaciones y movimiento de carga aérea hacia otros aeropuertos cercanos con baja utilización. En el caso del AICM, hay oportunidades en Toluca y/o aeropuertos de estados aledaños como Morelos, Puebla, Hidalgo y Querétaro.

- En cuanto al Aeropuerto Internacional de Guadalajara, cabe la posibilidad de revisar sus propias posibilidades de expansión; pero también se tiene que analizar el potencial de desconcentración hacia aeropuertos alternos dentro del estado de Jalisco o en entidades aledañas de Michoacán y Colima.
- Tal como sucede en el caso de San Luis Potosí, cabría también la posibilidad de explorar la desconcentración o localización de nuevos *hubs* o “mini hubs” de servicios exclusivos en aeropuertos alternos, cuya localización equidistante de múltiples mercados regionales o zonas metropolitanas intermedias, pudiese convertirse en un factor clave para su éxito comercial.
- En definitiva, los puntos anteriores plantean la necesidad de establecer una política que:
 - a) Promueva la instalación de las bases de operación de las aerolíneas exclusivas de carga en los aeropuertos de baja utilización que se hayan seleccionado, mediante estudios específicos de su potencial.
 - b) Equipe con instalaciones fiscales, e infraestructura para operaciones y manejo de carga, así como para la transferencia hacia y desde otros modos de transporte a los aeropuertos seleccionados.
 - c) Propicie servicios aéreos de carga a los aeropuertos seleccionados que sirvan como alimentadores desde y hacia los que tienen operaciones combinadas de pasajeros y carga.

2. Desconcentración, vía servicios alimentadores hacia los hubs de servicios mixtos

- El creciente desarrollo de servicios alimentadores de pasajeros, desde mercados regionales (principalmente constituidos por ciudades intermedias o centros turísticos) hacia *hubs* que los pueden conectar a múltiples destinos en el extranjero y viceversa, constituye una nueva ventana de oportunidad para el manejo de carga aérea en muchos aeropuertos nacionales.
- En México, el ejemplo paradigmático de esta modalidad lo constituye el tipo de servicios de la empresa *Continental Express*, subsidiaria de *Continental Airlines*. A principios del 2005, operaba en 29 aeropuertos nacionales con origen-destino en su *hub* norteamericano, ubicado en la ciudad de *Houston, Texas*. Entre los orígenes-destino nacionales destacan aquellos realizados

en aeropuertos con baja utilización en ciudades medias, como Zacatecas, Querétaro, San Luis Potosí, Toluca, Villahermosa, Torreón, Tampico, Chihuahua, Ciudad del Carmen, Manzanillo, Huatulco, etc.

- Aunque se trata de servicios de pasajeros en aviones de capacidad relativamente baja (50 pasajeros), se abre la posibilidad de manejar lotes de carga internacional en los espacios remanentes de estas naves, desde ciudades que no contaban con tales servicios, hacia *hubs* con interconexiones globales. Evidentemente, para que este potencial de carga aérea se concrete, es necesaria la actuación de operadores logísticos que organicen las cadenas de transporte emergentes, y la existencia de instalaciones aduanales en los propios aeropuertos o en ciudades aledañas.

3. Desconcentración, vía introducción de servicios de carga en las nuevas líneas “punto a punto” de bajo costo (LCC)

- Dentro del esquema *point-to-point* de transporte aéreo (conocido como “punto a punto”, en español) han surgido con gran dinamismo los servicios *LCC* (*Low Cost Carriers*), castellanizados bajo el término de *aerolíneas de bajo costo*.
- Las líneas de bajo costo que entrarán al mercado mexicano tienen las mismas características que las que operan en otros países:
 - a) Utilizan aeropuertos secundarios ubicados tanto en las cercanías de metrópolis, como en ciudades medias y centros turísticos.
 - b) Su flota aérea es sencilla (un mismo tipo de aviones, lo que reduce costos en mantenimiento y capacitación).
 - c) Cubren rutas de punto a punto, lo cual las diferencia del modelo *Hub and Spoke*, donde la conexión es de punto a *hub* o viceversa.
 - d) Aplican esquemas de flexibilidad sindical.
 - e) Las ventas y distribución se realizan por internet (boletos para una sola clase, sin cambios, ni reembolsos, ni número de asiento).
 - f) Ofrecen productos sencillos a bordo.
 - g) Contratan un alto nivel de *outsourcing*.
 - h) Operan con aviones propios, aunque una minoría utiliza el arrendamiento de aviones con personal.
- De acuerdo con un estudio de la *European Cockpit Association* (ECA) la empresa *Southwest Airlines*, de Estados Unidos, es un modelo de este nicho. Es la cuarta aerolínea más grande de Estados Unidos: transporta más de 64 millones de pasajeros cada año a 58 ciudades de esa nación, en 59 aeropuertos. Tiene más de 355 aviones nuevos, con una edad promedio de vida de 8.75 años. Cuarenta por ciento de sus ganancias provienen de las ventas en internet.

- El análisis de *ECA* menciona que el éxito de las *LCC* se demostró cuando la línea aérea de bajo costo *Ryanair's*, de Irlanda, anunció la compra de 100 nuevos Boeing 737 a principios del 2002, cuando la aviación mundial estaba pasando por uno de los peores momentos de su historia. “Esta crisis confirmó que el modelo de los *LCC* no sólo es muy exitoso, sino que parece también resistir mejor las debacles económicas”
- Por su parte, un trabajo de *Star Alliance*, agrupación a la que pertenecen 16 líneas de todo el mundo, indica que no hay un modelo único de negocios para los *LCC*, pero coinciden en ofrecer tarifas más bajas que los *carriers* tradicionales, y en la búsqueda de procesos de producción delgados y económicos.
- Dado que los permisos para operar este tipo de servicios incluyen la posibilidad de manejar pasajeros, carga y correo, se abre la posibilidad de transportar mercancías desde aeropuertos alternos normalmente subutilizados. Como las aerolíneas de bajo costo se caracterizan por evitar al máximo los gastos de oficina, de personal, y en general de administración, es condición indispensable la presencia de un tercer prestador de servicios logísticos (3PL, *outsourcing*, agente de carga, etc.) para subir la carga a este tipo de servicios. Los aeropuertos que puedan captar rutas de bajo costo con destinos internacionales, también tendrán que prever el desarrollo de facilidades aduanales dentro del recinto, o aprovechar las existentes en las ciudades próximas. En principio, los aeropuertos de las regiones Centro Occidente, Noroeste y Sureste tienen potencial para acceder a este tipo de servicios por el dinamismo industrial, comercial y/o turístico que manifiestan algunos de sus centros de población.

4. Integración de los aeropuertos fronterizos al movimiento de carga de comercio exterior

- En el desarrollo del presente diagnóstico general del transporte aéreo de carga en México se detectó que los aeropuertos de la frontera norte (Tijuana, Mexicali, Ciudad Juárez, Piedras Negras, Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros), localizados en torno a ciudades con amplio desarrollo industrial vinculado al comercio exterior, como es el caso de la industria maquiladora de exportación, presentan un ínfimo o inexistente flujo de carga aérea de comercio exterior en sus instalaciones. Paradójicamente, muchos de estos aeropuertos presentan importantes flujos de carga doméstica
- Los motivos que han propiciado este patrón de movilidad de la carga aérea en los aeropuertos de la franja fronteriza requieren un análisis a profundidad que rebasa los objetivos del presente trabajo. Sin embargo, se anota como

un área de oportunidad importante que habrá que darle seguimiento en futuros estudios sobre esta temática.

- En definitiva, se hace necesaria la realización de estudios puntuales para la comercialización de carga aérea en los aeropuertos alternos con potencial.

