

Consideraciones necesarias para el desarrollo del Aeropuerto de Santa Lucía

Dr. Miguel Mujica Mota, Academia de Aviación, Universidad de Ciencias Aplicadas de Amsterdam.

MSA. Alejandro Di Bernardi, UIDET GTA-GIAI Dept. de Aeronáutica, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

International Group on Aviation and Multimodal Transport Research

El presente documento tiene como objetivo proveer una perspectiva general de los elementos y consideraciones requeridas para la implementación del nuevo Aeropuerto de Santa Lucía y los puntos delicados a considerar, que en opinión de los autores se deberían de estudiar a profundidad para evitar sobrecostos o problemas operativos una vez que el proyecto se encuentre en una fase adelantada. Los siguientes son algunos de los más relevantes y que son de interés público, por lo mismo se tratan de evitar tecnicismos para que la población no conocedora de la operativa aeroportuaria entienda las implicaciones del proyecto.

Toda actividad aeroportuaria está englobada en un sistema de transporte aéreo integrado por aeronaves, aeropuertos y espacio aéreo en un todo de acuerdo con reglas de seguridad operacional y eficiencia ambiental en contexto evolutivo tecnológico y normativo de permanente cambio y transformación.

Espacio Aéreo

En lo referente a espacio aéreo, como se ha discutido en medios públicos, es necesario hacer un rediseño de rutas aéreas. Esto implica definir los puntos en el espacio por donde volarán los aviones hacia y desde los diferentes aeropuertos de la región metropolitana. Esta situación se resuelve respetando la normativa e implementando tecnología para dirigir las aeronaves dependiendo del sistema con el cual estén equipadas. Lo anterior en cuanto a factibilidad no es un problema insalvable; el rediseño implica que obviamente se minimizarán situaciones de violaciones a la separación que debe existir entre aeronaves por seguridad operacional. Un punto sensible, y por el cual en ocasiones se critica la situación de varios aeropuertos en una región, es la carga de trabajo que implica la complejidad asociada al diseño y control de tráfico aéreo. Este punto no es evidente por el rediseño *per se*, es necesario llevar a cabo un estudio y simulaciones de mayor envergadura para identificar el efecto que tendrá el rediseño de espacio en la carga de trabajo de los controladores de tráfico aéreo, los cuales pueden controlar un número determinado de aeronaves en un intervalo de tiempo, por lo que el rediseño impacta directamente en si es necesario que “vigilen” aproximaciones a las pistas, cruces en las sendas de aproximación y despegue, y otras operaciones para mantener las condiciones de seguridad

Conectividad entre dos Aeropuertos

Un punto a considerar y dado que es una propuesta clave del nuevo desarrollo aeroportuario, se pretende conectar vía terrestre los pasajeros de los dos aeropuertos (México y Santa Lucía) para que puedan funcionar como una extensión uno del otro. Con este objetivo se plantea construir una vía dedicada para transporte de pasajeros de aproximadamente 40 kms, donde solo pasajeros que han cruzado los filtros de seguridad puedan utilizar la vía (presumiblemente conectada por autobuses). Este desarrollo aunque innovador, puede permitir que los pasajeros reduzcan su tiempo de conexión de un aeropuerto a otro comparándolo con el uso de vehículo privado o transporte público. Es importante en este sentido analizar con herramientas de simulación (y no analíticas) los tiempos esperados de conexión. Públicamente se ha mencionado que el transporte puede hacerse en 30 minutos. Sin embargo, se deben tomar en cuenta varios factores que harán variar el tiempo que toma normalmente a una persona (y no al vehículo) trasladarse de una puerta de embarque en un aeropuerto (e.g. AICM) a otro (Santa Lucía). En aeronáutica, estos se denominan *tiempos mínimos de conexión* y que son necesarios saber *a priori* para que las aerolíneas que operarán en uno y otro puedan realizar adecuadamente la planeación de rutas considerando lo que se conoce como *códigos compartidos* que es que un mismo boleto es servido por dos aerolíneas distintas. Los autores han desarrollado estudios donde identifican que los tiempos mínimos rondan los 60 minutos. Lo anterior puede ser ejemplificado con un vuelo de Madrid a Oaxaca, donde Interjet se ubicara en AICM e Iberia en Santa Lucía, en este caso, el pasajero (y las maletas) aterrizaría en Santa Lucía y tendría que trasladarse (presumiblemente sin maletas) al AICM para tomar un vuelo a Oaxaca, todo esto comprado desde Madrid. Entonces, en este caso es importante

considerar y calcular con las herramientas adecuadas los tiempos mínimos de conexión para de esa manera ofrecer información confiable a las aerolíneas y poder realizar una negociación más atractiva. Por otro lado, el problema de las maletas es típico de la industria aeroportuaria, en este sentido es necesario identificar que solución se le ofrecerá a las compañías aéreas para el transporte de maletas desde un aeropuerto a otro, ya que una solución donde los pasajeros tengan que recoger sus maletas en un aeropuerto y llevarlo a otro, puede afectar el tiempo mínimo de conexión así como la calidad del servicio que pueden ofrecer las compañías aéreas a sus clientes.

