

Cuando se introdujo, la cobertura zonal de la Predicción Gráfica de Área estaba limitada al espacio aéreo nacional de Canadá. A medida que los usuarios se acostumbraban más al producto, empezaron a filtrarse comentarios referentes a la ampliación de la información meteorológica más allá de las fronteras canadienses. Como respuesta a esta petición de los usuarios, el MSC y NAV CANADA, junto con sus homólogos estadounidenses y mexicano, se comprometieron para llevar a cabo conversaciones continuadas para crear una PGA norteamericana. Este producto dará esencialmente a los usuarios la capacidad de visualizar el tiempo esperado en todo el continente.

### Conclusión

La reacción del colectivo de la aviación al enfoque innovador del Servicio Meteorológico de Canadá para

realizar predicciones de área ha sido enormemente favorable. La PGA se considera como un primer paso para alejarse de los productos arcanos que intimidan y confunden y para acercarse a unos productos meteorológicos para la aviación más intuitivos y de más fácil comprensión que incrementen la seguridad y el servicio.

Para más información y para ver la última PGA realizada por el Servicio Meteorológico de Canadá para NAV CANADA, se puede visitar el sitio Web: <http://www.flightplanning.navcanada.ca>.

### Referencias

CHRÉTIEN, D. y M. M. CROWE, 2000: Graphical Area Forecast (GFA) — Breaking the Text Barrier in the New Millennium. Ninth Conference on Aviation, Range and Aerospace Meteorology. Orlando, Florida, 11-15 de septiembre de 2000.

## 334 *Respuesta a la necesidad de predicciones inmediatas y de predicciones a muy corto plazo de la visibilidad y de la altura de la base de nubes en el aeropuerto de Roissy-Charles-de-Gaulle (CDG)*

Por D. LAMBERGEON\* y G. MONCEAU\*\*

El CDG es uno de los aeropuertos de Europa con más tráfico. Durante los momentos de mayor actividad del día, cuando oleadas de aeronaves utilizan el centro nodal, un avión aterriza en la pista sur dedicada a las llegadas cada 90 segundos. La segunda pista sur, utilizada sólo para los despegues, tiene, igualmente, un tráfico denso. Hasta finales de 2004, funciona una única pista en el norte del aeropuerto a plena capacidad, alternando despegues y aterrizajes. Entran y salen todo tipo de vuelos, de corta, media y larga distancia. El aeródromo está en el norte de París, en una zona conocida como la "plaine de France", donde el relieve es mínimo. En invierno, la visibilidad y la altura de la base de nubes suelen afectar a la gestión del tráfico aéreo.

Desde 1974, en promedio, la visibilidad ha sido inferior a 1 000 m durante 42 días al año.

Por razones de seguridad, las autoridades de navegación aérea han establecido procedimientos específicos relativos a la navegación aérea en el CDG cuando el alcance visual en pista (AVP) es menor de 600 m y la altura de la base de nubes menor de, o igual a, 200 pies (60,96 m). El Control de Tráfico Aéreo pone en marcha entonces procedimientos de baja visibilidad (PBV), que implican un aumento del tiempo empleado entre aterrizajes y también entre despegues. Esto tiene un efecto adverso importante sobre la gestión de la capacidad del aeródromo (un aterrizaje cada 150 segundos en la pista sur, en lugar de uno cada 90 segundos) lo que, entre otras cosas, aumenta los retrasos y, en consecuencia, desbarata los planes cuidadosamente establecidos a lo largo del día de las aeronaves que utilizan el CDG.

Cuando se producen dichas condiciones de altura de nubes y de AVP (que en lo sucesivo denominaremos

\* Jefe de Asuntos Aeronáuticos de Météo-France.

\*\* Jefe de la Oficina Meteorológica del Aeropuerto de Charles-de-Gaulle.

condiciones meteorológicas de PBV), como ha sucedido de 22 a 26 días por año a lo largo de las tres últimas temporadas, la “presión” que ejercen los servicios de navegación aérea y las líneas aéreas sobre la Oficina Meteorológica es muy grande.

Según los servicios de navegación aérea, una predicción errónea en el CDG tendría las siguientes consecuencias:

- La ejecución de una predicción “segura” de condiciones de PBV significaría unos 10 000 minutos de retraso en tierra.
- La ejecución de una predicción “improbable/descartada” de condiciones de PBV llevaría a una situación de crisis a los implicados en la navegación aérea: 25 000 minutos de retrasos “en el aire” y el cambio de rumbo lo que ocasionaría que una aeronave permaneciera en espera para aterrizar; que se la retrasara en tierra; que un número cada vez mayor de pasajeros esperase en los aeropuertos; etc.

Los encargados de la navegación aérea que utilizan los servicios meteorológicos tienen que tomar decisiones sobre cancelación o cambio de rumbo de vuelos, o de mantenimiento de la planificación de vuelos existente. De este proceso de toma de decisiones dependen importantes sumas de dinero. Naturalmente, cuando se trata del desarrollo a corto plazo de condiciones meteorológicas que llevan a la aplicación de PBV, quieren basar sus decisiones en las predicciones meteorológicas más fiables posibles.