Estrategias adicionales de actuación comercial para las terminales de baja utilización en la nueva estructura aeroportuaria mexicana³⁶

- Según Rico (2002), la mayoría de los aeropuertos del grupo ASA Corporativo tienen problemas de baja utilización. Algunos de ellos son relativamente pequeños y tienen una capacidad de oferta limitada; sin embargo, otros son grandes, con infraestructura y equipo adecuado para atender una demanda mucho mayor a la actual; entre éstos se tienen los casos más críticos de subutilización. De acuerdo con un diagnóstico exploratorio, se llegó a la conclusión de que los aeropuertos con necesidad de una atención relativamente urgente son los de Nuevo Laredo, Campeche y Matamoros; todos ellos con una utilización actual cercana al 5% de su capacidad operativa, medida ésta con un indicador estandarizado para la red aeroportuaria mexicana.
- Se considera que un aeropuerto puede iniciar a partir de una autodefinition estratégica tradicional, para optar por otra función dentro de la red, que podría ser la de aeropuerto de carga, nodo secundario, y en la medida de lo posible nodo primario. Para ello será necesario establecer una asociación comercial estratégica con alguna aerolínea, alguna otra empresa de transporte, tanto de pasajeros como de carga, o alguna empresa oferente de servicios logísticos especializados.
- La diferenciación de la empresa aeroportuaria es posible al menos en dos niveles diferentes; el primero, es la opción a nivel estratégico que define la posición del aeropuerto con relación a su función general dentro del sistema de transporte aéreo; y el segundo, al que podemos considerar una opción en el nivel táctico, busca la diferenciación del aeropuerto en términos del rango de servicios ofrecidos dentro del espacio de la propia terminal aeroportuaria.
- En la actualidad, muchos aeropuertos en el mundo están cambiando el enfoque tradicional, dirigido de manera casi única al producto genérico del aeropuerto, por un nuevo modelo en el que se busca ampliar la variedad de servicios ofrecidos, el valor añadido a éstos, y los clientes atendidos.

³⁶ En este último punto se incluyen algunas conclusiones del estudio de Rico Galeana, Óscar A., "Estrategias de actuación comercial para las terminales de baja utilización en la nueva estructura aeroportuaria mexicana", Publicación Técnica No. 212, IMT, Sanfandila, Qro., 2002.

- Por las presiones derivadas de las bajas demandas tradicionales, el aeropuerto requiere transformarse en una entidad de mercado más sofisticada, en una empresa proveedora de servicios multiobjetivo que ofrece una mayor variedad de propuestas de servicios y productos.
- Se han identificado cinco segmentos de servicios susceptibles de establecerse en los aeropuertos de manera complementaria a las actividades genéricas relacionadas con los servicios aeronáuticos, y que presentan condiciones potenciales de desarrollo comercial:
 1. Servicios de ventas comerciales.
 2. Servicios turísticos.
 3. Servicios para reuniones profesionales. o de grupos especiales.
 4. Servicios logísticos.
 5. Servicios de consultoría.

8 Referencias bibliográficas

Ackoff, Russell; Sasieni, Maurice (1987). Fundamentos de investigación de operaciones. Editorial Limusa, México.

Air Cargo World, International Edition (2004). The World's Top 50 Cargo Airports. July-August, 2004; Volume 7, Number 6. Washington, D.C. USA.

Burghouwt, Guillaume., et. al. (2003). The Spatial Configuration of Airline Networks in Europe. Journal of Air Transport Management. Volume 9, Issue 5, September 2003. Editorial Elsevier. Fairfax VA, USA.

Buyck, Cathy. (2004). Spanish Enlightenment. ATW Air Transport World. March 2004. Washington, D.C. USA.

Calvo, Luis. (2004). Así viajaremos en el futuro. Avión Revue, Internacional, julio 2004, Número 54. Madrid, España.

Clancy, Brian y David Hoppins. (2004). After the Storm, the MergeGlobal 2004-2008 World Air Freight Forecast. Air Cargo World, International Edition. May 2004, Volume 7, Number 4. Washington, D.C. USA.

De la Rosa Medina, Tomás. (2004). Mas Air kilo por kilo al éxito. Transporte Siglo XXI. Año 5/ Volumen 58, Junio 2004. Editorial Grupo Comercial XXI. México, D.F.

Department for Transport UK. (2002). The Future Development of Air Transport in the United Kingdom: South East. July 2002. London, UK.

Dirección General de Aeronáutica Civil (2000). Subsecretaría de Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La aviación mexicana en cifras 1993-1999. México.

Dirección General de Aeronáutica Civil (2004). Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Registros digitalizados de las operaciones de transporte aéreo en México en 2003. Dirección General de Aeronáutica Civil.

Dirección General de Aeronáutica Civil (2004). Subsecretaría de Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La aviación mexicana en cifras 1989-2003. México.

García R., Simón. (2004). Carga aérea. Transporte Siglo XXI. Año 5/ Volumen 58, Junio 2004. Editorial Grupo Comercial XXI. México, D.F.

Gradilla Hernández, Luz Angélica (2005). Análisis espacial de la distribución de la carga transportada por aire en México. Tesis para obtener el grado de Maestra en Sistemas de Transporte y Distribución de Carga (en proceso). División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro.

Heredia Iturbe, Francisco (1996). Tendencias del transporte aéreo en el ámbito mundial. Boletín "Notas". N° 29. Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, Querétaro. <http://www.imt.mx>

Heredia Iturbe, Francisco (1999). El transporte aéreo de carga en México. Publicación Técnica 124. Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sanfandila, Querétaro.

Heredia Iturbe, Francisco (1999). La reestructuración del transporte aéreo en México 1987 - 1996. Publicación Técnica 123. Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sanfandila, Querétaro.

Hill, Leonard. (2004). SIA Cargo Battles, Industry Structure to stay Profitable. ATW Air Transport World. April 2004. Washington, D.C. USA.

Hui, George W. L., et. al. (2004). Analyzing China's Air Cargo Flows and Data, Journal of Air Transport Management. Volume 10, Issue 2, March 2004. Editorial Elsevier. Fairfax VA, USA.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2000). XII Censo General de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes, México. ISBN 970-13-3019-6

International Logistics Quality Institute (ILQI). (2003). The 2003 Air Cargo Quality Survey. Air Cargo World, International Edition. Washington, D.C. USA.

Manheim, Marvin L (1979). *Fundamentals of Transportation Systems Analysis. Vol I. The Massachusetts Institute of Technology. MIT Press, Cambridge, Mas.*

Moorman, Robert W. (2003). How Safe is Safe Enough? ATW Air Transport World. March 2003. Washington, D.C. USA.

Morton, Roger. (2004). "Keeping the Skies Friendly" a Look at what TSA's Air Cargo Security Plan Means for Shippers. Logistics TODAY. Vol. 45, No.4, April 2004. Editorial Penton Media. Cleveland OH, USA.

Ortúzar Salas, Juan de Dios; Willumsen, Luis (1994). *Modelling Transport. Second Edition. John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane, Chichester, England.*

Parés, José M. (2004). El A380 ya tiene casa. Avión Revue, Internacional, Julio 2004, Número 54. Madrid, España.

Potrykowski, Marek; Taylor, Zbigniew. (1984). Geografía del transporte. Editorial Ariel, S.A., Barcelona, España.

Putzger, Ian. (2004). The Cool Chain Association is Launching an Initiative to Improve Logistics for Perishable Commodities. The Journal of Commerce. June 7-13, 2004. Editorial Commonwealth Business Media, Inc.

Rico Galeana, Óscar A. (1990). Modelos de transporte. Apuntes para la cátedra. UPIICSA, IPN, Inéditos.

Rico Galeana, Óscar A. (2001). El transporte aéreo de carga doméstica en México. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 168. Sanfandila, Querétaro.

Rico Galeana, Óscar A (2002). Estrategias de actuación comercial para las terminales con baja utilización en la nueva estructura aeroportuaria mexicana. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 212. Sanfandila, Querétaro.

Rico Galeana, Óscar A. (2005). Estructura espacial del sistema de transporte aéreo de carga en México. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica en proceso de edición. Sanfandila, Querétaro.

Rico Galeana, Óscar A. (2005a). Algunos conceptos fundamentales sobre la relación entre el transporte y el intercambio regional. Boletín "Notas". En edición. Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, Querétaro.

Rodríguez, José Miguel. (2004). Integración regional, una necesidad para mejorar. Avión Revue, Internacional, julio 2004, número 54. Madrid, España.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2001). Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Registros digitalizados de la localización geográfica de las terminales aéreas en México. Dirección General de Planeación.

