

INTERACCIÓN DE LA PLANIFICACION DE USOS DEL SUELO Y LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LOS S.S.E.I

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹.

¹ *G.T.A. Grupo Transporte Aéreo- U.I.D. "G.T.A.-G.I.A.I", Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

Palabras clave: Aeropuertos, entorno, urbe, accidentes, SSEI

RESUMEN:

En el presente trabajo se realiza una descripción y un análisis detallado de las zonas afectadas por los accidentes aéreos en el entorno aeroportuario inmediato, basado en las estadísticas existentes. Luego se contrasta esta información con implantaciones de aeropuertos urbanos y se plantea la capacidad de respuesta del S.S.E.I. Esto busca determinar una variable adicional a las superficies limitadoras de obstáculos y mapas estratégicos contaminantes acústicos y gaseosos a la hora de definir el predio donde se emplazará un aeropuerto. Finalmente se discute sobre las consideraciones que los códigos urbanos de desarrollo deberían contemplar para que la capacidad de respuesta de los SSEI se encuentre en los lineamientos de la normativa de aplicación.

SUMMARY

In the following paper, a detailed description and analysis of the areas affected by plane crashes in the immediate airport environment, based on existing statistics, has been made. The information was contrasted with the location of city airports and the responsiveness of the Rescue and Fire Fighting Services. The purpose is to determine an additional variable to the obstacles limitation surfaces and the strategic maps of noise and gaseous pollutants to define the future location of an airport. Finally, the linkage between urban codes and aeronautic normative was discussed with the purpose of evaluate that the responsiveness of the Rescue and Fire Fighting Services is in accordance with the guidelines of the applicable regulations.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ - Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

INTRODUCCIÓN

La base de accidentes aéreos de ADREP (Accident/Incident Data Report) de la OACI, pone en evidencia que la mayoría de los siniestros aeronáuticos tienen lugar durante las maniobras de aproximación y despegue en las inmediaciones de las cabeceras de las pistas. OACI lo manifiesta a través de el *Manual de Servicios Aeroportuarios Parte 1 – Salvamento y Extinción de Incendios* [1] en donde, en uno de sus capítulos hace referencia a 576 accidentes, ocurridos entre los años 1970 y 1989. La Figura 1 muestra los 576 accidentes que se produjeron durante el aterrizaje (desde 1000 m. antes del umbral) y el despegue (1000 m. después del extremo de pista).

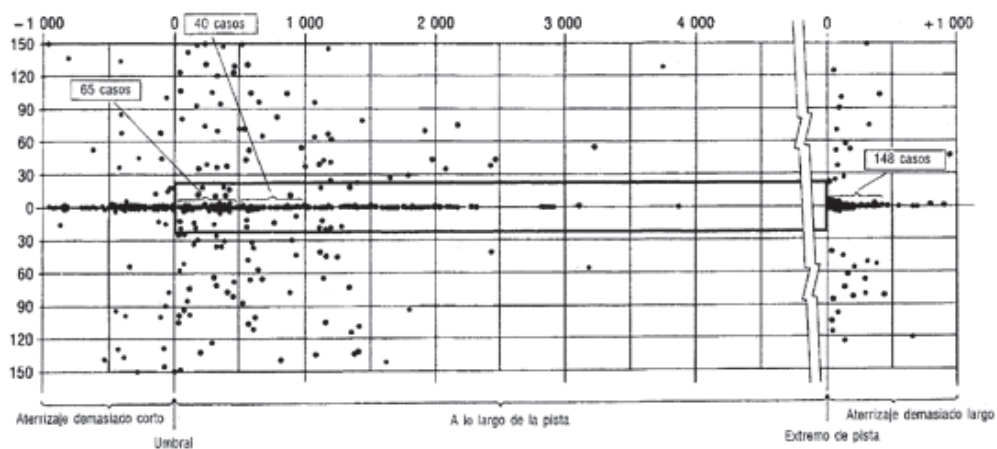


Figura 1. Accidentes ocurridos durante el aterrizaje y el despegue

De los 576 accidentes antes mencionados, 233 tuvieron como protagonistas a aeronaves con una masa máxima certificada mayor a los 5700 kg.

