

Prognosis de tráfico aéreo. El caso del Aeropuerto Intl. de Bogotá (Colombia)

Working Paper
(Julio 2017)

Oscar Díaz Olariaga

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás. Bogotá (Colombia).

E-mail: OscarDiazOlariaga@usantotomas.edu.co

RESUMEN

El presente documento de trabajo (*Working Paper*) desarrolla un análisis de los pronósticos de tráfico aéreo de pasajeros y carga de los dos planes maestros desarrollados para el Aeropuerto Internacional de Bogotá-El Dorado (de la ciudad de Bogotá en Colombia), en los años 2001 y 2012. Luego se realiza un comparativa entre dichos pronósticos y el tráfico realmente observado, y su correspondiente análisis. Paso seguido, la presente investigación realiza una prognosis de tráfico con ciertas variantes relevantes con respecto a las realizadas en los planes de maestros. Y para terminar, se vuelve a realizar una comparativa de la previsión de la investigación actual con el "pronóstico afinado 2015" de la previsión realizada en el último plan maestro (2012). Las principales conclusiones del presente trabajo son que, a largo plazo, los pronósticos realizados en los planes maestros no se cumplieron, debido a varios factores, utilización de muy cortas series históricas (o series de tiempo) de las variables, muy reducido grupo de variables socio-económicas en los modelos econométricos, deficiente previsión (a corto, medio y largo plazo) de ciertos indicadores económicos del país, y una muy baja valoración de la perspectiva de crecimiento del transporte aéreo en el país y la región.

Palabras clave: aeropuerto, transporte aéreo, pronóstico, plan maestro, Bogotá, Colombia

1. PRONÓSTICOS DE PLANES MAESTROS

1.1. Pronóstico del Plan Maestro 2001

Para el análisis de la demanda el Plan Maestro 2001 (en adelante PM 2001) se tuvieron en cuenta los siguiente supuestos (según documento del *Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Eldorado de la ciudad de Bogotá*, contrato PNUD 990388 de 2001-01-25):

- a) Continuo y fuerte crecimiento económico a largo plazo en Colombia y en los principales países con fuertes vínculos comerciales.
- b) Impacto de la desregulación de la industria de transporte aéreo que irá adquiriendo mayor importancia conforme a los principios de liberalización que se han ido aplicando en el sector de transporte aéreo colombiano.
- c) La limitación del espacio de carga en el fuselaje disponible en los aviones para pasajeros, se pretendió garantizar que la parte de la carga aérea de la región en aviones exclusivamente dedicados al manejo de carga siguieran por encima del 85% y muy probablemente 90%.
- d) El tráfico de pasajeros con origen o destino a Bogotá aumentará a una tasa de 1,653 veces más el crecimiento del PIB (de 3,5% anual periodo 2000-2010) y de 3% anual entre 2010 y 2025.
- e) El tráfico de carga aérea internacional aumentará a una tasa de 1,113 (pronóstico probable) o 1,492 (pronóstico optimista) veces más que el crecimiento del PIB hasta el 2025.

Para el desarrollo del pronóstico, a muy largo plazo (2001-2025), se utilizó un modelo econométrico donde la variable socio-económica el PIB nacional fue la más relevante (en el documento del PM 2001 no se citan todas las variables socio-económicas utilizadas ni tampoco la extensión, en años, de las correspondientes series históricas, o series temporales, de las variables utilizadas). En cuanto a las variables aeronáuticas (pasajeros y carga), se trabajó con una serie histórica de 10 años (1990-1999). Los pronósticos del PM 2001 se muestran en las Fig. 1, 2 y 3. Y finalmente se afirmó (se supone luego del cálculo de la proyección del PIB) un determinado crecimiento de tráfico sobre un crecimiento del PIB medio anual del 3,5% para la

década 2000-2010, cuando el crecimiento real (medio anual) en ese periodo fue de un **4,18%**, y para el periodo 2010-20105 supusieron un crecimiento medio anual del 3%, cuando hasta la fecha, en lo que va de década (2010-2015) el crecimiento real (medio anual) está siendo del **4,6%**. Evidentemente se hizo una muy mala proyección del PIB nacional.

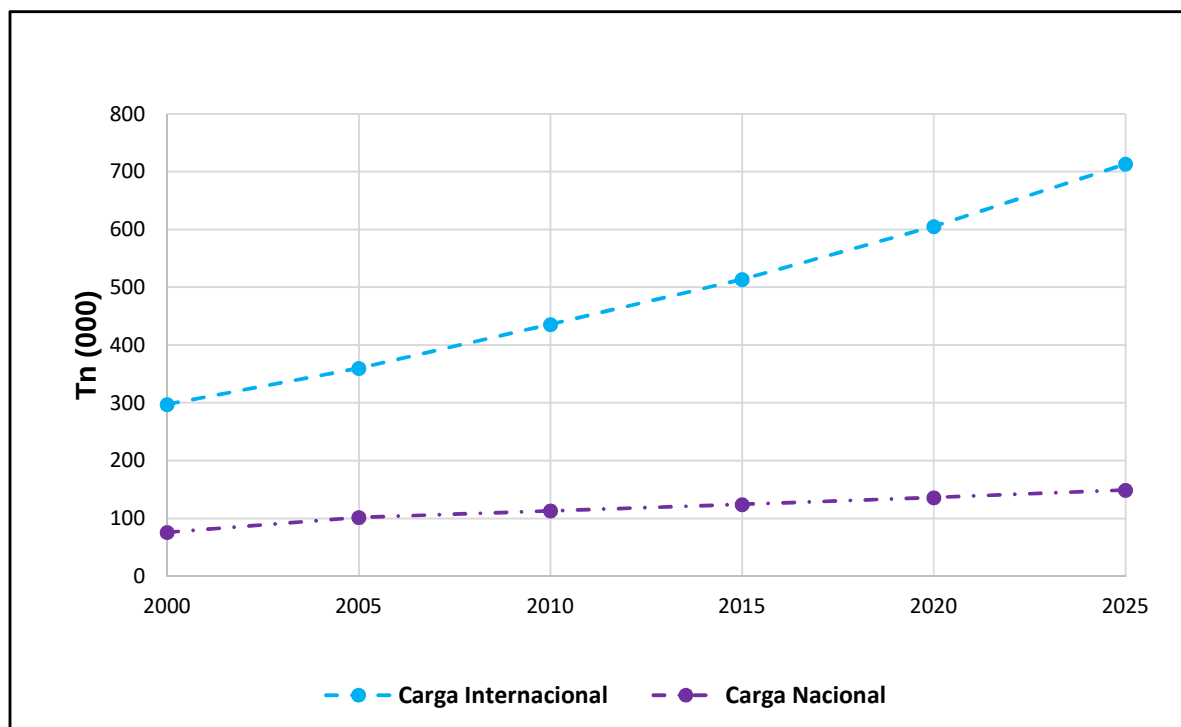


Fig. 1. Proyección de tráfico de Carga Nac. e Intl. (BOG). *Fuente:* PM 2001

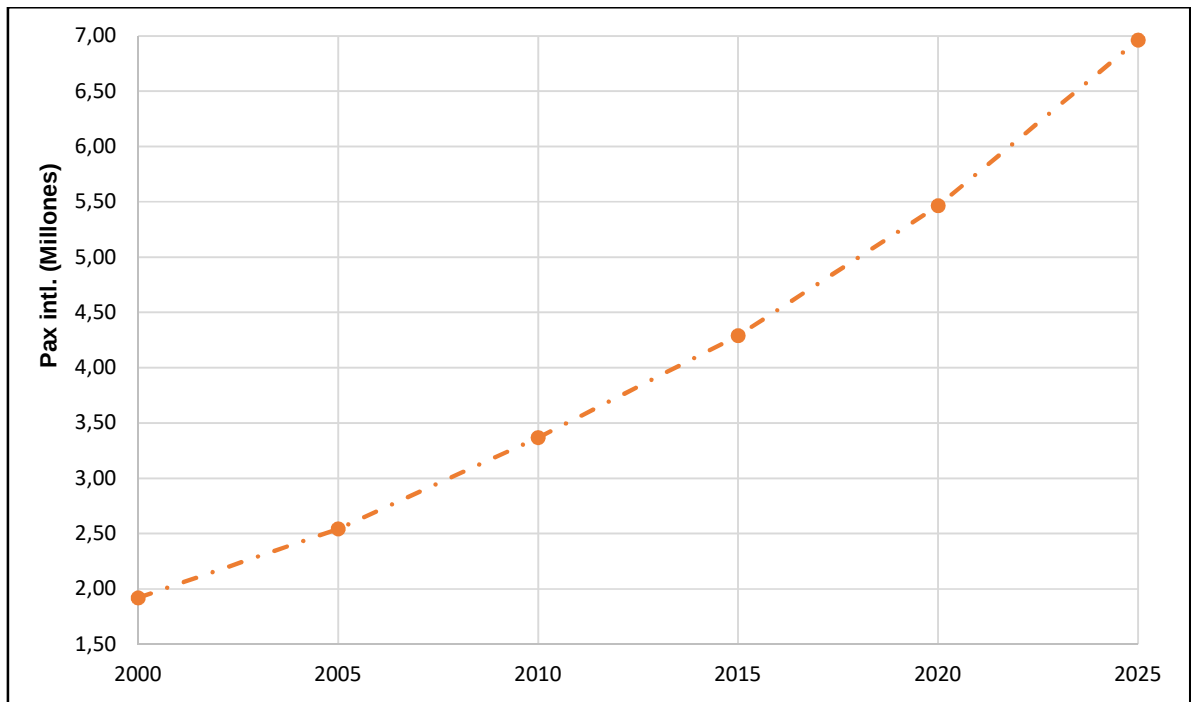


Fig. 2. Proyección de pasajeros internacionales (BOG). *Fuente:* PM 2001.