Taaffe, Edward; Gauthier, Howard; O'Kelly, Morton (1996). *Geography of Transportation. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.*

Teodorovic, Dusan (1988). *Airline Operations Research. Gordon and Breach Science Publishers. Transportation Studies. Volume 10. Amsterdam.*

Wiebner, Mike. (2003). Airports' Industrial Cargo Strength. *Air Cargo World, International Edition*. April 2003. Washington, D.C. USA.

Zhang, Anming. (2003). Análisis of an International Air-Cargo Hub: the Case of Hong Kong. *Journal of Air Transport Management*. Volume 9, Issue 2, March 2003. Editorial Elsevier. Fairfax VA, USA.

Anexo 2.1.

**Carga transportada en México por el modo
aéreo 1928 – 2003**

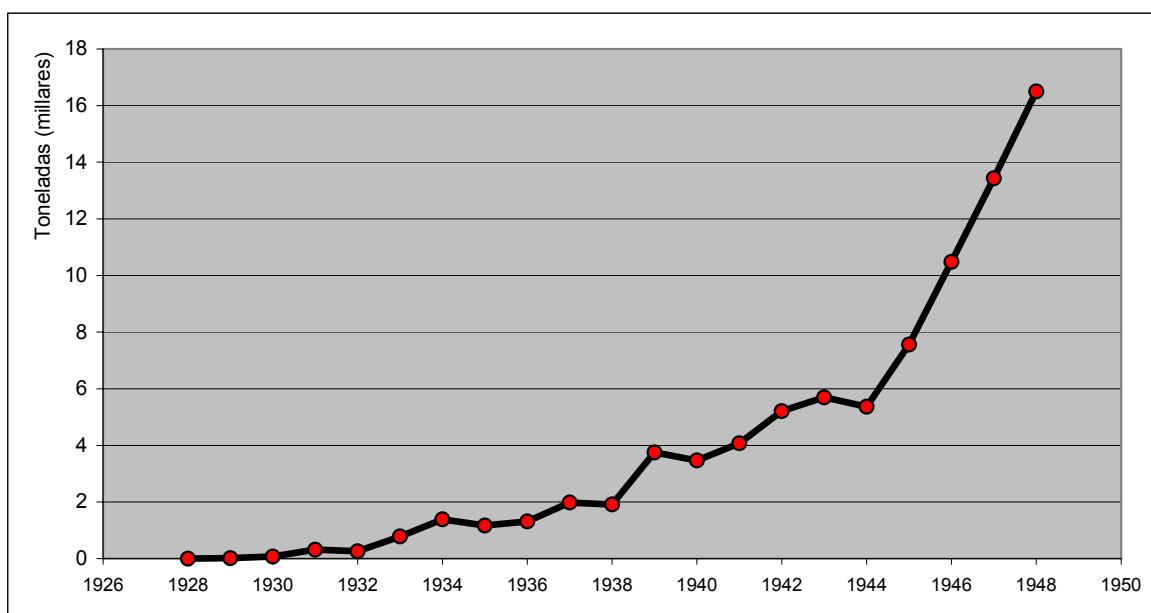
Tabla A2.1
Carga transportada en México por el modo aéreo 1928 – 2003

Año	Carga transportada (toneladas)	Incremento anual absoluto (toneladas)	Incremento anual relativo
1928	0.4		
1929	20.5	20.1	5025.0%
1930	72.5	52.0	253.7%
1931	319.5	247.0	340.7%
1932	259.9	-59.6	-18.7%
1933	786.4	526.5	202.6%
1934	1,387	600.8	76.4%
1935	1,171	-216.7	-15.6%
1936	1,317	146.3	12.5%
1937	1,984	667.6	50.7%
1938	1,915	-69.9	-3.5%
1939	3,753	1,838.2	96.0%
1940	3,471	-281.8	-7.5%
1941	4,078	607.0	17.5%
1942	5,210	1,132.0	27.8%
1943	5,695	485.3	9.3%
1944	5,367	-327.9	-5.8%
1945	7,559	2,191.2	40.8%
1946	10,482	2,923.6	38.7%
1947	13,430	2,948.1	28.1%
1948	16,499	3,069.2	22.9%
1949	27,851	11,351.7	68.8%
1950	33,872	6,021.2	21.6%
1951	44,848	10,975.7	32.4%
1952	48,568	3,720	8.3%
1953	41,615	-6,953	-14.3%
1954	34,192	-7,423	-17.8%
1955	40,201	6,009	17.6%
1956	48,769	8,568	21.3%
1957	42,813	-5,956	-12.2%
1958	41,393	-1,420	-3.3%
1959	42,252	859	2.1%
1960	42,160	-92	-0.2%
1961	48,161	6,001	14.2%
1962	36,757	-11,404	-23.7%
1963	36,586	-171	-0.5%
1964	37,626	1,040	2.8%
1965	44,426	6,800	18.1%
1966	45,447	1,021	2.3%
1967	40,012	-5,435	-12.0%
1968	49,105	9,093	22.7%
1969	48,681	-424	-0.9%
1970	52,097	3,416	7.0%
1971	54,036	1,939	3.7%
1972	65,532	11,496	21.3%
1973	76,264	10,732	16.4%

Año	Carga transportada (toneladas)	Incremento anual absoluto (toneladas)	Incremento anual relativo
1974	86,699	10,435	13.7%
1975	91,707	5,008	5.8%
1976	106,023	14,316	15.6%
1977	113,512	7,489	7.1%
1978	130,633	17,121	15.1%
1979	147,629	16,996	13.0%
1980	165,396	17,767	12.0%
1981	173,598	8,202	5.0%
1982	134,971	-38,627	-22.3%
1983	122,054	-12,917	-9.6%
1984	148,507	26,453	21.7%
1985	166,520	18,013	12.1%
1986	155,957	-10,563	-6.3%
1987	160,971	5,014	3.2%
1988	151,278	-9,693	-6.0%
1989	158,739	7,461	4.9%
1990	163,975	5,236	3.3%
1991	180,685	16,710	10.2%
1992	207,748	27,063	15.0%
1993	249,524	41,776	20.1%
1994	281,636	32,112	12.9%
1995	277,555	-4,081	-1.4%
1996	325,939	48,384	17.4%
1997	395,819	69,880	21.4%
1998	473,168	77,349	19.5%
1999	482,694	9,526	2.0%
2000	502,069	19,375	4.0%
2001	459,214	-42,855	-8.5%
2002	488,200	28,986	6.3%
2003	497,005	14,700	5.5%

Nota: Incluye carga doméstica e internacional.

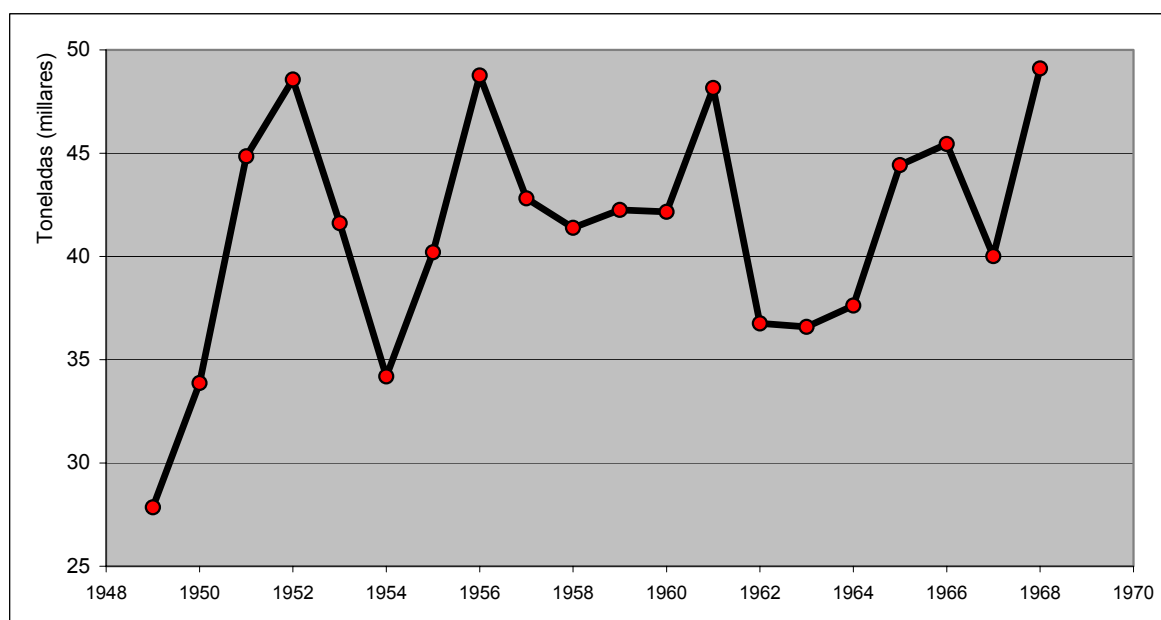
Fuentes: 1928 – 1980: Anuarios Estadísticos, SCT, SIC, y SPP; tomado de Esparza, Rafael. La aviación, SCT, 1987. 1981 – 1988: DGAC, SCT; tomado de Heredia Iturbe, Francisco. El transporte aéreo de carga en México, Publicación Técnica 124, IMT. 1989 – 2002: DGAC, SCT. La aviación mexicana en cifras 2002. 2003: DGAC, SCT, cifras preliminares.