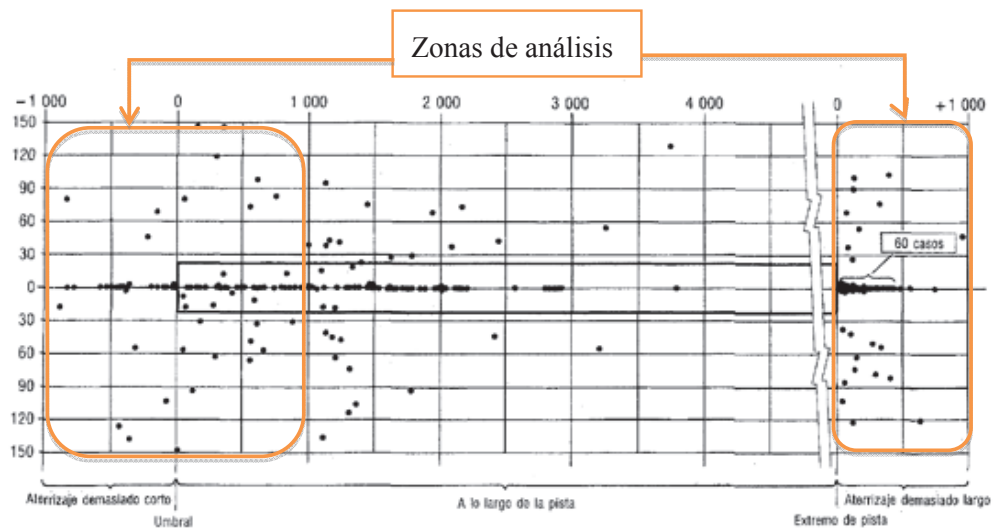


Figura 2. Ubicación de los accidentes ocurridos durante el aterrizaje y el despegue de aeronaves con una masa máxima certificada de más de 5.700 kg

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ - Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

Si se toman los accidentes de los últimos 15 años se ratifican los datos estadísticos de años anteriores y se puede observar que la localización crítica de los accidentes aéreos sigue siendo la misma. La Figura 3 pone en evidencia lo mencionado previamente.

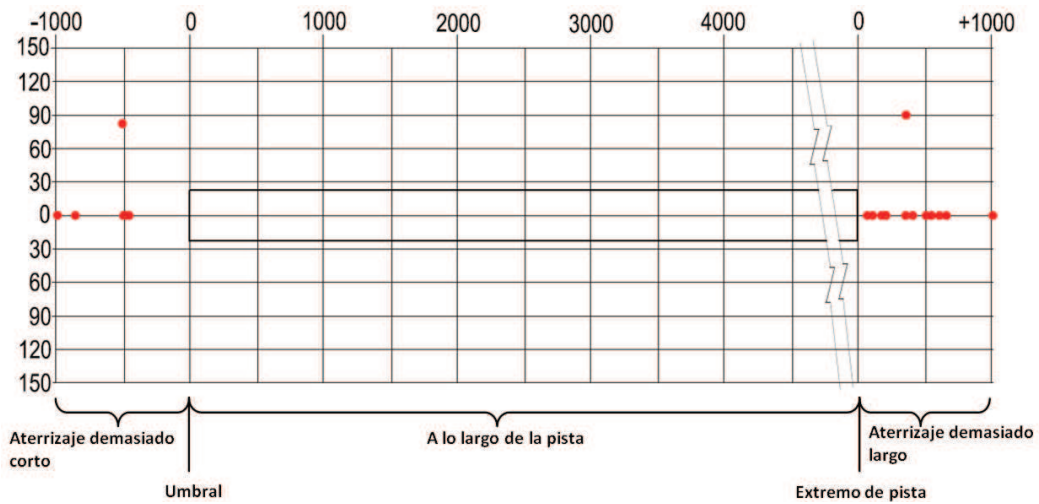


Figura 3. Ubicación de los accidentes ocurridos entre los años 1998 y 2013

De los accidentes ocurridos en las inmediaciones a las cabeceras de las pistas la mayoría tiene lugar durante el aterrizaje, ya sea por aterrizajes demasiado cortos o demasiado largos, mientras que en menor medida con los accidentes durante los despegues. En la Figura 4 se muestran las curvas de distribución de probabilidad de accidentes en las inmediaciones de la cabecera para el caso de aterrizajes.

Las tendencias de los últimos años muestran que los accidentes en situación de despegue han disminuido, mientras que se evidencia un aumento en accidentes durante el aterrizaje, según Flight Safety Foundation [2]. Lo anterior se muestra en la Figura 4 y Figura 5.