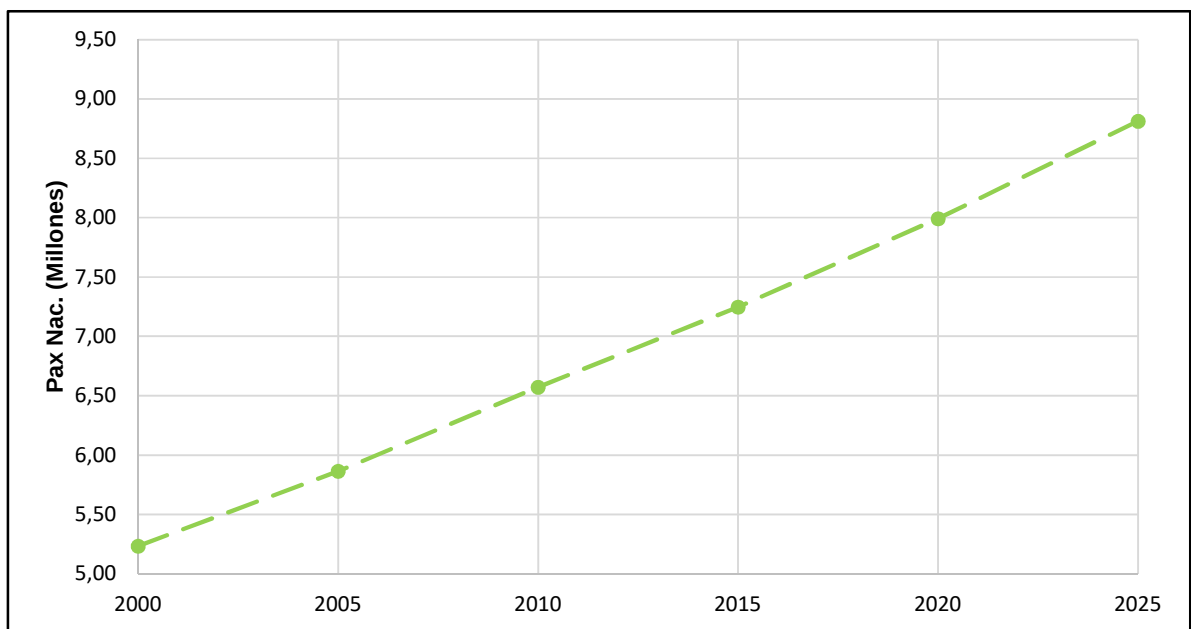


Fig. 3. Proyección de pasajeros nacionales (BOG). *Fuente:* PM 2001.

1.2. Pronóstico Plan Maestro 2012

Según convenio del 28 de noviembre de 2011, contrato n° 11000261 OH entre Aerocivil y el consultor, se aprobó la actualización del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Eldorado de la ciudad de Bogotá DC (en adelante PM 2012).

El PM 2012 de BOG realizó un pronóstico a 30 años, utilizando un modelo econométrico con las siguientes variables macro-económicas (todas ellas a nivel nacional): PIB, IPC, TRM, exportaciones e importaciones y población (series históricas de esa década, 2000-2011). En cuanto a las variables aeronáuticas (pasajeros y carga), se utilizó una serie histórica de 12 años (2000-2011).

Los pronósticos de pasajeros nacionales e internacionales se basaron en análisis de regresión. En la proyección de pasajeros nacionales se aplicó un análisis multivariante de regresión lineal utilizando el PIB de Colombia, IPC, y población como variables independientes y se incluyó una variable ficticia con un valor de 1,0 para el punto de datos del año 2009. Se utilizó esta variable ficticia para explicar una anomalía en las diferencias de las magnitudes de cambio del PIB y de los pasajeros nacionales de ese año. El valor resultante de R^2 ajustado fue de 0,94, y el análisis de regresión fue aceptado con una correlación significativa entre las variables independientes y el tráfico de pasajeros nacionales. Debido a la maduración anticipada del mercado aéreo nacional de Colombia, el nivel actual de la frecuencia de servicio nacional, y la cantidad de grandes centros de población ya atendidos desde Bogotá, el pronóstico obtenido a partir de la regresión se aplicó solo hasta 2016. Después de 2016, las tasas de crecimiento anuales previstas se ajustaron para incorporar una reducción gradual del 6,5 por ciento en 2016 a una tasa de crecimiento anual del 2,0 por ciento en 2031. De esta forma el pronóstico permite la expansión interna continua en el corto plazo antes de reflejar la madurez del mercado y una asociada tasa de crecimiento madura del 2,0 por ciento a largo plazo, que se utilizó en los años restantes de la previsión, de 2031 a 2041. El pronóstico resultante para pasajeros nacionales proyectaba un aumento en el tráfico de pasajeros de 14,5 MPax/año en 2011 a 44,4 MPax/año en 2041, con un promedio de crecimiento anual del 3,8% durante el período del pronóstico.

En el pronóstico de pasajeros internacionales se aplicó un análisis de regresión lineal con el PIB colombiano como la variable independiente. El valor resultante de R^2 fue de 0,97, y

el análisis de regresión fue aceptado con una correlación significativa entre las variables independientes y el tráfico de pasajeros internacionales. El pronóstico resultante para pasajeros internacionales proyectaba un aumento de 5,8 MPax/año en 2011 a casi 24,9 MPax/año en 2041. El crecimiento previsto en tráfico de pasajeros internacionales en un período de pronóstico de 30 años representa una tasa media de crecimiento anual del 5%.

Los pronósticos de pasajeros (nac. e intl.) del PM 2012 se muestran en las Fig. 4 y 5.

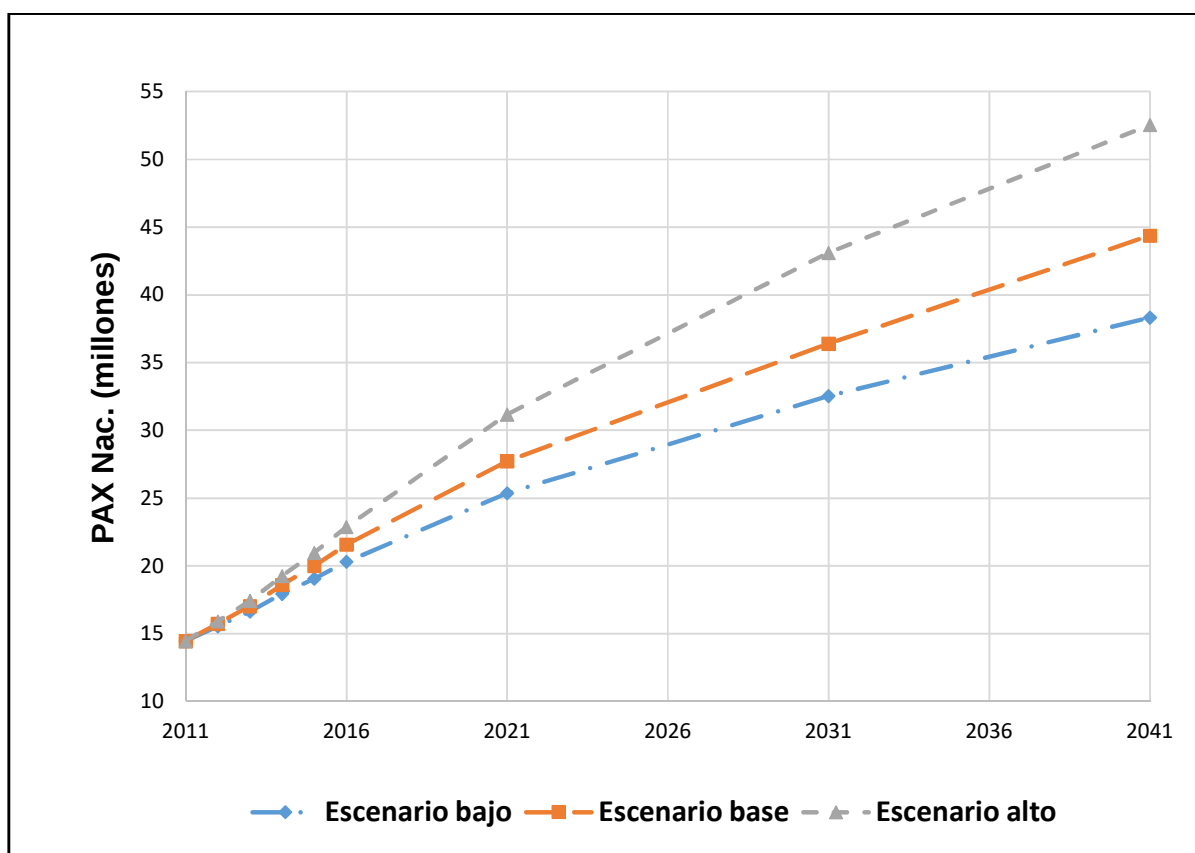


Fig. 4. Proyección de pasajeros domésticos (BOG). Fuente: PM 2012.