Fuente: La indicada en la Tabla A2.1

Figura A2.1

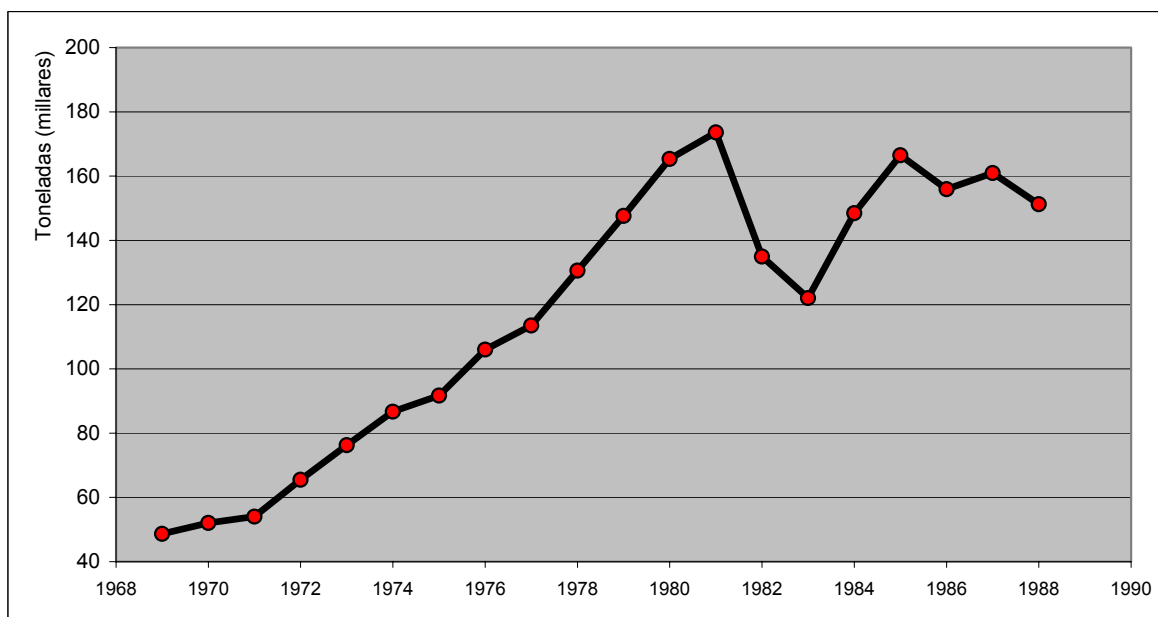
Carga transportada en México por el modo aéreo 1928 - 1948



Fuente: La indicada en la Tabla A2.1

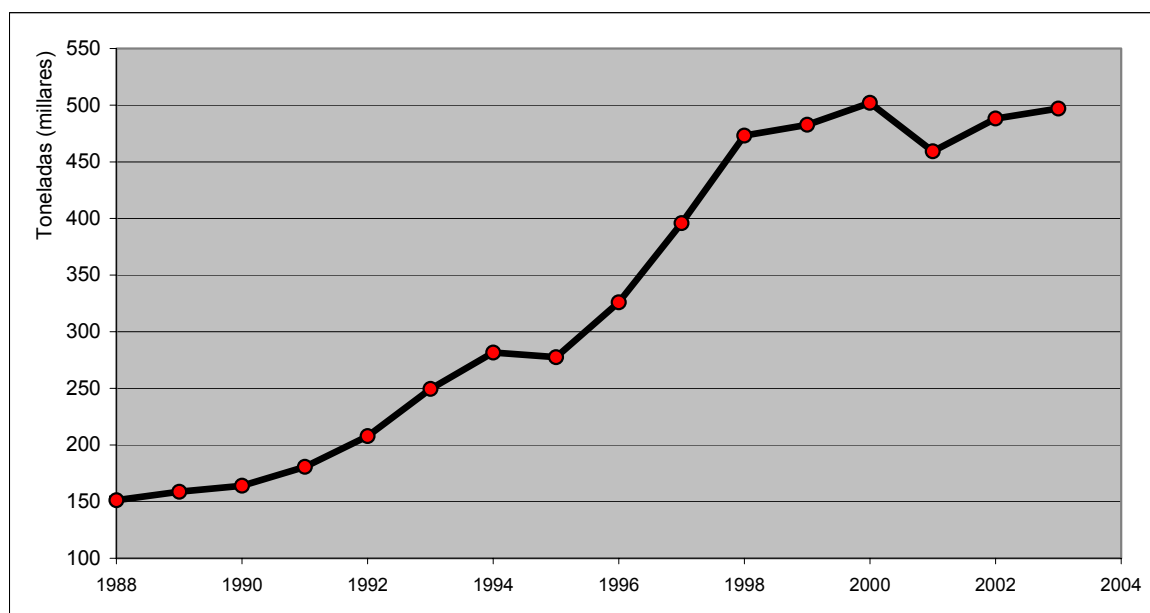
Figura A2.2

Carga transportada en México por el modo aéreo 1949 - 1968



Fuente: La indicada en la Tabla A2.1

Figura A2.3
Carga transportada en México por el modo aéreo 1969 - 1988



Fuente: La indicada en la Tabla A2.1

Figura A2.4
Carga transportada en México por el modo aéreo 1989 - 2003

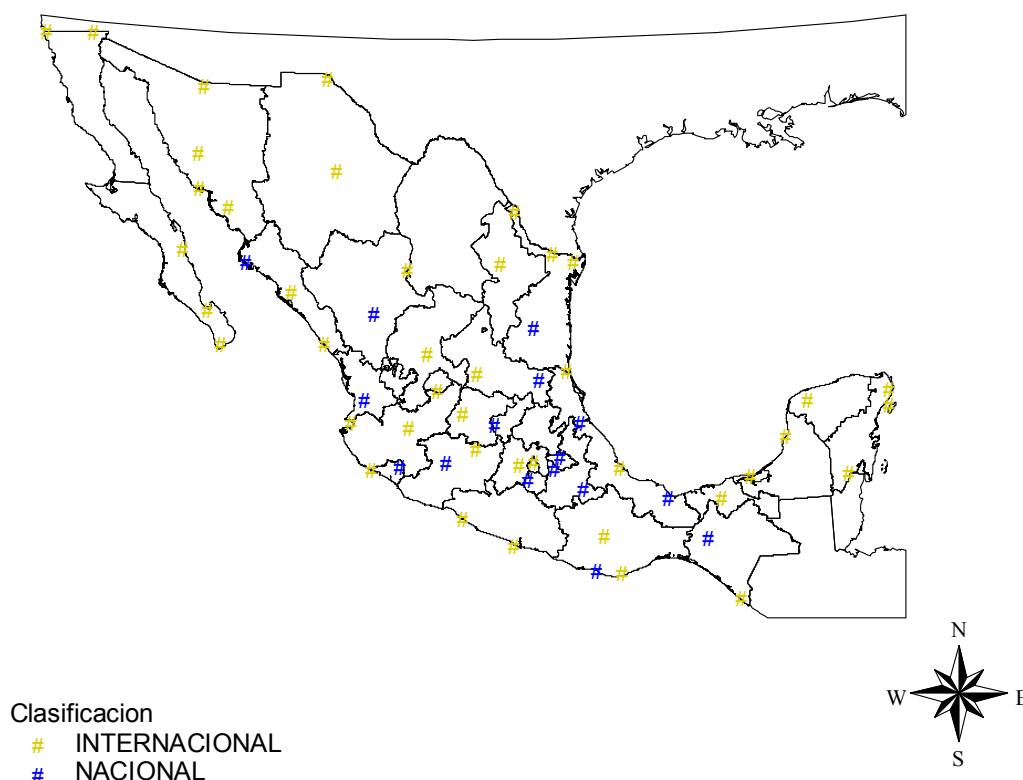
Anexo 3.1.