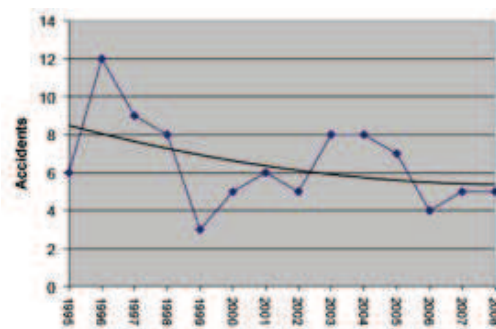


Figura 4. Accidentes durante el despegue

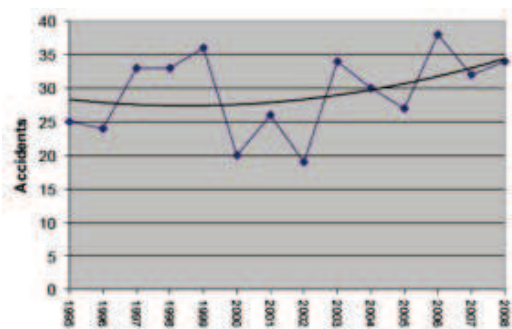


Figura 5. Accidentes durante el aterrizaje

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹-
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

De los accidentes ocurridos en las inmediaciones a las cabeceras de las pistas la mayoría tiene lugar durante el aterrizaje, ya sea por aterrizajes demasiado cortos o demasiado largos, mientras que en menor medida durante los despegues. En la Figura 5 y Figura 6 se muestran las curvas de distribución de probabilidad de accidentes en las inmediaciones de la cabecera para el caso de aterrizajes cortos y aterrizajes largos respectivamente.

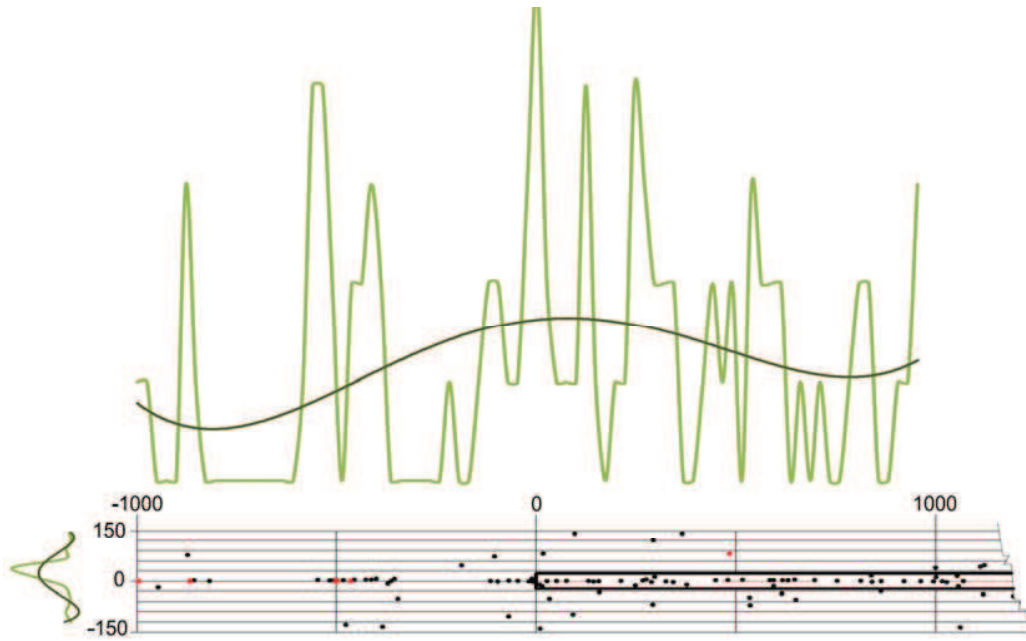


Figura 5. Distribuciones de probabilidad de accidentes en aterrizajes cortos

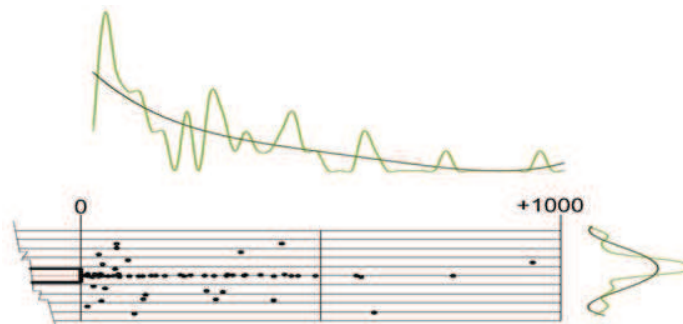


Figura 6. Distribuciones de probabilidad de accidentes en aterrizajes largos

Un informe realizado por Boeing [3] muestra que el 16% de los accidentes fatales ocurren durante el despegue y la escalada inicial mientras que un 41% tienen lugar durante la aproximación final y el aterrizaje.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