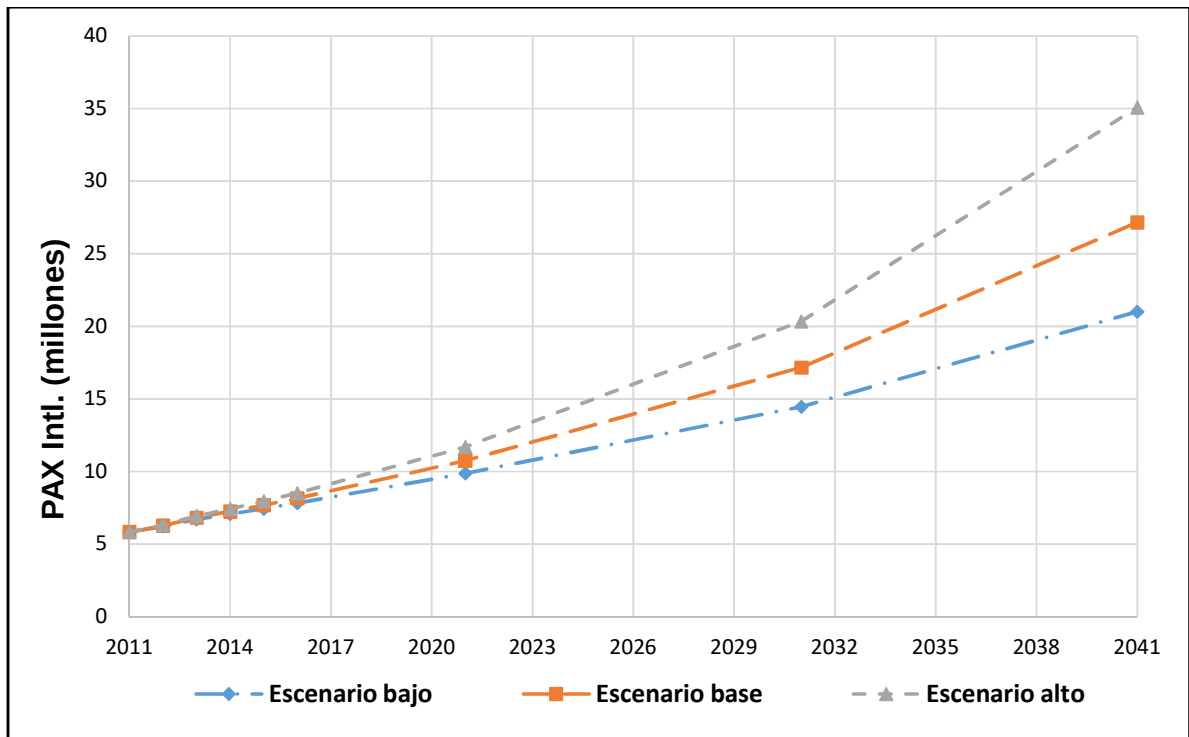


Fig. 5. Proyección de pasajeros internacionales (BOG). Fuente: PM 2012.

El tonelaje histórico de carga aérea en BOG se registró en segmentos de entrada y de salida para los mercados nacionales e internacionales. Debido a la volatilidad del mercado mundial de carga aérea, así como el mercado nacional de carga aérea en Colombia, ni el segmento de carga nacional ni el internacional (ni de entrada ni de salida) mostraron correlaciones significativas con las variables socioeconómicas examinadas. Un asumido básico en las previsiones de carga era que la economía de Colombia y la economía mundial eran suficientemente fuertes como para suponer que las tendencias históricas recientes serían apoyadas por una estabilidad financiera similar y un crecimiento de la economía. Con el fin de proyectar la carga aérea nacional se aplicaron análisis de tendencias a los tonelajes de carga histórica en cada segmento nacional. Para proyectar la carga internacional se elaboró un conjunto de tasas de crecimiento compuesto, que se aplicó a los segmentos internacionales de carga aérea, incorporando la influencia de las tasas de crecimiento de carga aérea regional de Airbus con las tendencias históricas.

Según los análisis de tendencias históricas de carga nacional entrante y saliente, se proyectó que la carga aérea nacional, aumentaría de 109.189 toneladas métricas en 2011 a 239.240 toneladas métricas en 2041, lo que representa un crecimiento anual medio del 2,6 por ciento durante el período del pronóstico.

El pronóstico de carga aérea internacional también se determinó mediante el uso de análisis de tendencias históricas y la incorporación de tasas de crecimiento de la industria proyectadas para la región, que se describe como un escenario de crecimiento híbrido. El pronóstico resultante para la carga aérea internacional proyectaba que el tonelaje de carga aumentaría de 506.065 toneladas métricas a 1,9 millones de toneladas métricas en 2041. El crecimiento previsto en el tonelaje de carga internacional en un período de pronóstico de 30 años representa una tasa media de crecimiento anual del 4,5%.

Los pronósticos de carga (nac. e intl.) del PM 2012 se muestran en las Fig. 6 y 7.

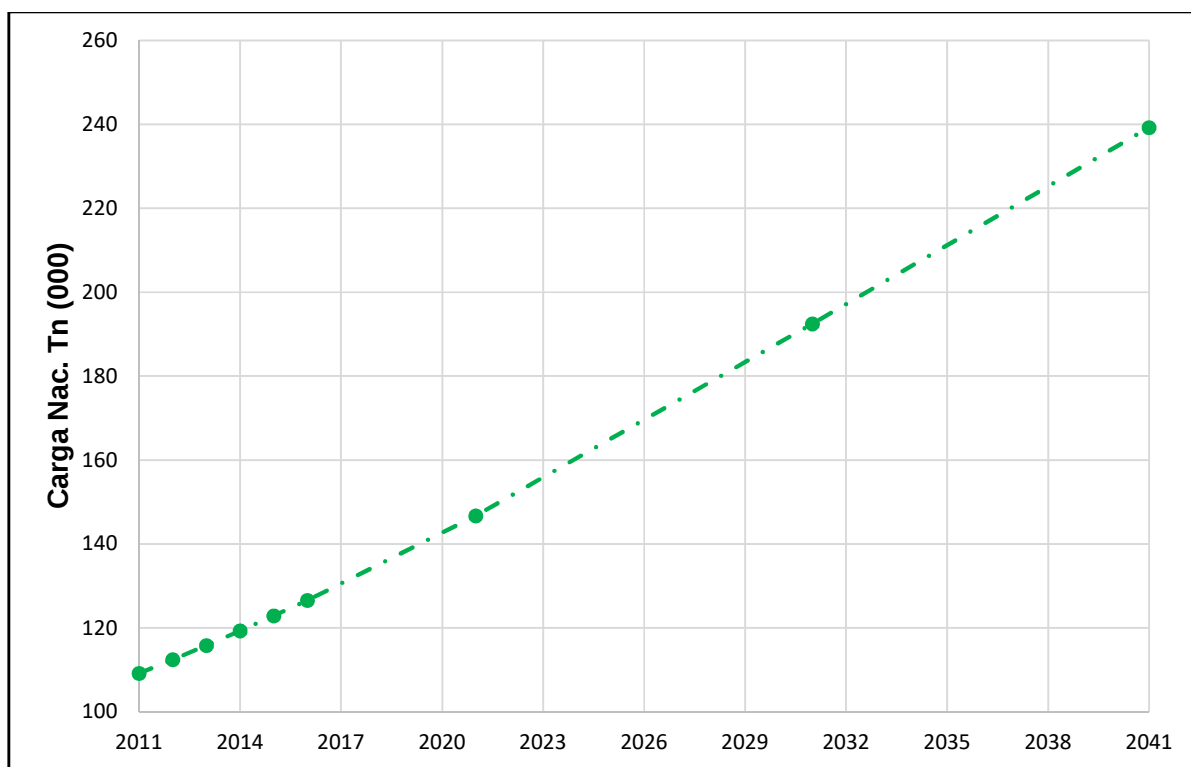


Fig. 6. Proyección de carga nacional (BOG). Fuente: PM 2012.