Características de los aeropuertos

Anexo 3.1 Características de los aeropuertos

Como es de esperarse, no todos los aeropuertos cuentan con las mismas características: pueden diferir en el número de pistas, superficies de las plataformas, capacidad en los edificios terminales, etc. Para caracterizar cada terminal se utilizó un sistema de información geográfica, el cual conjunta la ubicación geográficamente referenciada de cada aeropuerto con bases de datos referentes a sus características físicas y operativas.

En la Figura A3.1 se muestran los aeropuertos clasificados en internacionales y nacionales; se puede observar que aeropuertos como el de la Ciudad de México, Toluca, Monterrey, Guadalajara, Nuevo Laredo, Mérida, y Ciudad Obregón entran en la categoría de aeropuertos internacionales; mientras que los de Uruapan, Ciudad Obregón, Los Mochis, Colima, Puebla, Tlaxcala y Tuxtla Gutiérrez se consideran como aeropuertos nacionales.

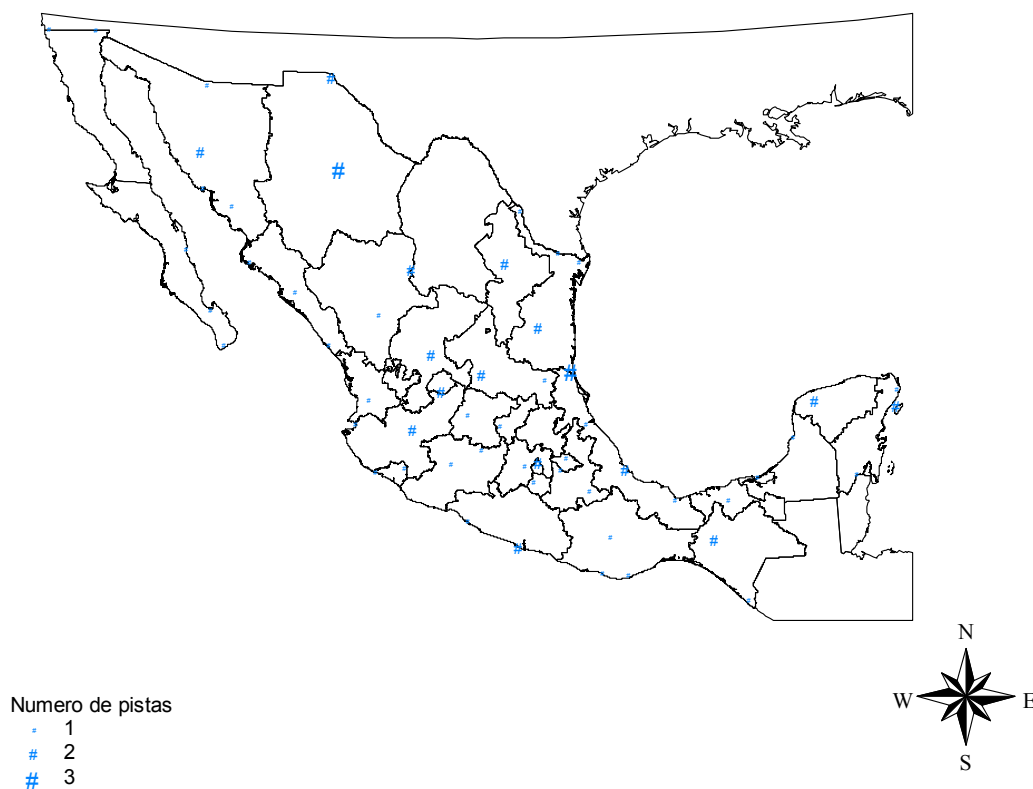


Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.1
Clasificación de aeropuertos en internacionales o nacionales

Empezando con las características físicas, la Figura A3.2 muestra los aeropuertos clasificados por el número de pistas de acuerdo con el reporte del Sistema

estadístico aeroportuario (ASA, 1994). Se puede observar como, en la mayoría de los casos, los aeropuertos con mayor actividad (Figura A3.5): Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey cuentan con dos pistas; mientras que aquellos con menor actividad: Nuevo Laredo, Ciudad Obregón y Uruapan, tienen una sola pista. Destaca el caso de Chihuahua y Tampico, los cuales cuentan con tres pistas.



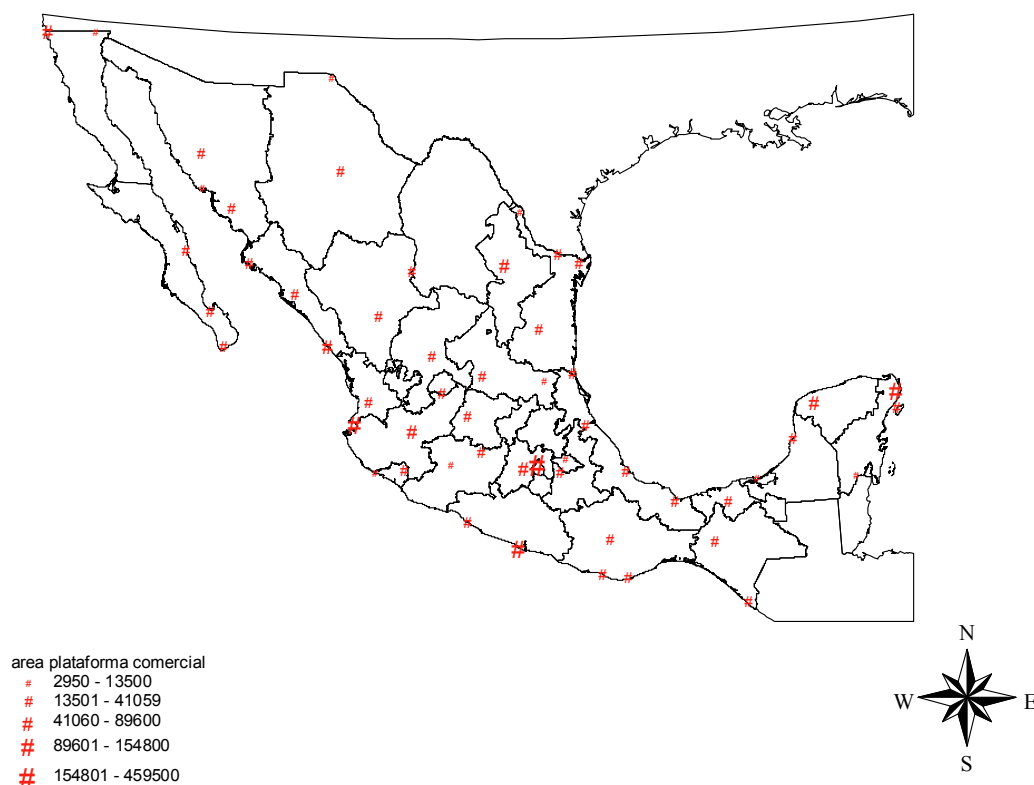
Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.2
Número de pistas por aeropuerto

Siguiendo con las características físicas, las figuras A3.3 y A3.4 muestran las superficies por aeropuerto dedicadas a las plataformas de aviación comercial y general, respectivamente.