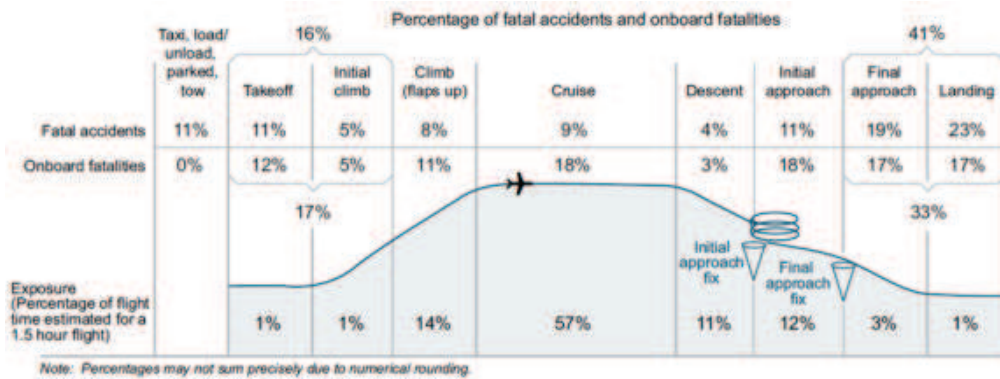


Figura 7. Porcentaje de accidentes durante las diferentes etapas de vuelo

A la hora de evaluar los tiempos de respuesta del S.S.E.I., es importante conocer cuales son los factores que puedan causar los accidentes en las distintas etapas del vuelo. En las siguientes gráficas puede observarse las distintas causas tanto para el aterrizaje como para el despegue

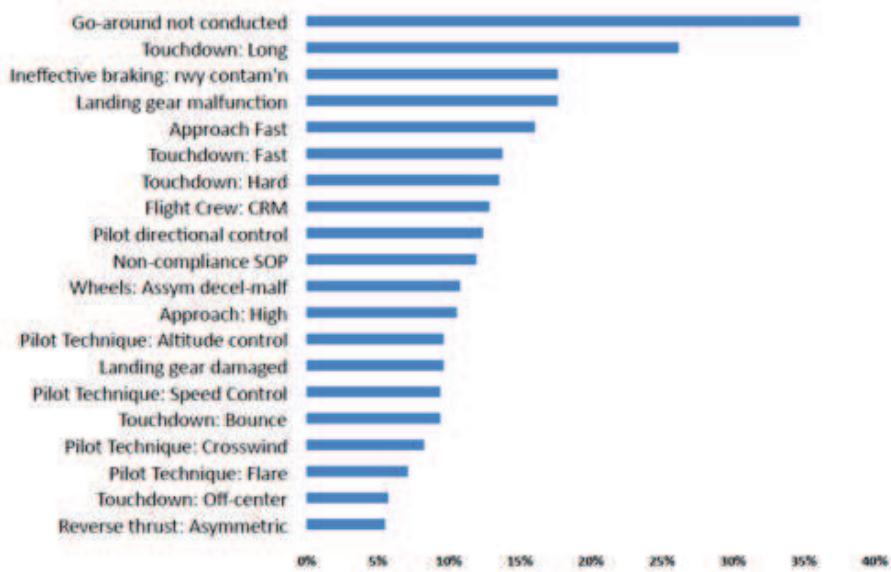


Figura 8: Causas de accidente durante el aterrizaje

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹-
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