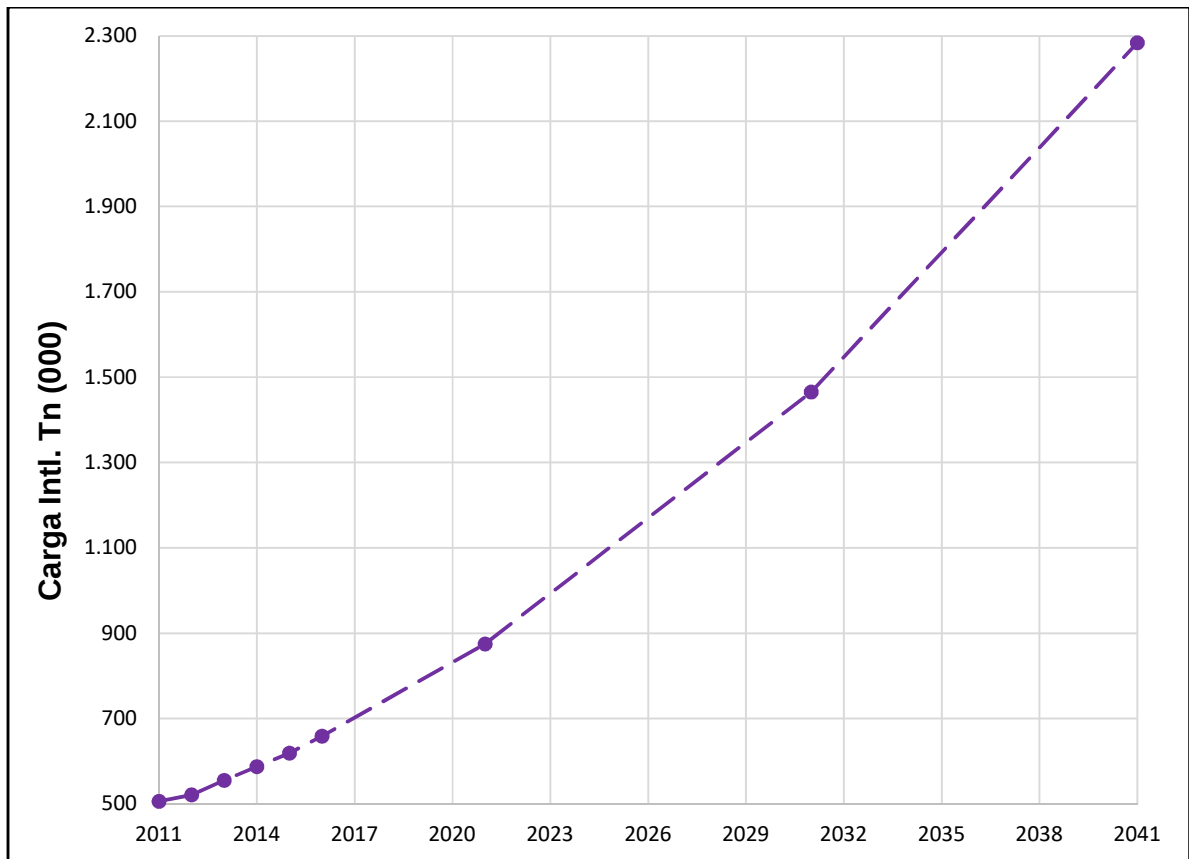


Fig. 7. Proyección de carga internacional (BOG). Fuente: PM 2012.

1.3. "Pronóstico Afinado 2015"

Dentro, o como parte, del contrato titulado: "*Análisis técnico de la viabilidad operacional y elaboración del plan maestro aeroportuario para el proyecto de infraestructura El Dorado II*", realizado en el año 2015, el consultor de dicho proyecto realizó un "pronóstico afinado 2015" con respecto al del PM 2012 (en adelante PA 2015).

Desde el punto de vista metodológico, los pronósticos de pasajeros nacionales e internacionales se basaron en análisis de regresión. En la proyección de pasajeros nacionales se aplicó un análisis multivariante de regresión lineal utilizando el PIB de Colombia, IPC, y población como variables independientes y se incluyó una variable ficticia con un valor de 1,0 para el punto de datos del año 2009. Se utilizó esta variable ficticia para explicar una anomalía en las diferencias de las magnitudes de cambio del PIB y de los pasajeros nacionales de ese año. El valor resultante de R^2 ajustado fue de 0,94, y el análisis de regresión fue aceptado con

una correlación significativa entre las variables independientes y el tráfico de pasajeros nacionales. Debido a la maduración anticipada del mercado aéreo nacional de Colombia, el nivel actual de la frecuencia de servicio nacional, y la cantidad de grandes centros de población ya atendidos desde Bogotá, el pronóstico obtenido a partir de la regresión se aplicó solo hasta 2016. Después de 2016, las tasas de crecimiento anuales previstas se ajustaron para incorporar una reducción gradual del 6,55 en 2016 a una tasa de crecimiento anual del 2,0% en 2031. De esta forma el pronóstico permite la expansión interna continua en el corto plazo antes de reflejar la madurez del mercado y una asociada tasa de crecimiento madura del 2,0% a largo plazo, que se utilizó en los años restantes de la previsión, de 2031 a 2041. El pronóstico resultante para pasajeros nacionales proyectaba un aumento en el tráfico de pasajeros de 14,5 MPax/año en 2011 a 44,4 MPax/año en 2041, con un promedio de crecimiento anual del 3,8% durante el período del pronóstico.

En el pronóstico de pasajeros internacionales se aplicó un análisis de regresión lineal con el PIB colombiano como la variable independiente. El valor resultante de R^2 fue de 0,97, y el análisis de regresión fue aceptado con una correlación significativa entre las variables independientes y el tráfico de pasajeros internacionales. El pronóstico resultante para pasajeros internacionales proyectaba un aumento de 5,8 MPax/año en 2011 a casi 24,9 MPax/año en 2041. El crecimiento previsto en tráfico de pasajeros internacionales en un período de pronóstico de 30 años representa una tasa media de crecimiento anual del 5,0%.

En las Fig. 8 y 9 se presentan los pronósticos afinados realizados en el mencionado estudio.

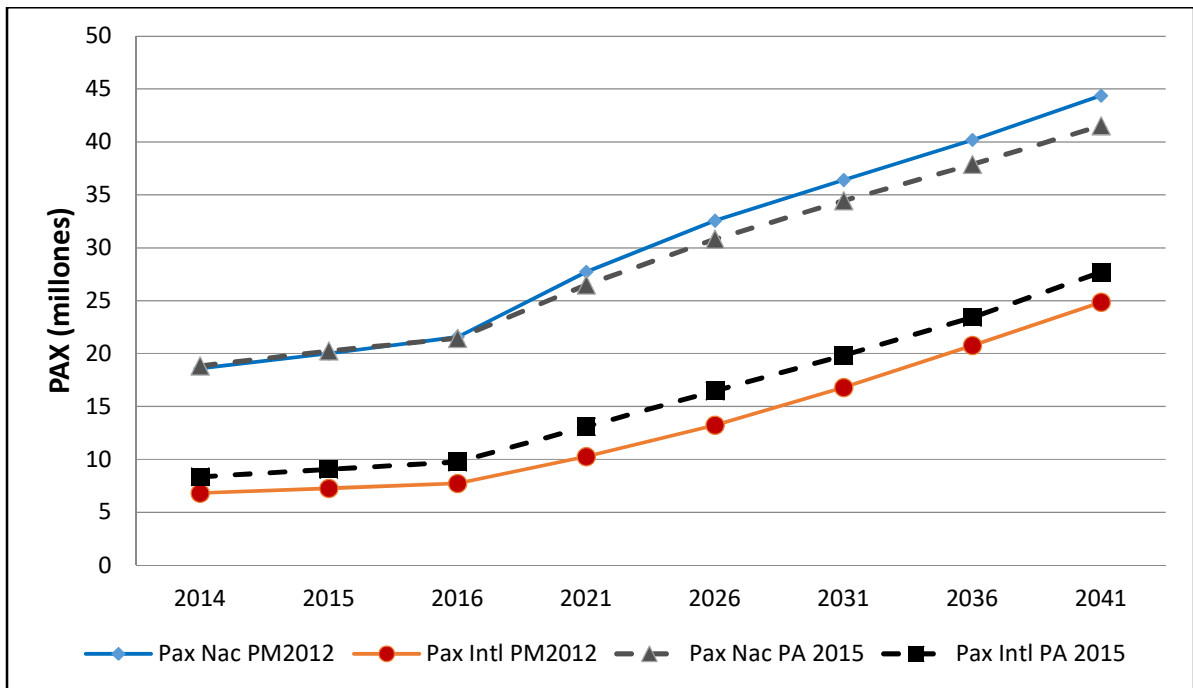


Fig. 8. Pronóstico Afinado 2015 vs. Proyección PM 2012, para pasajeros. Fuente: PA 2015.

Como se puede apreciar en la Fig. XX el pronóstico afinado 2015, con respecto a las proyecciones del Plan Maestro 2012, corrigió a la baja las proyecciones de pax nacionales y al alza las proyecciones de pax internacionales, respectivamente.

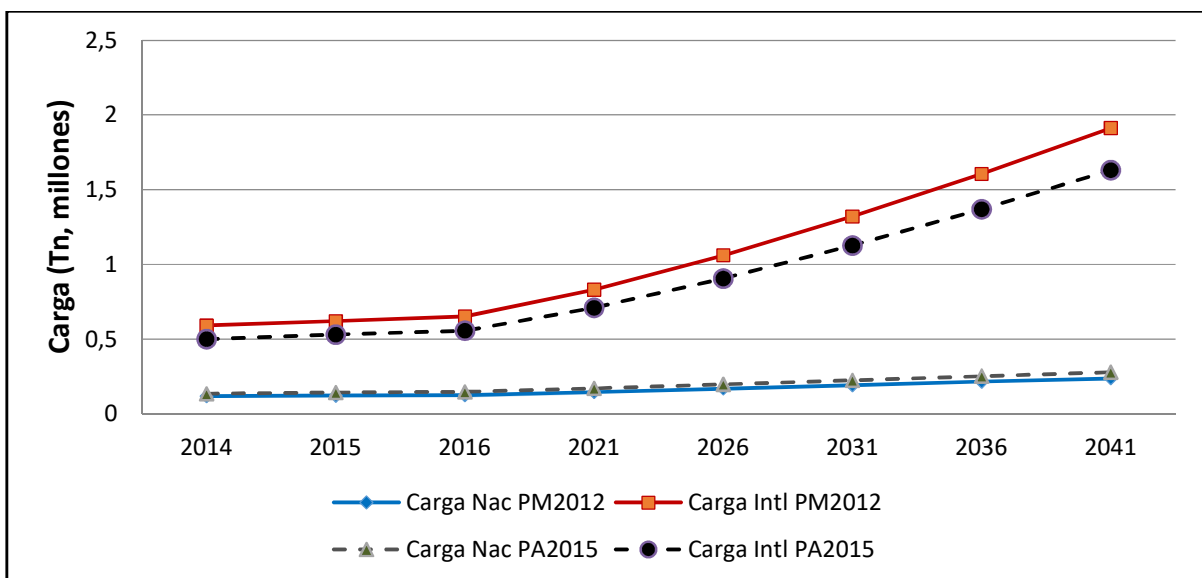


Fig. 9. Pronóstico Afinado 2015 vs. Proyección PM 2012, para carga. Fuente: PA 2015.