Modelos de Negocio de las Aerolíneas

Un riesgo importante a tomar en cuenta es el modelo de negocio de las aerolíneas, por una parte las aerolíneas dependiendo si son de las llamadas aerolíneas de servicio completo o de bajo costo tienen mayor o menor flexibilidad de ubicarse en uno u otro aeropuerto. En general existe una correlación entre el tipo de aerolínea y el modelo de conectividad desarrollado. Por un lado las de servicio completo como pueden ser Aeroméxico, Air France y otras manejan el modelo de *Hub and Spoke* que significa que planean el uso de sus aeronaves de manera que existan vuelos que *alimentan* con pasaje a vuelos de mayor distancia generalmente y de esa manera logran llenar en el mejor de los casos la disponibilidad de asientos de vuelos con aviones de gran tamaño. Por el otro lado, las aerolíneas de bajo costo realizan rutas llamadas de punto a punto, lo que significa que se enfocan en rutas que cuentan con una demanda suficiente de pasajeros para ir de un punto a otro; por lo mismo es común que esas aerolíneas ocupen aviones con cantidades relativamente bajas de pasajeros. Este es el caso de Interjet, Volaris, o VivaAerobus, los cuales utilizan aeronaves tipo B737 o A320 que son los modelos típicos con aproximadamente 120-130 pasajeros, lo cual les otorga mucha flexibilidad. Aunado a lo anterior, las aerolíneas tienen sus bases donde generalmente cuentan con servicio de mantenimiento, lo cual les permite solventar de manera flexible algún imprevisto que surja en alguna de las rutas durante el día. Considerando lo anterior, es importante que durante el desarrollo del aeropuerto de Santa Lucía se considere el tipo de aerolíneas que se quiere atraer, así como las aerolíneas que ya se encuentran operando y es importante considerar sus modelos de negocio para afectar lo menos posible sus márgenes de ganancia, los cuales en este negocio son bajos.

Capacidad Aeroportuaria (corto –mediano –largo plazo)

En lo referente a la capacidad aeroportuaria, dependiendo del aeropuerto que se trate hay elementos que restringen más o menos la capacidad, por un lado, tenemos los sistemas de: pistas, calles de rodaje, las plataformas y los edificios terminales por el otro; asumiendo que no existen otro tipo de restricciones como pueden ser por ruido a la población o por horarios de operación. Cada uno de los elementos anteriores tiene su propia limitante de capacidad, por ejemplo, en el caso de las pistas se habla de aterrizajes y despegues por unidad de tiempo, generalmente una hora. Las calles de rodaje tienen una capacidad de aeronaves que pueden acomodarse, en función de las velocidades que le son permitidas, durante el rodaje hacia y desde la pista a los puestos de estacionamiento, en donde los tiempos de usos de los puestos de estacionamiento dependen del servicio que se le brinde a la aeronave lo cual a su vez dependerá del tipo de aeronave, de si el vuelo es origen/destino, y si se trata de una aerolínea de servicio completo o una de bajo costo. Los edificios terminales cuentan con una capacidad que se refiere a pasajeros, mientras que las anteriores se refieren a aeronaves. En el caso de los edificios terminales su capacidad se refiere generalmente a millones de pasajeros por año, y en general se diseña su capacidad con base a lo que se conoce como la hora punta u hora pico, esto debido a que el modelo de negocio de las aerolíneas influyen a que en ciertas franjas horarias haya más pasajeros que en otras. Por lo que resulta común que en algunos horarios al visitar el AICM casi no haya gente mientras que en otras exista una congestión considerable. En el caso de Santa Lucía, es importante considerar los modelos de negocio, de manera que si son de aerolíneas de servicio completo que siguen el modelo *hub and spoke* será necesario que tengan una capacidad mayor que si el tipo de aerolíneas fuera más bien de tipo bajo costo. Aunado a esto y dado que el edificio terminal es la interfase entre aeronaves y pasajeros, el edificio debe contar también con capacidad para atender a los pasajeros de este tipo de aeronaves. Lo anterior es importante ya que los edificios terminales cuentan con puertas de embarque que generalmente están conectadas a las aeronaves por pasillos telescópicos para proveer de confort a los pasajeros. Otro aspecto fundamental es la asignación de recursos internos de la terminal (equipamiento: cintas transportadoras, carrusel para retiro de equipaje, pasarelas telescópicas, mostradores para check-in, mostradores de migraciones, entre otras) para que el flujo de pasajeros y equipaje sea