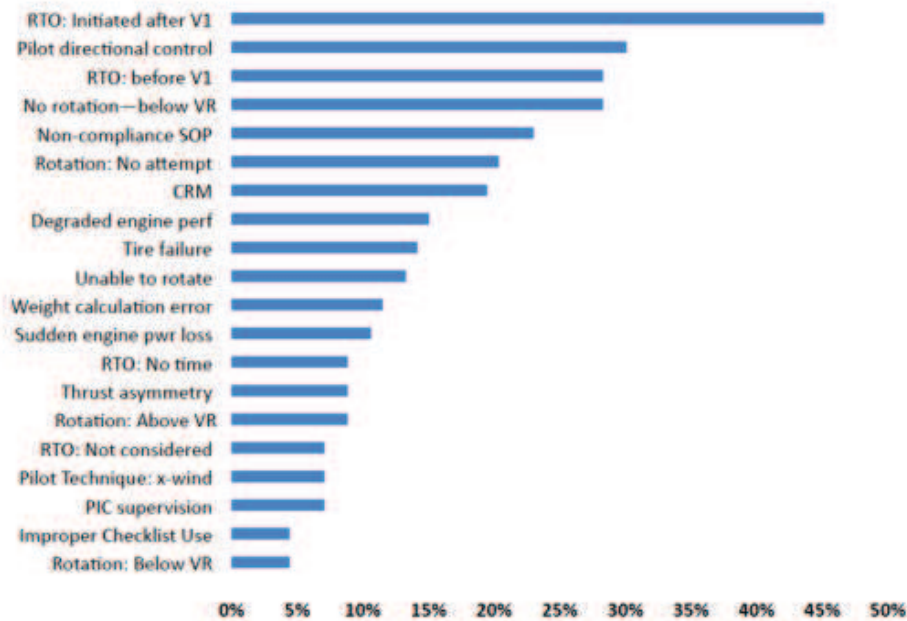


Figura 9: Causas de accidente durante el despegue

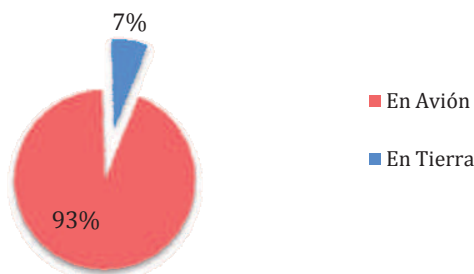
Es por eso que resulta tan importante que las zonas aledañas al predio aeroportuario se encuentren libres de cualquier tipo de desarrollo urbano. Hoy en día existen 911 campos de vuelo que son considerados aeropuertos urbanos o “city airports”, y 9 de los 10 aeropuertos con más tráfico en el mundo (la excepción es Paris - Charles de Gaulle) entran dentro de esta categoría [4]. Una catástrofe de este estilo podría no solo poner fin a la vida de los pasajeros sino también a la de civiles en tierra, los cuales no tienen ningún vínculo con la actividad aeronáutica. Es por eso que es necesario tener conocimiento del código urbano pertinente ya sea para desarrollar un nuevo aeropuerto o realizar obras de ampliación en uno existente.

METODOLOGÍA

Como punto de partida del análisis se realizó una investigación detallada de los accidentes más significativos ocurridos en entornos aeroportuarios inmediatos durante los últimos 15 años. De las 734 víctimas que hubo, el 7% (48) fueron personas no relacionadas con la actividad aeronáutica, civiles que murieron por el simple hecho de encontrarse en las cercanías del aeropuerto y cuyo deceso pudo haberse evitado si el aeropuerto hubiese estado ubicado en un entorno apropiado alejado de focos de desarrollo urbano.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ -
Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

Fallecimientos en los últimos 15 años



A pesar de lo anterior, la mayoría de las veces los aeropuertos son emplazados en los lugares que corresponde, lejos del centro de la ciudad, conectado a esta mediante distintos medios de transporte exclusivos (autopistas, subterráneos, ferrocarriles). Es el desarrollo de la urbe la que termina sofocando al aeropuerto y esto se debe a la poca articulación entre la autoridad aeronáutica y aquella responsable de la planificación e implementación de los códigos urbanos.

Uno de los puntos más importantes durante un siniestro aeronáutico es la actuación del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (S.S.E.I.). Las estaciones del sistema de salvamento se encuentra ubicadas de manera tal que se cumplan todos los estándares de seguridad regulados por OACI. En el Anexo 14 Vol. 1 – Aeródromos [5] se menciona lo siguiente: *“El objetivo principal del servicio de salvamento y extinción de incendios es salvar vidas humanas. Por este motivo, resulta de importancia disponer de medios para hacer frente a los accidente o incidentes de aviación que ocurran en un aeródromo o en sus cercanías, puesto que es precisamente dentro de esa zona donde existen las mayores oportunidades de salvar vidas humanas”*. Para esto OACI plantea varias medidas de seguridad, desde tener un plan de emergencia hasta garantizar un determinado régimen de descarga de los agentes extintores. De todas esas medidas, se hará hincapié sobre una en particular: el tiempo de respuesta del servicio. *“El objetivo operacional del servicio de salvamento y extinción de incendios consistirá en lograr un tiempo de respuesta que no exceda de tres minutos hasta el extremo de cada pista operacional, en condiciones óptimas de visibilidad y superficie [...]. Debería consistir en lograr un tiempo de respuesta que no exceda los dos minutos hasta el extremo de cada pista operacional [...]. Se considera que el tiempo de respuesta es el período entre la llamada inicial al servicio de salvamento y extinción de incendios y la aplicación de espuma por los primeros vehículos que intervengan, a un ritmo como mínimo de un 50% del régimen de descarga especificado”*. Entonces, a la hora de poder garantizar esta medida, surgen diversas cuestiones como por ejemplo el lugar en el que se encuentra emplazado el aeropuerto. No será lo mismo un aeropuerto emplazado en un predio amplio, de terreno llano que uno que se encuentre situado entre laderas de montañas o rodeado de construcciones urbanas. Si el entorno presenta inconvenientes para el correcto funcionamiento bajo normativa del S.S.E.I. deberán tomarse los recaudos necesarios para poder garantizar la funcionalidad del mismo. OACI dice: *“Cuando las condiciones topográficas lo permitan, en los aeropuertos se deberían abrir caminos de acceso de emergencia para poder conseguir los tiempos de respuesta mínimos. Se debería prestar atención especial a la provisión de caminos de*