Como se puede apreciar en la Fig. 9 el pronóstico afinado 2015, con respecto a las proyecciones del Plan Maestro 2012, corrigió a la baja las proyecciones de carga internacional y muy ligeramente al alza las proyecciones de carga nacional, respectivamente.

1.4. Análisis comparativo entre pronósticos de planes maestros y datos observados

1.4.1 Plan Maestro 2001

Los pronósticos del PM 2001 muestran una alta coincidencia con los observados únicamente cuando el pronóstico fue a corto plazo, a partir de medio plazo los datos proyectados divergen de los observados, siendo la divergencia muy alta a largo y muy largo plazo. Esto se pone de relieve, sobre todo en el pronóstico de pasajeros (ver Fig. 10 y 11). En lo que respecta a las proyecciones de carga aérea los pronósticos, a largo/muy largo plazo, son divergentes muy ligeramente (ver Fig. 12 y 13).

Hay varias hipótesis sobre la alta divergencia de las proyecciones a largo y muy largo plazo, a saber:

- a) las series históricas, o series de tiempo, utilizadas de las variables aeronáuticas (pasajeros y carga), son muy cortas, no más de 10 años, con lo que es muy difícil generar pronósticos fiables y robustos más allá del corto plazo (5-7 años);
- b) no se hace mención sobre que variables socio-económicas se utilizaron en el modelo econométrico, y por otro lado, se menciona que la extensión de sus series temporales relacionadas fueron de la década de 1990, es decir, una serie temporal corta (de sólo 10 años);
- c) no se hizo un análisis profundo de las perspectivas de crecimiento económico que estaba empezando a experimentar el país en ese momento (año 2000) y que superaron todas las expectativas a los largo de la siguiente década y media.

1.4.2 Plan Maestro 2012

Los pronósticos del PM 2012 se proyectaron a muy largo plazo, 30 años; ahora bien, en lo recorrido desde entonces (2011), es decir en el corto plazo, las proyecciones son relativamente coincidentes con el tráfico observado en este corto periodo. En algunos casos los pronósticos erraron por defecto y en otros por exceso, de allí el "ajuste" que se realizó en el

2015, como se explicó con anterioridad y se mostró en las Fig. 8 y 9. Asimismo la metodología usada para el pronóstico de la demanda presenta ciertas características que pueden generar fuertes divergencias con los datos observados en el futuro, estas son:

- las series temporales, tanto de la variables aeronáuticas como las socio-económicas son muy cortas (11-12 años), considerando que se pretende pronosticar a 30 años;
- en el plan maestro se citan todas las variables socio-económicas utilizadas en el modelo econométrico, pero todas ellas son a nivel macro, es decir a nivel país, cuando el aeropuerto está en la ciudad de Bogotá (y sirve a la ciudad de Bogotá). Al menos debería haberse realizado una prognosis paralela con indicadores de Bogotá DC para comparar.

1.4.3 Comparativa de proyecciones de planes maestros y valores observados (tráfico real)

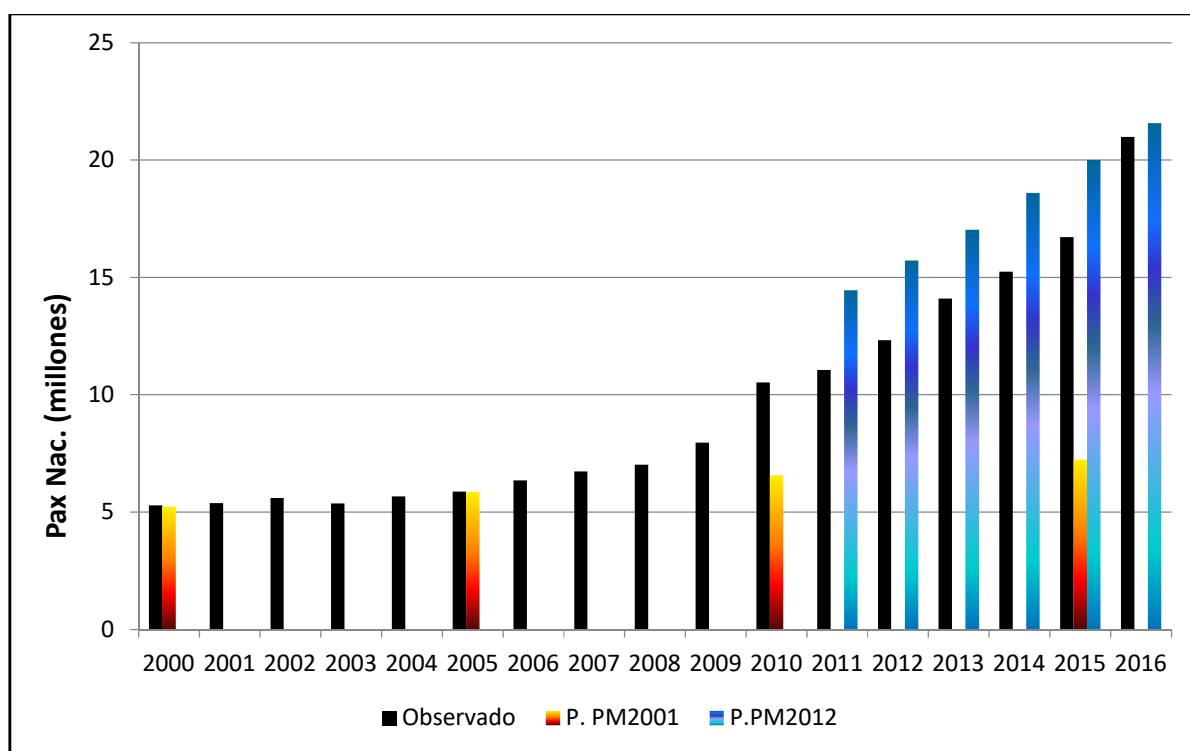


Fig. 10. Comparativa de proyecciones de planes maestros y tráfico observado, Pax Nac.

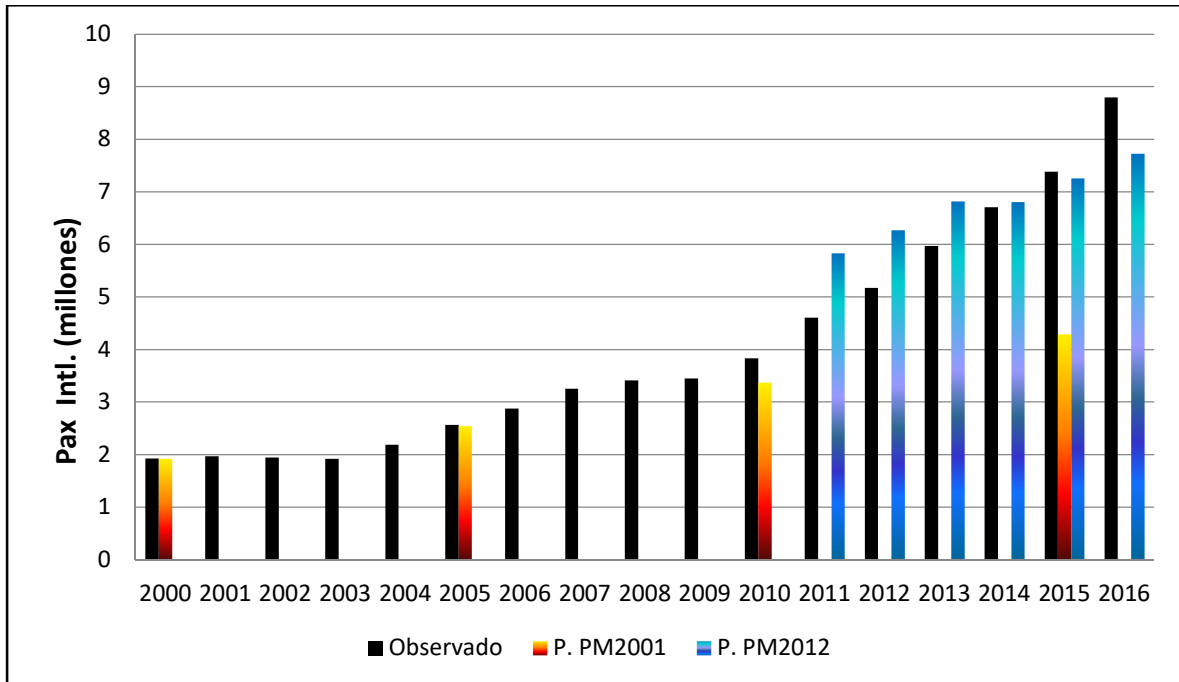


Fig. 11. Comparativa de proyecciones de planes maestros y tráfico observado, Pax Intl.