Al igual que con el número de pistas, por lo regular, los aeropuertos con más actividad cuentan con plataformas de mayores dimensiones que aquellos con menos operaciones. Al respecto, el de más operaciones comerciales y también el de mayor superficie dedicada a la aviación comercial, es el de la Ciudad de México. Otros aeropuertos que también destacan por su gran superficie dedicada

a la aviación comercial son los de Cancún, Puerto Vallarta y Acapulco; los tres de gran actividad turística.

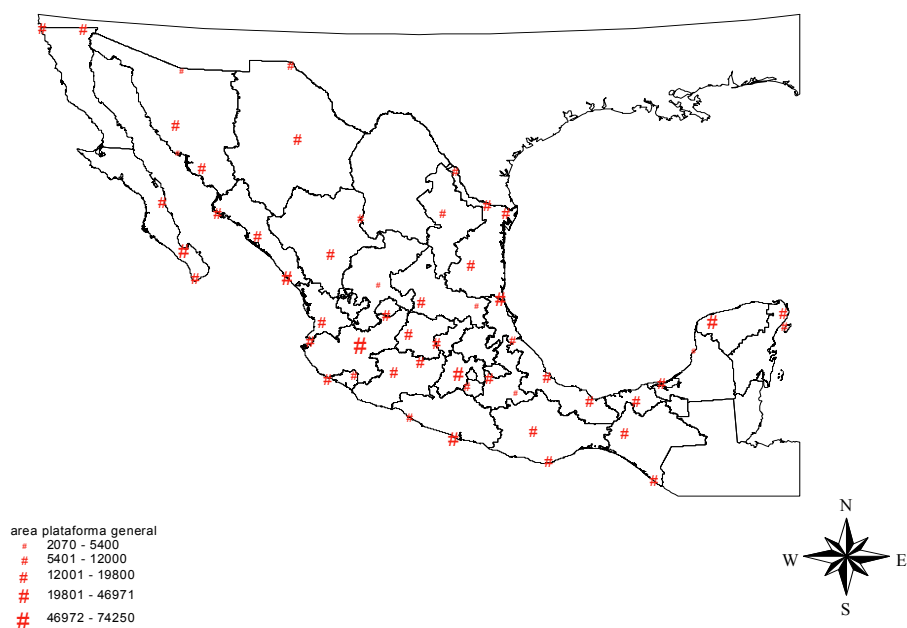


Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.3 **Superficie de plataforma comercial**

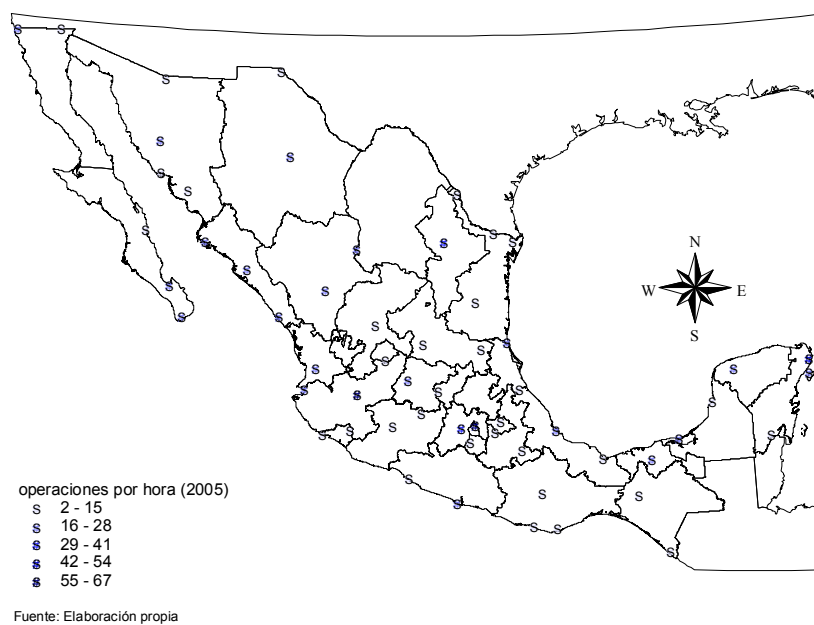
El aeropuerto con la mayor plataforma de aviación general es Guadalajara (Figura A3.4). Éste va seguido por un grupo de aeropuertos, como Toluca, Mérida, Acapulco, Tampico, La Paz y Mazatlán. El resto corresponde a plataformas de menores dimensiones.

En la Figura A3.5 se muestran los aeropuertos agrupados por rangos de operaciones por hora, de acuerdo con una estimación realizada para 2005. En la figura se observa que los que tienen mayor número de operaciones horarias son la Ciudad de México, Guadalajara y Cancún; este nivel de actividad es seguido por los aeropuertos de Monterrey y Toluca. En tercer lugar se encuentran Tijuana, Acapulco y Bajío. Finalmente están los situados en ciudades con poca actividad comercial a nivel nacional como son los del Sureste, Puebla, Tlaxcala, y Zacatecas.



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.4
Superficie de plataforma general



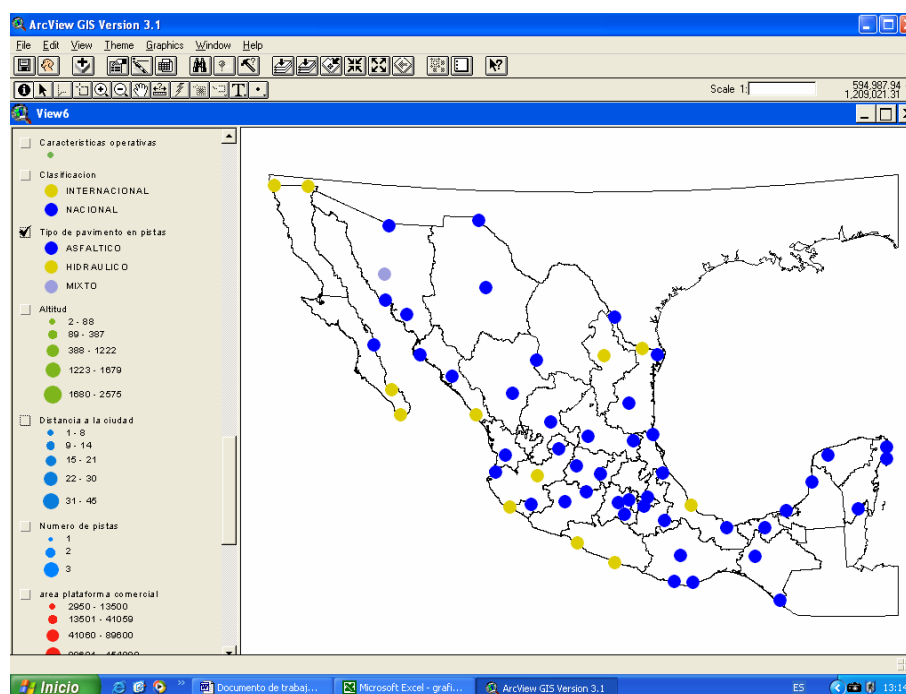
Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.5
Operaciones comerciales por hora

Como ya se mencionó, el uso de un sistema de información geográfica (SIG) permite la relación entre bases de datos y datos espaciales. El sistema desarrollado en este trabajo permite combinar diversas características físicas y operativas de cada aeropuerto entre sí, así como atributos relacionados con otros modos de transporte; por ejemplo, la infraestructura carretera, ferroviaria, y portuaria.

Las relaciones establecidas por medio de un SIG tienen la ventaja de ser visualizadas en mapas, en los que se puede ver atributo por atributo, o la combinación de varios atributos al mismo tiempo. Estos mapas pueden combinarse con gráficas y con cuadros de datos.