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ -
Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

fácil acceso a las áreas de aproximación, hasta una distancia de 1000 m del umbral, o al menos desde éste hasta los límites del aeropuerto. En los casos en que el aeropuerto esté cercado, deberían construirse entradas o barreras frangibles de emergencia para facilitar el acceso a puntos situados fuera de los límites del aeropuerto [...]. Cuando un camino de acceso de emergencia, normalmente provisto de una entrada o barrera frangible, conduzca a los vehículos de emergencia a una carretera pública, la parte exterior de la entrada o barrera debería estar marcada indicando su finalidad y habría que prohibir que se estacionen vehículos en la vecindad inmediata. Se deberían construir esquinas apropiadas, que tengan un radio adecuado para que los vehículos pesados de salvamento y extinción de incendios puedan maniobrar, para facilitar el movimiento de los vehículos que acudan a través de las entradas o barreras de emergencia de la cerca”.

En el párrafo anterior es donde se pone en evidencia la articulación que se requiere entre la autoridad aeronáutica y el gobierno. OACI toma las medidas necesarias para que el S.S.E.I. pueda desplegarse de la mejor manera ante un siniestro aeronáutico, pero la mayoría de las veces los códigos urbanos y aquellos que los gobiernan no están al tanto de la normativa, lo cual desenlaza en el incumplimiento de la misma y en un entorno con menor seguridad operacional ante un accidente.

Se realizó una búsqueda y selección de aeropuertos dentro de las 3 categorías siguientes: aquellos de carácter rural, en donde el S.S.E.I. podría moverse con total libertad a la hora de llevar a cabo las tareas que le son pertinentes; aquellos de carácter semi-rural donde existe cierta interferencia entre las posibles zonas de accidentes y la urbanización adyacente; y un tercer tipo que son aquellos que se encuentran completamente inmersos en la ciudad sin posibilidad de expansión (denominados City Airports). A su vez, partiendo del registro de accidentes de los últimos 15 años y los ocurridos entre los años 1970 y 1989, se diagraman los puntos correspondientes a la ubicación aproximada de cada accidente. Este diagrama de puntos se superpone sobre una imagen de los aeropuertos antes mencionados y se analiza cada caso.

El aeropuerto de Berlín-Schönefeld puede considerarse un aeropuerto ideal desde el punto de vista del S.S.E.I. Las zonas sombreadas en la figura corresponden a aquellas en donde se dan los accidentes en las inmediaciones del predio aeroportuario siendo la zona roja la más crítica y la verde la menos frecuente. Está situado en un terreno llano y despejado permitiendo el cómodo desempeño de los vehículos de Salvamento. Se construyó con el fin de centralizar todos los vuelos de Berlín y así dejar de utilizar el aeropuerto de Tempelhof, el cual generaba pérdidas y al estar inmerso en la ciudad era menos seguro frente a un siniestro y causaba contaminación acústica y gaseosa sobre esta. Con el tiempo el aeropuerto de Berlín-Tegel también cerrará sus puertas por los mismos inconvenientes que presenta Tempelhof.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ -
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