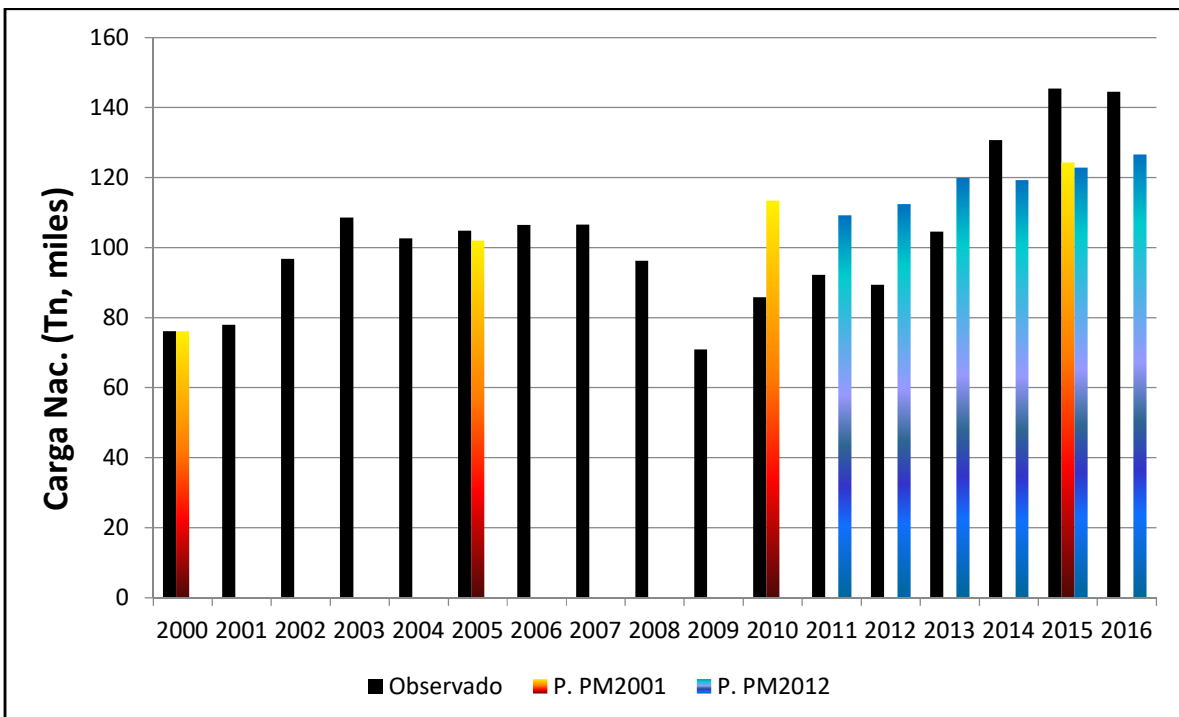


Fig. 12. Comparativa de proyecciones de planes maestros y tráfico observado, Carga Nac.

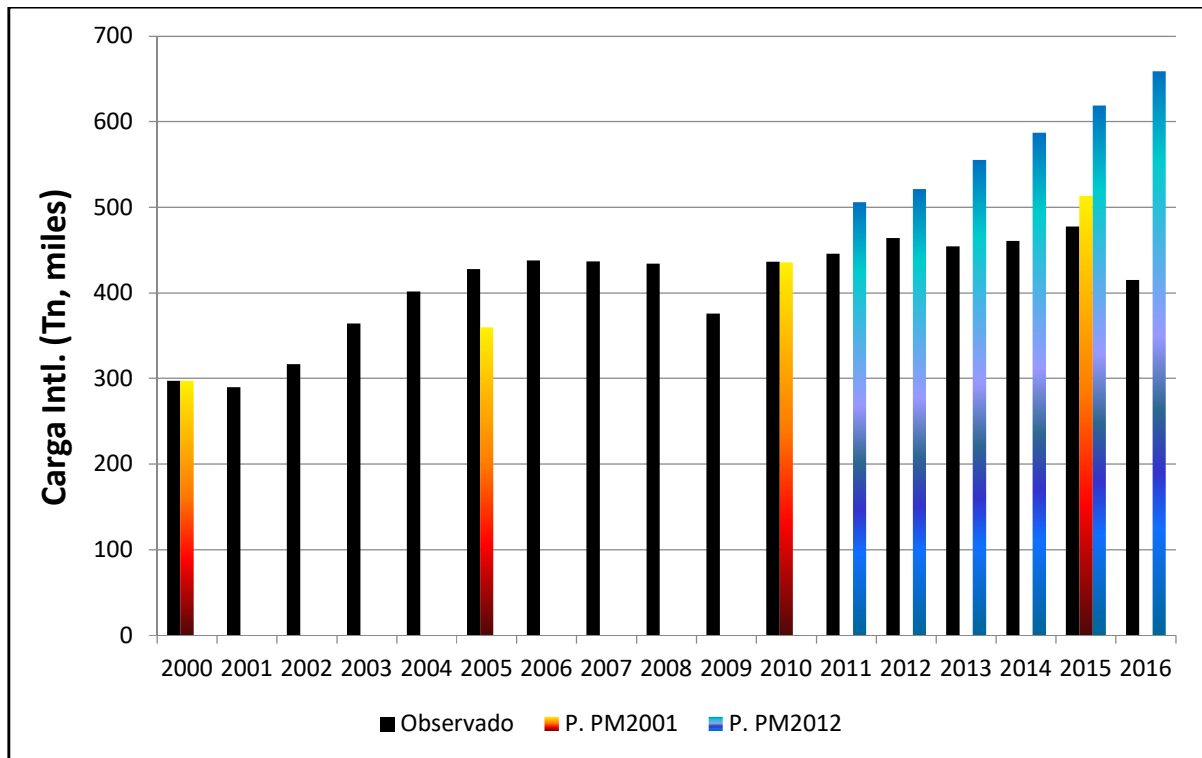


Fig. 13. Comparativa de proyecciones de planes maestros y tráfico observado, Carga Intl.

2. DESARROLLO DE PRONÓSTICO A CORTO PLAZO (5 AÑOS)

En la presente investigación se realizó una pronóstico para poder compararlo con el último pronóstico formalmente desarrollo, el "pronóstico afinado 2015". Ahora bien, la proyección será a corto plazo, 5 años, y se realizará bajos dos modalidades diferentes:

- 1) Pronóstico utilizando indicadores socio-económicos de Bogotá DC.
- 2) Pronóstico utilizando indicadores socio-económicos de Colombia (nivel país).

Para ello, el modelo econométrico utilizó las siguientes variables:

A. variables aeronáuticas:

- a) pasajeros (nacional e internacional) y carga (nacional e internacional), extensión de la serie de tiempo: 1992-2016 (25 años).

B. variables socio-económicas; periodo de la serie (anual): 1991-2016 (26 años), entre paréntesis se especifica el indicador usado en cada una de la metodologías del pronóstico antes indicada.

- a) PIB (Bogotá DC / Colombia)
- b) PIB / cápita (Bogotá DC / Colombia)
- c) Población (Bogotá DC / Colombia)
- d) IPC (Bogotá DC / Colombia)
- e) IPI (Colombia)
- f) Exportaciones e Importaciones (Colombia)

Como se puede apreciar, la diferencia entre la presente metodología de pronóstico y las realizadas en los planes maestros antes mencionados son tres: 1) se utilizan series temporales mucho más extensas (más del doble de años que en los planes maestros); 2) sólo para tener valores comparativos, el pronóstico, además de con los indicadores socio-económicos nacionales (como en los planes maestros) también se realizó, independientemente, con variables socio-económicas de la ciudad de Bogotá, a quién de verdad sirve el aeropuerto, y 3) a pesar de contar con series de tiempo mucho más extensas, el pronóstico sólo se realizó para el corto plazo (5 años), ya que así y todo, no hay garantías de fiabilidad de las proyecciones más allá de ese tiempo. Finalmente mencionar que como herramienta de cálculo se utilizó el IBM SPSS STATISTICS.

Los resultados de las proyecciones, para pasajeros (nac. e intl.), con indicadores socio-económicos tanto de Bogotá DC como para Colombia (nivel nacional), dos modalidades de previsión, fueron casi iguales. Por ello sólo se muestran los resultados de la previsión utilizando **indicadores socio-económicos Colombia** (ver Fig. 14, 15 y 16), para ser coherentes luego en la comparación con los pronósticos de los planes maestros.

El valor resultante de R^2 fue de 0,967 para pasajeros nacionales y de 0,989 para pasajeros internacionales, respectivamente; el análisis de regresión fue aceptado con una correlación significativa entre las variables independientes y dependiente (pax nac. e intl.).

Cabe mencionar que no se pudo realizar una predicción fiable de la variable aeronáutica "carga aérea nacional", el R^2 fue muy bajo (0,40) (es decir, no hay relación lineal entre las

variables dependiente e independientes). Y el R^2 del modelo correspondiente a carga aérea internacional fue del 0,807, que aunque es algo bajo se acepta, en consideración con el objetivo de la presente investigación.