directo, sin trabas ni demoras para lo cual deberá contar con diferentes escenarios contemplando para ello tiempos de mantenimiento de los equipos descritos. En el caso de Santa Lucía es importante identificar que el número de tráfico esperado sea acorde al número de recursos en un periodo de tiempo determinado. En un estudio previo desarrollado por los autores se identificó que en poco tiempo, el número de puertas de embarque será alcanzado por lo que existe el riesgo de una saturación de puertas de embarque en corto plazo. Otro aspecto fundamental se relaciona con la planificación, diseño y operación de la terminal en función de los flujos esperados tanto en arribo como en salida ya sean estos internacionales o domésticos, dependiendo a su vez de los modelos de gestión que se utilicen.

Impacto Ambiental

Otro aspecto fundamental en el desarrollo de un aeropuerto se relaciona con los estudios ambientales que naturalmente deben contemplarse en las diferentes etapas del ciclo de vida del aeropuerto (idea, planificación, diseño, gestión, operación, y clausura). Todo aeropuerto genera impacto sobre su entorno, por ejemplo, si removemos una cubierta vegetal para construir una plataforma estaremos eliminando la vida que ahí se alojaba y afectando, directa o indirectamente a aquella que se alimentaba de ella. Un avión aterrizando, rodando por calles de rodaje y despegando, genera contaminación acústica y gaseosa, al igual que cuando se encuentra en su plataforma de estacionamiento donde los vehículos terrestres que lo asisten (GSE) también generan su aporte contaminante lo cual a su vez se relaciona con los caminos y tiempos que estos deben seguir para cumplir con sus misiones y funciones. Otro aspecto fundamental se relaciona con el peligro aviario que las propias especies de aves que viven en la zona pueden generar o bien el potencial peligro de las migraciones que en la zona pudieran existir. Los impactos pueden tener varias clasificaciones: ser positivos o negativos, pueden ser puntuales, locales, permanentes o transitorios. En todo caso, todas las alternativas de planificación y diseño deberían contemplar las variables ambientales como determinantes para la toma de decisión bajo la simulación de diferentes escenarios operacionales que permitan evaluar mapas de ruido, mapas de dispersión gaseosa y su afectación sobre el medio natural o antrópico determinando población alcanzada para cada escenario operativo previsto. De esta manera será posible determinar acciones para remediar o compensar el impacto ambiental causado por la creación de un nuevo aeropuerto y su consiguiente operación.

Orientación de pista

Las dimensiones y ubicaciones relativas de pistas, calles de rodaje, plataformas y zonas asociadas, dependen fundamentalmente del tipo de aeronave (y motor asociado), y del sistema de aproximación que opera u operará en dicho emplazamiento teniendo en cuenta el entorno orográfico y meteorológico en el que se encuentran localizados. Los datos meteorológicos y perfil de temperatura son condicionantes para determinar la longitud de pista, así como la intensidad y dirección de vientos posibilitará decidir sobre la orientación del sistema de pistas. Una vez definida la orientación, se debe verificar la interacción que existe entre el entorno inmediato (antrópico o natural) y lo que se conoce como superficies limitadoras de obstáculos (SLO), las superficies ILS Básicas, las superficies de evaluación de obstáculos (OAS), y (de ser necesario realizar) las superficies correspondientes al modelo de riesgo de colisión (CRM). Dichas superficies no son otra cosa más que superficies imaginarias que se encuentran en concordancia con la trayectoria requerida dependiendo de la aeronave que se considere operará en el aeropuerto.

Con todos los elementos considerados anteriormente, es posible identificar las huellas de ruido, las huellas de dispersión gaseosa, las huellas de accidentes potenciales y de esa manera se puede definir la traza final de pista.

De esta manera, se pueden responder preguntas que es importante discutir como ¿cuál sería la longitud de pista requerida para las aeronaves que ahí operarían?, ¿cuál sería la orientación más correcta considerando el viento?, ¿cuál considerando los obstáculos naturales y/o artificiales que pudieran haber según diferentes orientaciones de pista?, ¿cuál según huellas de ruido?, cual según huellas de accidentes?, ¿cuál según trayectorias de vuelo de aproximación y despegue según espacio aéreo re diseñado?. ¿Convendría utilizar la traza de la pista actual para reconvertirla en uso civil comercial pasando el sector militar a otro sector del aeropuerto? o ¿dado los problemas identificados que medidas o modificaciones a la ruta se deben de realizar?