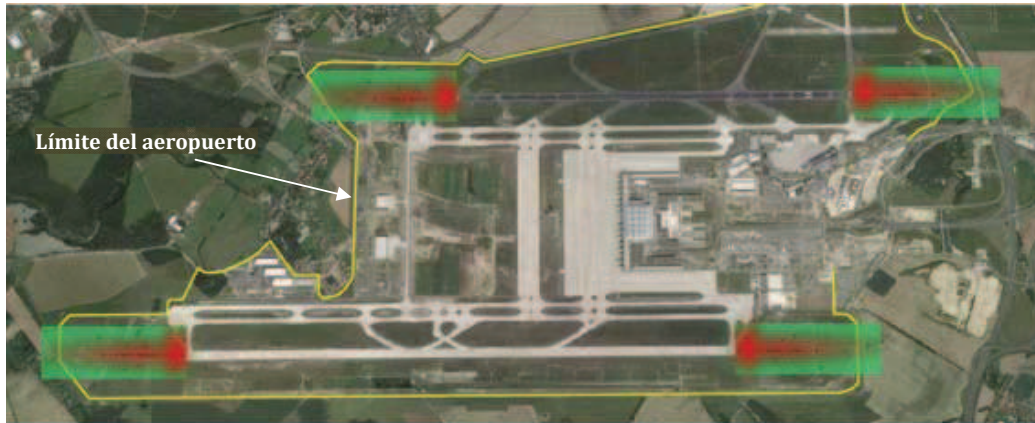
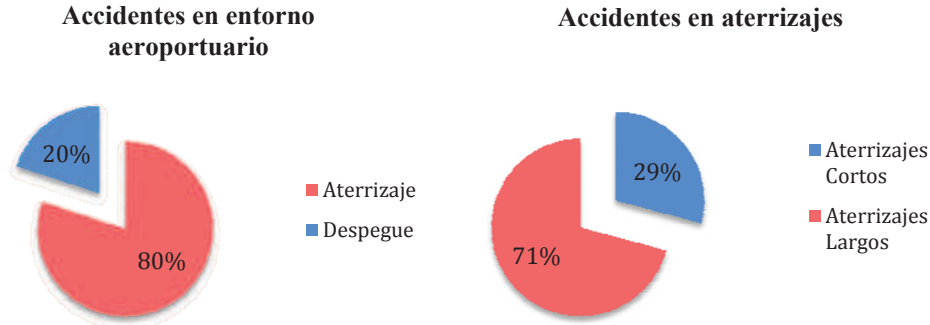


Figura 6. Aeropuerto Berlin-Schönefeld

El aeropuerto de Valencia, por ejemplo, presenta mayores complicaciones que Berlín-Schönefeld. Parte de su perímetro limita con autopistas y zonas residenciales, por lo que cualquier accidente dentro del área crítica dependiendo de donde tenga lugar el siniestro puede presentar inconvenientes en el correcto desenvolvimiento del S.S.E.I. Para aeropuertos donde se da este fenómeno se plantea una potencial solución. Como se mencionó anteriormente la mayoría de los accidentes ocurridos en la zona crítica tienen lugar durante los aterrizajes y dentro de estos, la tendencia de ocurrencia es por exceder la pista (aterrizajes largos).



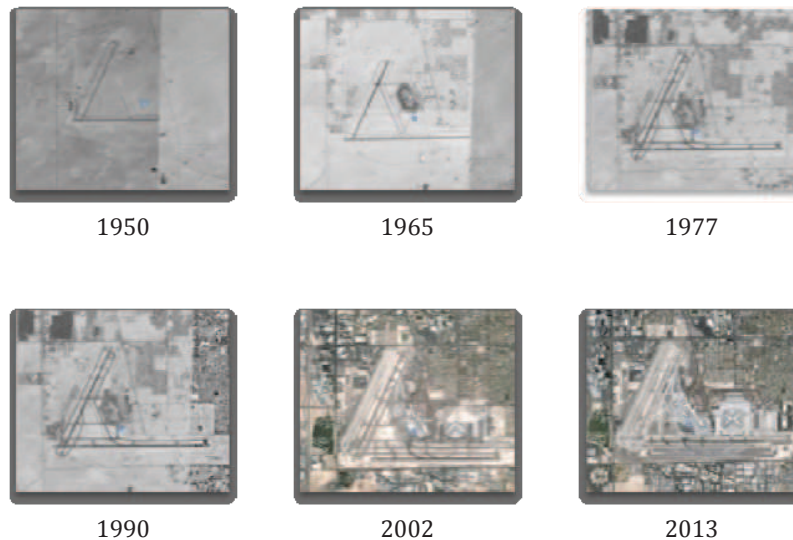
Una alternativa que podría ayudar a evitar futuros accidentes sería prever una estrategia de uso de pista en base al modelo de gestión del espacio aéreo: utilizar para aterrizajes, en mayor medida, y siempre y cuando las condiciones meteorológicas lo permitan, la cabecera que limita con la zona poblada. De esta manera, los aterrizajes largos terminarían afectando terreno rural y no zonas residenciales. Esta sería una solución de compromiso debido a que aproximar de esta manera generaría mayor contaminación acústica y gaseosa sobre la ciudad. En el caso del aeropuerto de Valencia sería una aproximación con rumbo 30.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ -
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I



Figura 7. Aeropuerto de Valencia

Como se menciona anteriormente, los aeropuertos no suelen emplazarse dentro zonas urbanas sino en terrenos aislados, en donde exista la menor interferencia con posibles obstáculos para el correcto funcionamiento del mismo, y es la necesidad de desarrollo de los centros urbanos en conjunto con una falta de articulación entre autoridades, entre otros factores, los que hacen que el aeropuerto sea sofocado por la ciudad. Puede citarse como ejemplo el caso del Aeropuerto Internacional McCarran en Las Vegas, EE.UU. Si bien es un aeropuerto que se encuentra en norma, es un claro ejemplo de cómo la ciudad se fue expandiendo a su alrededor con el correr de los años.