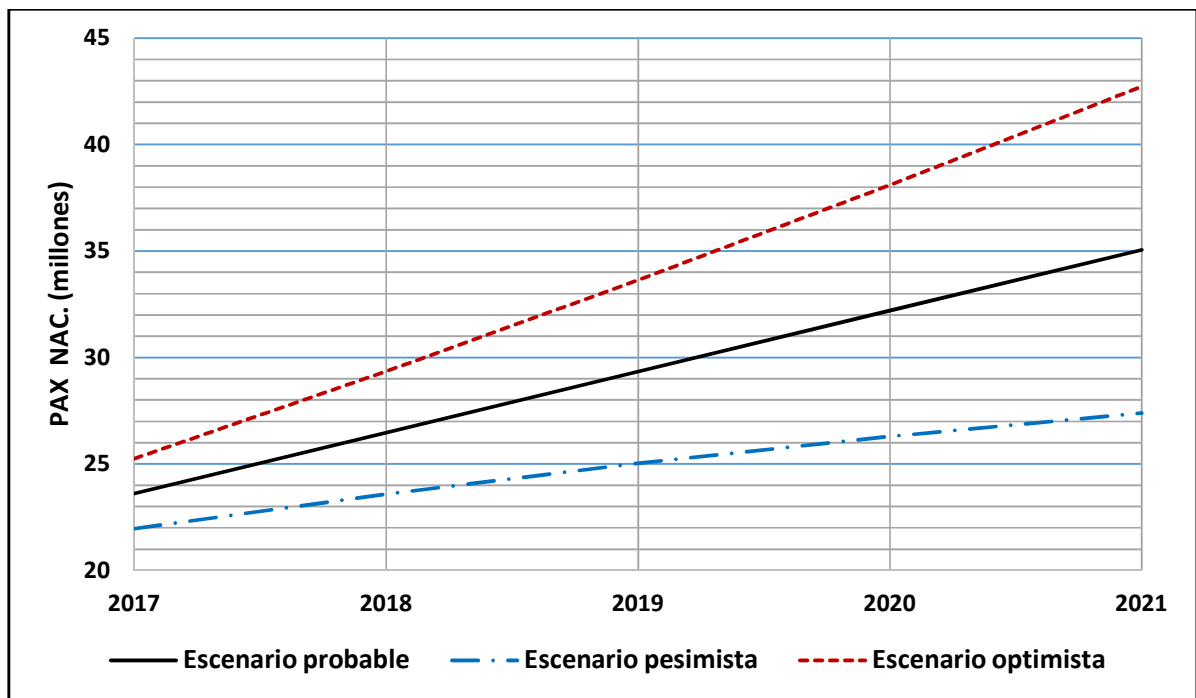


Fig. 14. Pronóstico de la investigación actual, Pax Nac.

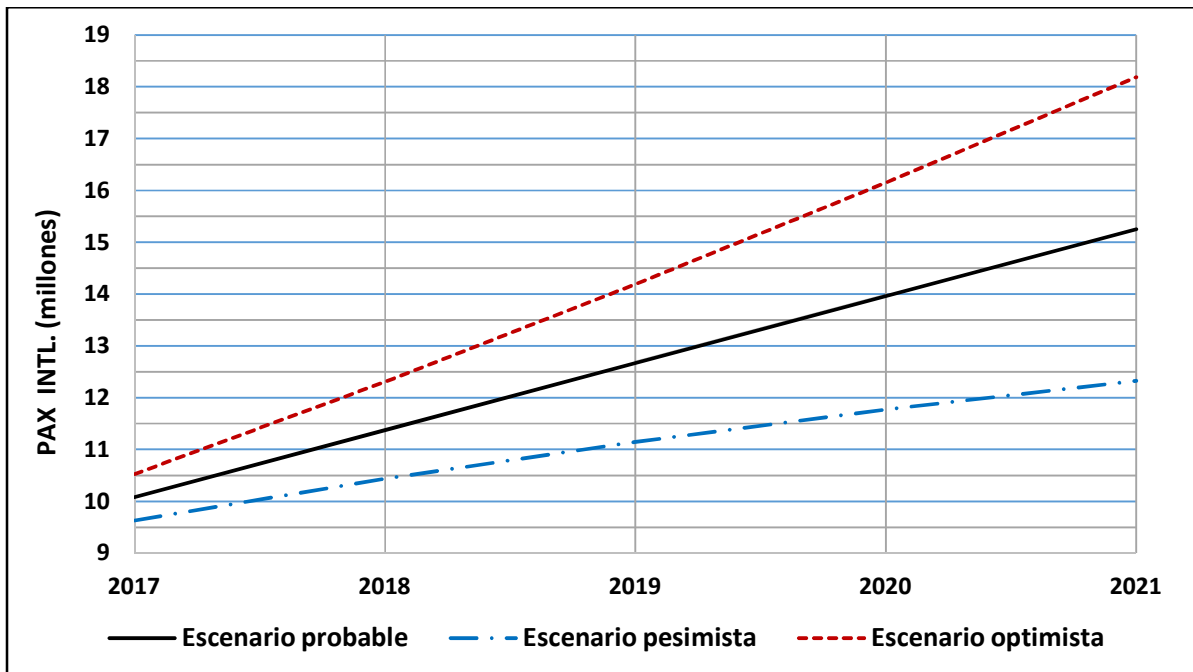


Fig. 15. Pronóstico de la investigación actual, Pax Intl.

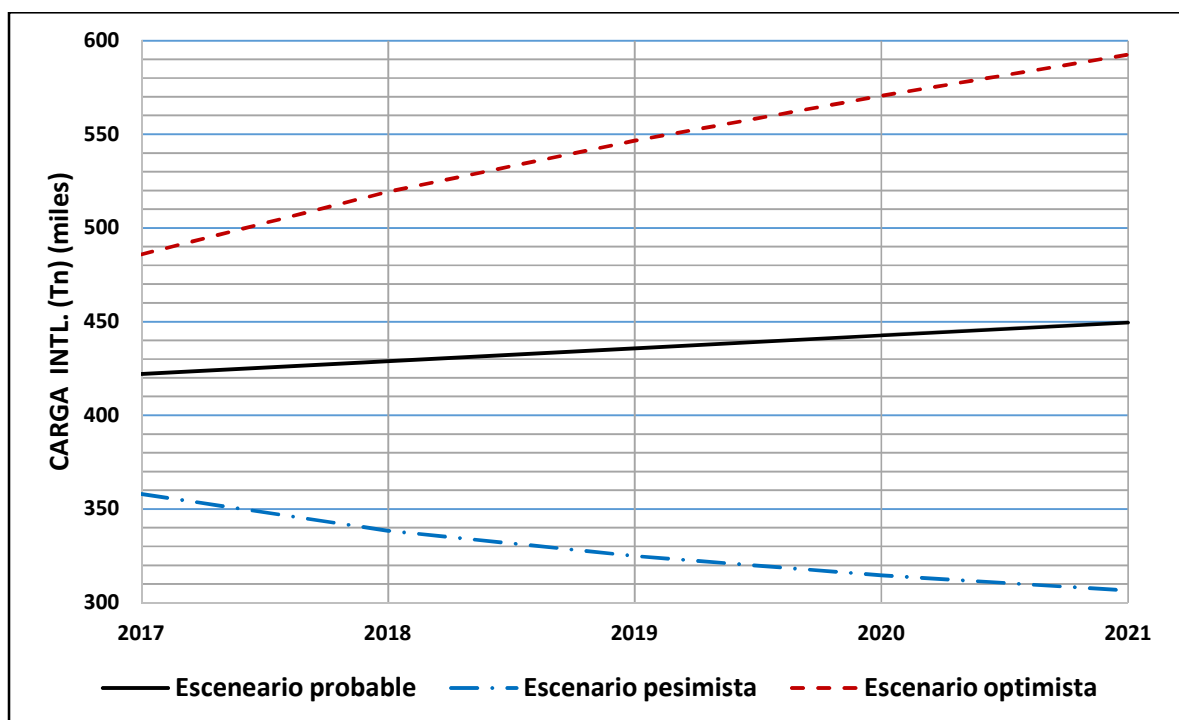


Fig. 16. Pronóstico de la investigación actual, Carga Intl.

3. COMPARATIVA DE PRONÓSTICOS

A continuación se compara el pronóstico de la presente investigación, con indicadores socio-económicos Colombia (el "escenario probable o esperado o base") con el pronóstico afinado 2015 del Plan Maestro 2012, ya que es el último pronóstico "oficial" realizado por un estudio contratado a tal efecto. De las diferentes figuras se concluye lo siguiente:

- a) para el año 2021 el pronóstico de la investigación aquí desarrollada prevé mayores valores de tráfico de pasajeros, tanto nacionales como internacionales, que el pronóstico afinado 2015 (Fig, 17 y 18).
- b) El pronóstico de la carga internacional de la presente investigación es mucho más conservador que el pronóstico afinado 2015 del PM 2012, y se ajusta más a la realidad, considerando los valores reales (observados) de tráfico del año 2016 y anteriores, donde el crecimiento ha sido prácticamente nulo en los últimos seis años (ver Fig. 13).