Es evidente entonces, que como cualquier sistema que pretende ser eficiente necesita de análisis sistémicos que contemplen diferentes escenarios operacionales con el fin evaluar las diferentes alternativas de desarrollo aeroportuario para que aquellos que deban tomar las decisiones de inversión lo hagan contemplando todas las variables que intervienen. Por lo anterior, los autores sugieren de manera enfática el uso de la simulación para llevar a cabo el análisis de los puntos de vista previamente mencionados ya que de esa manera se podrán minimizar, entre otros, los riesgos asociados con:

- Sobrecarga de trabajo para el control de tránsito aéreo.
- Tiempos de conexión inadecuados con el consiguiente detrimento en el nivel de servicio para usuarios (Aerolíneas y pasajeros).
- Gestión ineficiente de las aerolíneas que utilizarán los aeropuertos
- Gestión ineficiente de los recursos disponibles en el sistema (pistas, puertas de contacto, stands, puestos de facturación así como transporte de equipaje y pasajeros)
- Impacto ambiental negativo con el desarrollo y operación del aeropuerto
- Ineficiencia en la utilización de pistas

Dr. Miguel Mujica Mota

Es profesor asociado en la Academia de Aviación de la Universidad de Amsterdam de Ciencias Aplicadas en los Países Bajos. Fue subdirector de estudios de aviación en la Universidad Autónoma de Barcelona en España. Es un experto en simulación y optimización; cuenta con un doctorado y una maestría en informática e Investigación de Operaciones por la UAB en Barcelona y la UNAM en México. Es el presidente de la Sociedad Holandesa de simulación y miembro de la junta ejecutiva de la federación EUROSIM de sociedades de simulación de EUROPA. El Dr. Mujica Mota ha impartido varios cursos de modelado, simulación y optimización en diferentes países para audiencias industriales y académicas. Es coautor de cuatro libros y numerosos artículos científicos sobre simulación, investigación de operaciones y aviación. Sus intereses de investigación se centran en el uso de la simulación y las heurísticas para la optimización y el análisis del rendimiento de las operaciones aeronáuticas, la infraestructura y la logística del transporte. Pertenece al SNI nivel I del CONACYT. Colabora activamente con la facultad de Ingeniería de la UNAM, estudia la Red de Aviación de la Ciudad de México, el Sistema multi-aeroportuario de Holanda del Norte, entre otras actividades que han sido financiadas por organizaciones internacionales.

MSA. ING. Alejandro Di Bernardi

Es Ingeniero Aeronáutico por la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) y Master en Sistemas Aeroportuarios (MSA) por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) donde obtuvo además tres títulos de especialista en temáticas aeroportuarias. Actualmente es Director de la "Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia "UIDET GTA.-GIAI." GIAI "Grupo de Ingeniería Aplicada a la Industria" y G.T.A. "Grupo Transporte Aéreo" del Departamento de Aeronáutica de la Univ. Nacional de la Plata en Argentina. Profesor de tres asignaturas la carrera de ingeniería Aeronáutica en la Fac de Ing de la UNLP. Instructor recurrente en los seminarios de OACI/Aena en la Región CAR-SAM. Experto del Technical Co-operation Programme (TCP) de ICAO en los campos: "Aerodrome Engineer" , "Airport Master Plan Expert", y "Airport and Engine Emissions Expert". Asesor e instructor en el Instituto Centroamericano de Capacitación Aeronáutica (ICCAE) de COCESNA. Responsable del diseño y armado de dos diplomaturas en aeropuertos. Director de la Especialización en "Proyectos Aeroportuarios", carrera de postgrado Ingeniería Aeronáutica en la Fac de Ingeniería de la UNLP. Ha sido Director, Co Director de varios proyectos de investigación y de asistencia técnica a la industria y a organismos oficiales. Con experiencia de trabajo en más de 100 aeropuertos y helipuertos de: Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, España, Holanda, Perú, Uruguay. En este contexto ha participado y dirigido el desarrollo de 37 Planes maestros aeroportuarios en el ámbito de la Rep. Argentina y ha participado en la confección de los lineamientos del Plan Federal Estratégico de Transporte de la Rep. Argentina (PFETRA) y en el desarrollo del Plan Estratégico de Aviación Civil (PENAC) del Perú entre otros trabajos relacionados en la temática.