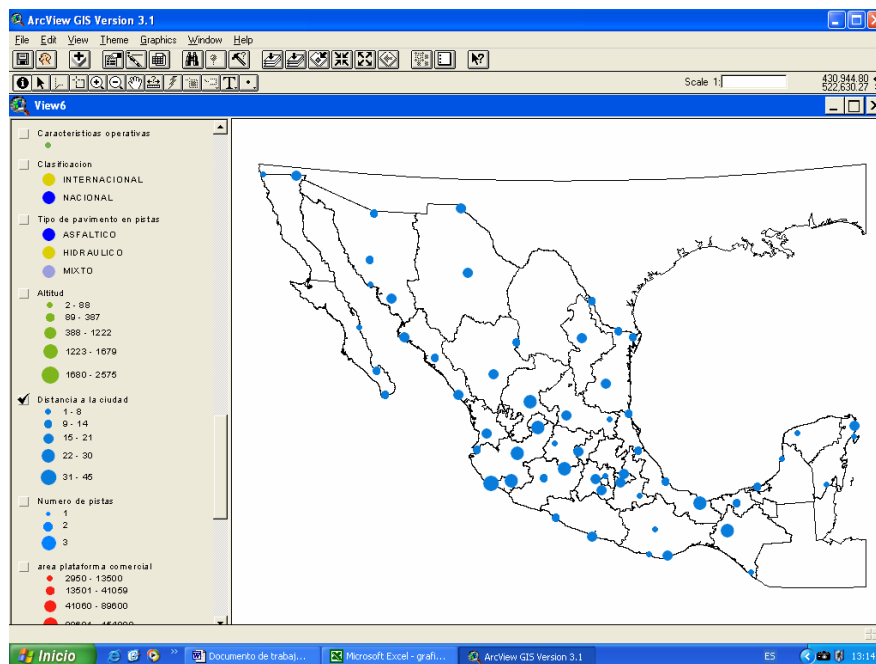
En las siguientes figuras se aprecian algunas relaciones factibles por medio del uso del SIG. Un ejemplo es la Figura A3.6a, donde se muestra el tipo de pavimento utilizado en pistas; esta información (que dentro del SIG se conoce como tema y se ubica en la parte derecha del mapa) puede combinarse con la del tema de clasificación de aeropuertos, que en la figura se muestra arriba del tema de tipo de pavimento.



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.6a
Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de tipo de pavimento en pistas por aeropuerto)

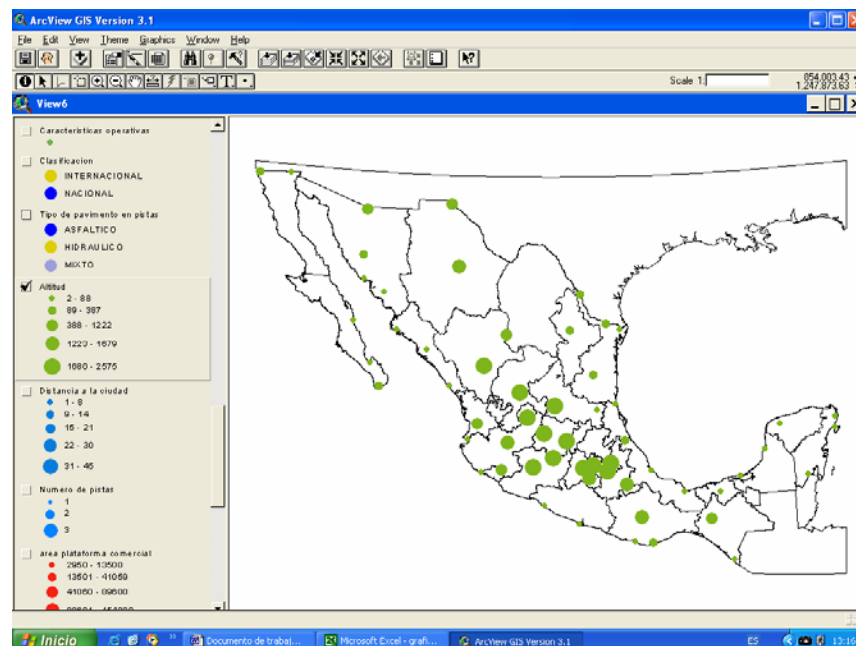
En las figuras A3.6b y A3.6c se muestran otros atributos que pueden ser visualizados por el SIG, como son la distancia a la ciudad y la altitud, respectivamente.



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.6b

Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de distancia entre aeropuertos y ciudades)



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

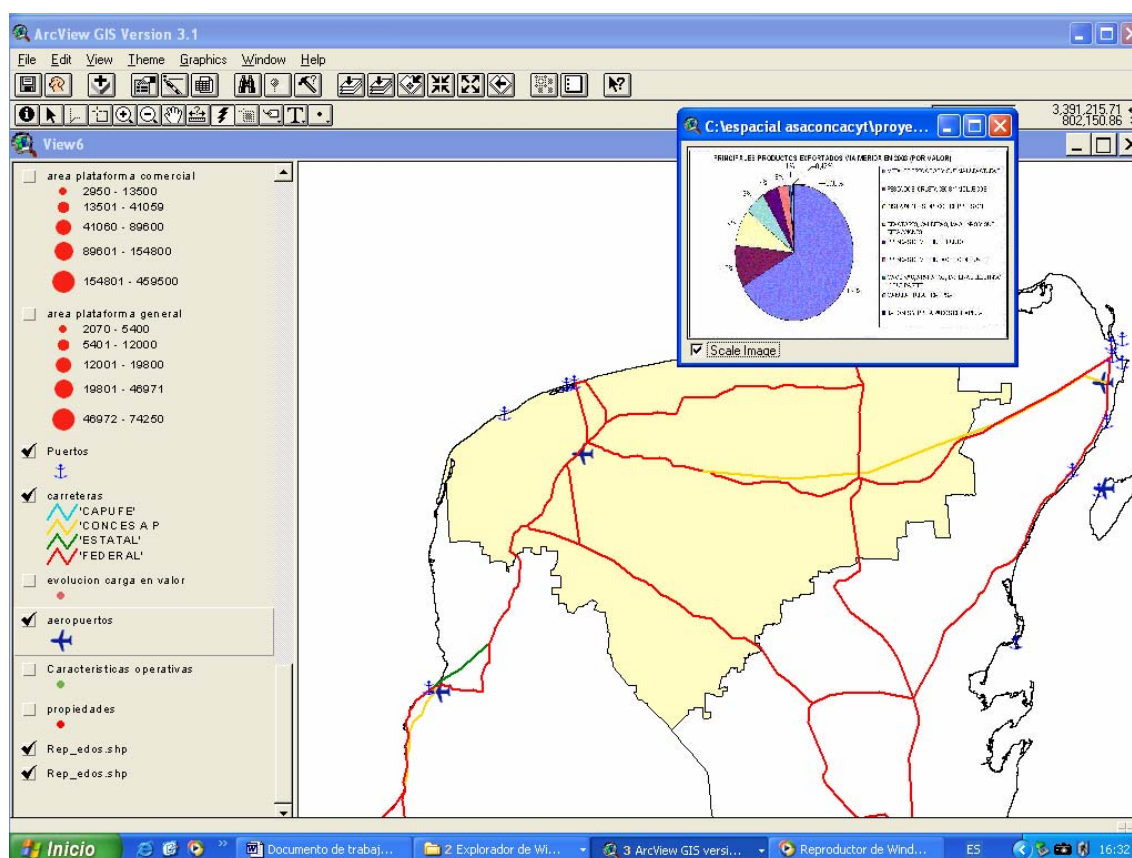
Figura A3.6c

Aplicación de un sistema de información geográfica (1994) (visualización de altitud de los aeropuertos)

Las figuras A3.6d y A3.6e corresponden a visualizaciones realizadas al aeropuerto de Mérida por medio del SIG.