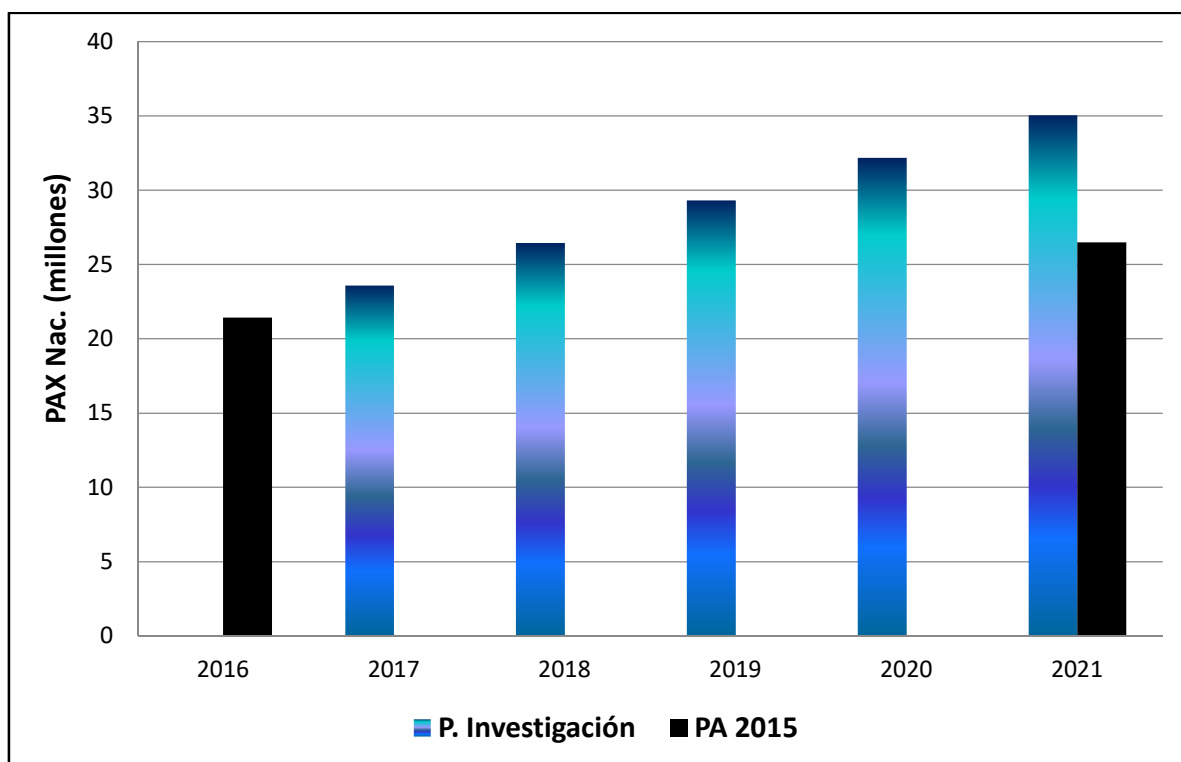


Fig. 17. Comparativa de proyección presente investigación y pronóstico afinado 2015, Pax. Nac.

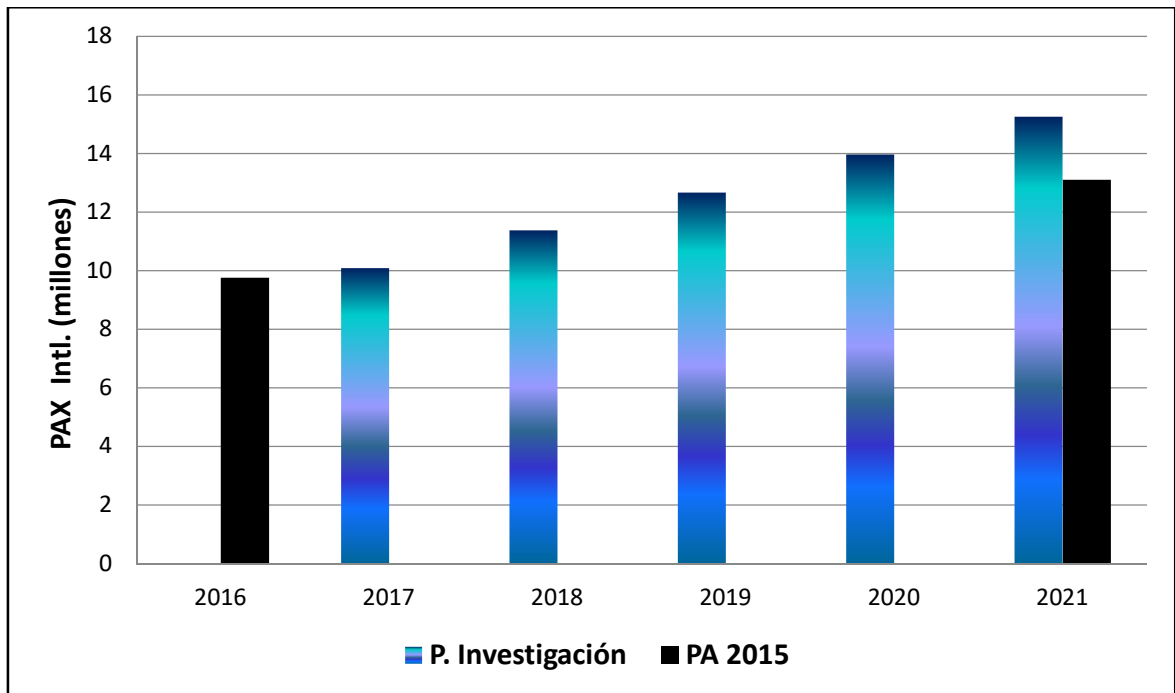


Fig. 18. Comparativa de proyección presente investigación y pronóstico afinado 2015, Pax. Intl.

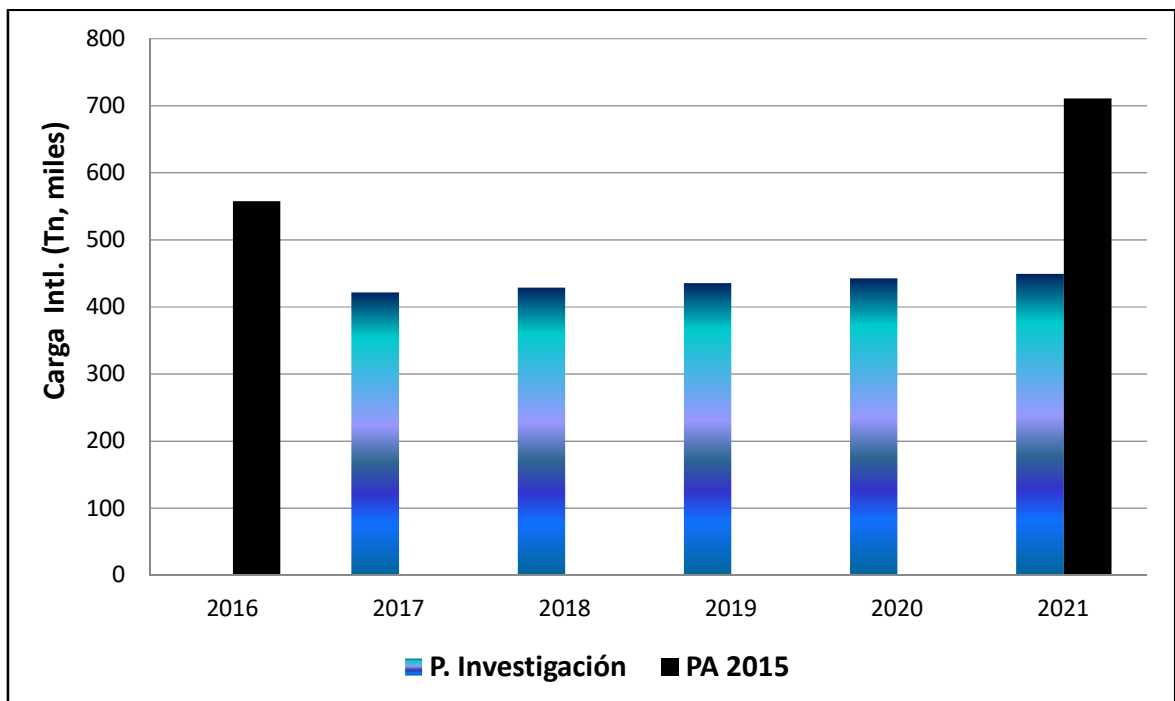


Fig. 19. Comparativa de proyección presente investigación y pronóstico afinado 2015, Carga Intl.

4. CONCLUSIONES

Como se analizó aquí, y los resultados lo delatan, los pronósticos pierden total fiabilidad más allá del corto plazo (5-7 años). Y sólo es posible conseguir un pronóstico fiable siempre y cuando se cuente con un excelente tamaño de las series históricas (25-30 años o superior), tanto de variables aeronáuticas como de (todas las posibles) socio-económicas.

Se reconoce que los pronósticos de los planes maestros se desarrollan (ya que así lo exige habitualmente el contrato de la consultoría) a largo plazo (30 años), por ello se recomienda realizar una actualización del plan maestro del aeropuerto cada 4 o 5 años, y más aun aquí en Colombia, donde el crecimiento anual del transporte aéreo es muy alto (uno de los más alto de la región latinoamericana, y también a nivel mundial), vinculado también al dinámico crecimiento económico que experimenta el país desde hace casi dos décadas.