En un City Airport, como lo es el Aeropuerto de Congonhas/São Paulo, las posibilidades de que un accidente afecte las zonas urbanas son mucho mas altas que en un aeropuerto rural o semi – rural. En este tipo de aeropuertos hay que tener ciertas consideraciones a la hora de evaluar los tiempos de respuesta del S.S.E.I. y es cuando entra en juego la articulación entre la autoridad aeronáutica y el responsable de redactar, evaluar y llevar a cabo los códigos urbanos.

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹-
 Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I



Figura 8. Aeropuerto de Congonhas

Por lo tanto, si el aeropuerto contara con un predio lo suficientemente grande como para que la zona crítica se encontrara dentro de este, no importaría (desde el punto de vista de la respuesta de los S.S.E.I.) si estuviese emplazado en un entorno rural o urbano. El problema surge cuando el predio es acotado y se exponen a personas ajenas a la actividad.

Predio \ Tipo	Rural	Semi-Rural	Urbano
Amplio			
Acotado			

Riesgo bajo de afectación a entorno aeroportuario por accidente ■
 Riesgo medio de afectación a entorno aeroportuario por accidente ■
 Riesgo alto de afectación a entorno aeroportuario por accidente ■

CONCLUSIONES

Todas las normas obligatorias (y de ser posible las recomendaciones que da OACI en sus anexos), deberían de respetarse. Tener el entorno preparado para el correcto desenvolvimiento del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios cuando este no es el óptimo, es una manera de minimizar el número de potenciales víctimas frente a un siniestro aeronáutico. Obras tales como generar un carril exclusivo en carreteras públicas o reformar las esquinas para que los vehículos de salvamento puedan circular con comodidad, son de carácter menor y pueden ayudar mucho frente a un accidente.

Las futuras obras provistas en aeropuertos (desde aeropuertos nuevos u obras de ampliación), deberían ser tenidas en cuenta, por las autoridades correspondientes, con un mayor ímpetu que el actual

En cuanto a la ubicación de los aeropuertos, aquellos que se encuentran en zonas rurales presentan las condiciones más adecuadas para el desenvolvimiento del S.S.E.I. En cambio aquellos rodeados por la ciudad, ya sea parcial o totalmente, y que no cuenten

Juan Pedro Monteagudo^{1*}; Víctor Padilla¹; Esteban Maddonni Brito¹; Sergio Pitrelli¹; Pablo Di Gregorio¹ -
Interacción de la planificación de usos del suelo y la capacidad de respuesta de los S.S.E.I

con un predio lo suficientemente grande como para que los accidentes ocurran dentro del aeropuerto, comienzan a generar inconvenientes ante potenciales accidentes. Si se cuenta con un predio aeroportuario lo suficientemente grande como para que la zona crítica de accidentes desarrollada se encuentre dentro del mismo, no habría inconvenientes en el desempeño del S.S.E.I. En cambio, si se tiene un predio acotado, el riesgo de que un accidente afecte a personas ajenas a la actividad aeronáutica se incrementa conforme el aeropuerto se vuelve más urbano, lo que desencadena en una articulación más rigurosa entre la autoridad aeronáutica y las instituciones que desarrollan y aprueban los códigos urbanos.

REFERENCIAS

- [1] OACI, “Manual de Servicios Aeroportuarios Parte 1 – Salvamento y Extinción de Incendios”, Tercera Edición, Montreal, Canadá, 1990.
- [2] Flight Safety Foundation, “Reducing the risk of runways excursion”, Mayo 2009, EE.UU.
- [3] Boeing, “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents-Worldwide Operations 1959-2012”, Seattle, Estados Unidos, 2013.
- [4] Coppa, M. y Maddonni, E. “Análisis y caracterización de aeropuertos emplazados en grandes urbes” Actas del IV Congreso de la RIDITA, La Plata, Argentina, 2013.
- [5] OACI, “Anexo 14 Vol. 1-Aeródromos”, Quinta Edición, Montreal, Canadá, 2009.