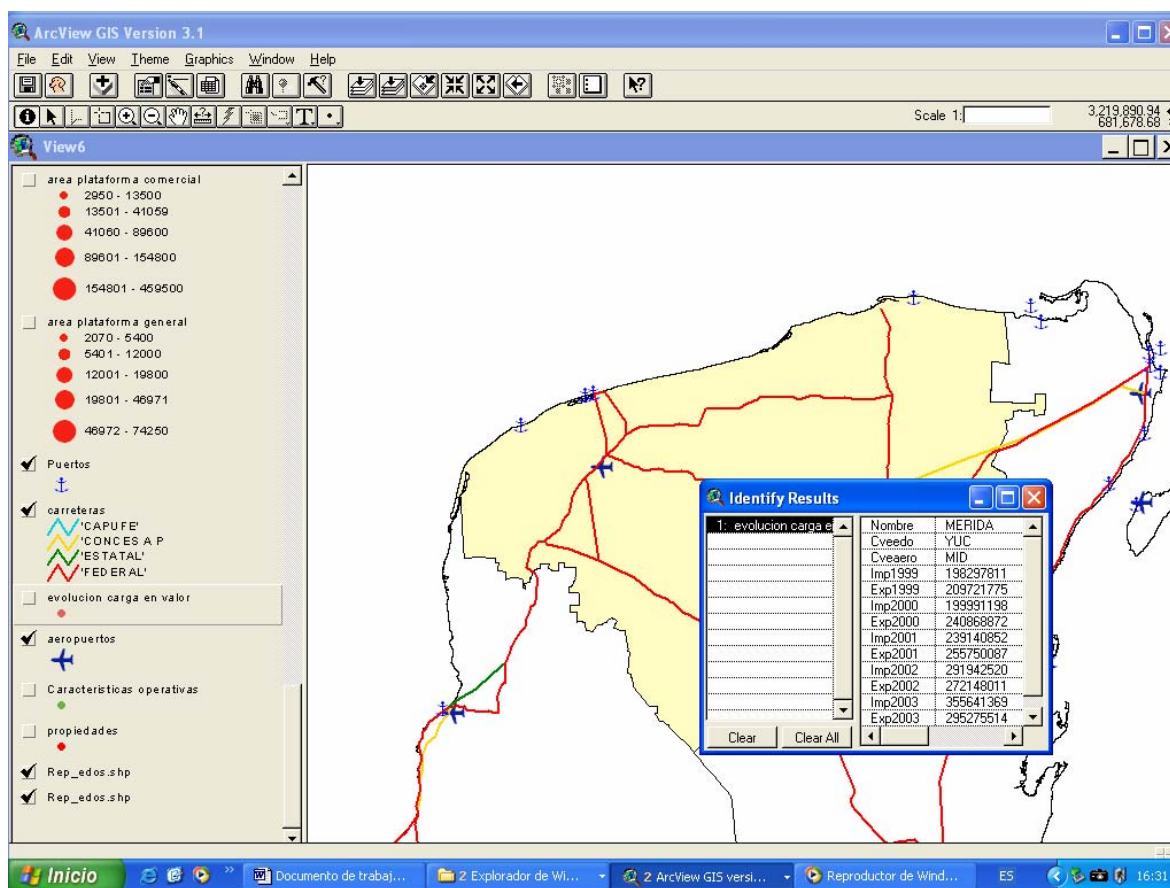
En la Figura A3.6d se observa la ubicación del aeropuerto junto con la red carretera y portuaria de Yucatán, y estados cercanos; a la vez que un diagrama, el cual fue insertado como vínculo por medio de una base de datos, y que corresponde a la Figura 3.12.b, de este mismo documento.

En la Figura A3.6e, al mapa correspondiente al aeropuerto de Mérida se le ha agregado una tabla con los volúmenes de carga aérea, en dólares, de importación y de exportación, entre 1999 y 2003.



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.6d
Aplicación de un sistema de información geográfica (infraestructura de transporte y tipo de carga manejada en Mérida)



Fuente: elaboración propia, con base en el Sistema estadístico aeroportuario. ASA. 1994.

Figura A3.6e
Aplicación de un sistema de información geográfica (infraestructura de transporte y valor de carga manejada en Mérida)

Anexo 5.1.

**Red básica, arcos que acumulan el 95% de la
carga aérea doméstica (2003)**

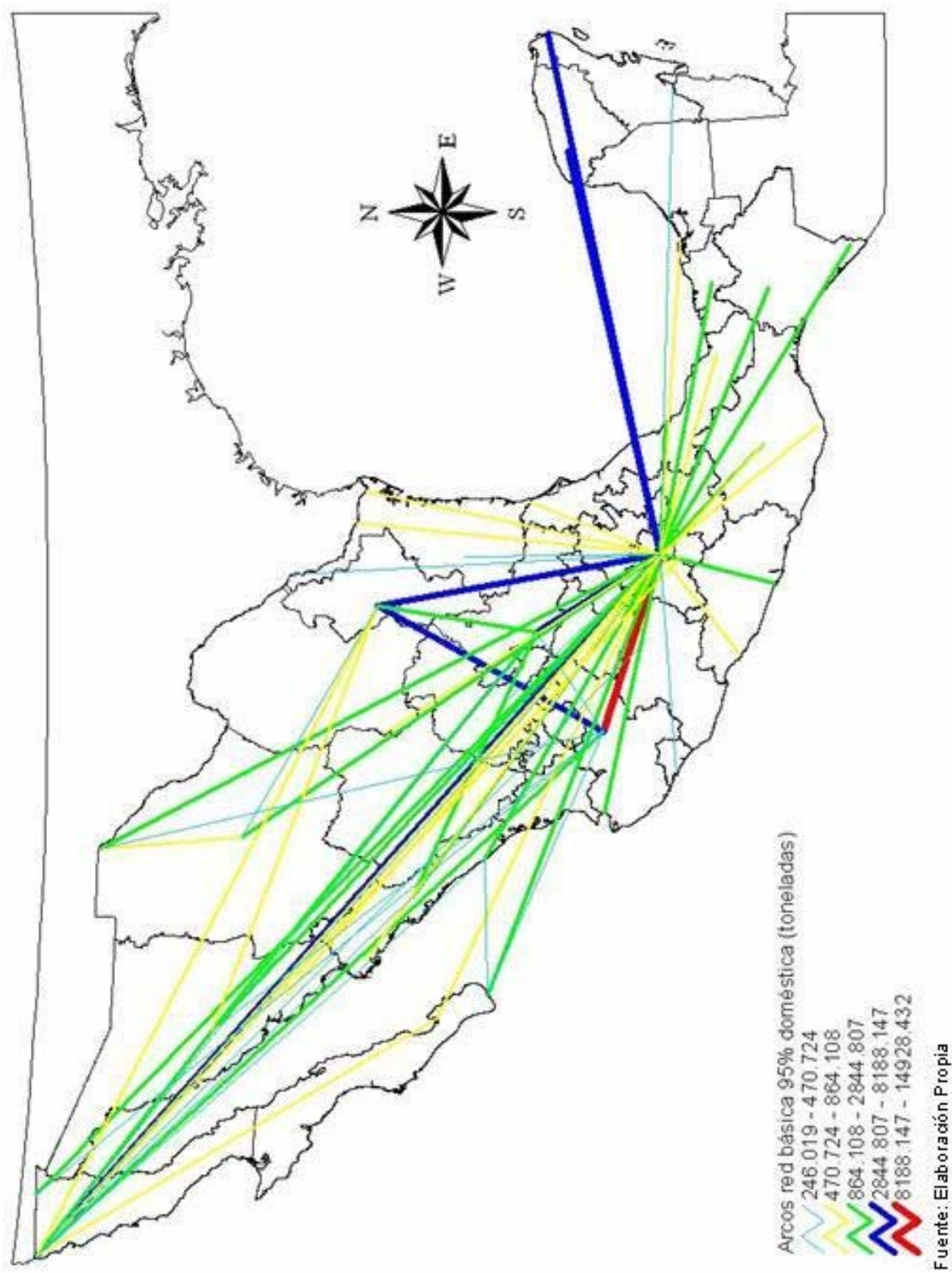


Figura A5.1 Red básica, arcos que acumulan el 95% de la carga aérea doméstica (2003)



‡ **Certificación ISO 9001:2000 según documento No 03-007-MX, vigente hasta el 24 de octubre de 2006 (www.imt.mx)**

§ Laboratorios acreditados por EMA para los ensayos descritos en los documentos MM-054-010/03 y C-045-003/03, vigentes hasta el 9 de abril de 2007 (www.imt.mx)

CIUDAD DE MÉXICO

Av Patriotismo 683
Col San Juan Mixcoac
03730, México, D F
tel (55) 5598-5610
fax (55) 5598 64 57

SANFANDILA

km 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro
tel (442) 216-9777
fax (442) 216-9671

www.imt.mx
publicaciones@imt.mx