La experiencia de Méteo-France en el CDG pone de manifiesto que los productos meteorológicos convencionales estándar para la navegación aérea no son adecuados para tomar una decisión rápida “entre la espada y la pared”. Así:

- El período que abarca la predicción de terminal de aeródromo (TAF) cae dentro de la predicción meteorológica a corto plazo, mientras que aquí se necesita más una predicción inmediata.
- El tiempo que lleva preparar y difundir un TAF sigue siendo demasiado largo para esta perspectiva a muy corto plazo.
- La concisión relativa que se busca en un TAF es incompatible con la descripción detallada de una predicción inmediata.
- Un TAF no describe el AVP y no se centra en los umbrales operativos de la visibilidad o de la altura de la base de nubes.
- Y, sobre todo, un aspecto que a menudo se descuida es que los métodos de trabajo de un predictor inmediato difieren notablemente de los de un predictor a corto plazo.

Más aún, ¿cómo puede tomarse una decisión basada en un TAF que indica un cambio con una PROB40?

¿Qué significa esa indicación? ¿No es sólo una manera adecuada de que los meteorólogos expresen su confusión frente a lo que se reconoce universalmente como un problema muy difícil: la predicción de baja visibilidad y de la altura de nubes y de manera simultánea?

Los científicos están estudiando este problema fundamental. Se han logrado importantes progresos a lo largo de los años en el conocimiento de los mecanismos que rigen la formación y la dispersión de la niebla y de las nubes bajas. Estas predicciones locales podrían mejorarse de manera importante, sin lugar a dudas, mediante el uso de modelos de malla muy fina cuyas condiciones de contorno se fijen con modelos de malla mayor y que tomen como datos de entrada los parámetros físicos del entorno del aeropuerto en tres dimensiones (y probablemente en cuatro). No pretendemos ocuparnos aquí de estos desarrollos, cuya aplicación está limitada por las capacidades de los ordenadores disponibles. Más bien queremos demostrar que existen nuevas ideas para ayudar a satisfacer mejor las necesidades de los usuarios y que están dentro de los límites impuestos por la ciencia y la tecnología actuales.

La principal prioridad del usuario es obtener una predicción fiable; una petición con la que todos los meteorólogos estarán muy familiarizados. Desgraciadamente, el usuario siempre acaba reconociendo que esto no es posible en la meteorología, sobre todo cuando se trata de predecir condiciones de PBV. Tras nuevas conversaciones con el usuario, está claro que, en ausencia de una predicción fiable, éste necesita saber qué confianza puede tener en la información recibida. Con los TAF convencionales, es muy difícil hacer tal estimación. Por lo tanto, necesitamos crear un nuevo producto para satisfacer esta necesidad.

Después de consultar con los usuarios, se propuso una nueva clase de boletín, que predice la aparición o desaparición de condiciones de PBV, basado en los principios siguientes:

- Las predicciones de condiciones de PBV se describen para los usuarios según cuatro categorías “claras”: descartada, improbable, probable, cierta.
- Estas predicciones se relacionan con los intervalos correspondientes a la predicción inmediata o a la predicción a muy corto plazo: H a H+30', 30' a 1 h, 1 h a 2 h, 2 h a 3 h.
- El boletín se difunde en los momentos en los que la necesidad del usuario es crítica.

Hasta aquí, este tipo de boletín no tiene nada de nuevo. Sin embargo, las siguientes características no serán tan familiares:

- Basándose en los resultados obtenidos durante un año de uso interno antes de que el boletín se pusiera operativo, Méteo-France prometió a los usuarios que alcanzaría un nivel cuantificado de

fiabilidad. La fiabilidad se expresa como porcentaje de las predicciones correctas sobre el número de predicciones hechas para cada par de "estado de riesgo/intervalo". Los objetivos del CDG son los que aparecen en la Tabla I.

- Después se formó a los predictores para alcanzar estos objetivos; por ejemplo, tenían que comprender y aceptar (en línea con los deseos del cliente) que era mejor dar una predicción "probable" si no estaban seguros de que la predicción fuera "cierta" y que no deben hacer más de una predicción errónea para la última categoría.
- El método se puso operativo en el CDG. Cada semana, el boletín está sujeto a un examen objetivo y cuantificado. Los predictores conocen, por tanto, la fiabilidad observada en las distintas categorías de cada uno de los intervalos descritos. Esto les ayuda a maximizar los índices de éxito.

Todos los años, los resultados de la predicción son analizados para verificar que se satisfacen los objetivos de calidad establecidos. En la Tabla II, por ejemplo, tenemos los resultados obtenidos a lo largo del período de invierno 2001-2002.

Por supuesto, no hay una solución perfecta al problema. Siendo nuestro nivel actual de conocimientos y las herramientas operativas existentes los que son, la predicción de condiciones de PBV sigue siendo un ejercicio difícil, como lo demuestran los resultados en las categorías de "improbable" y "probable". Sin embargo, es interesante observar que:

- Aunque se produzcan errores, los estudios han demostrado que el predictor meteorológico ofrece

mejor información que una predicción aleatoria o de persistencia, incluso en situaciones meteorológicas delicadas.

- Una vez que los predictores han asimilado el nuevo concepto de estos boletines, se han demostrado a sí mismos que son capaces de preparar predicciones de una forma nueva, permitiendo así al usuario tomar decisiones basadas en las técnicas de predicción objetiva. Con la experiencia parece, incluso, que han sido capaces de mejorar sus habilidades para satisfacer mejor las necesidades del cliente.

El hecho de indicar el índice de error objetivo hace posible "profesionalizar" la relación entre los servicios de Control de Tráfico Aéreo y el predictor teniendo en cuenta mejor los factores humanos:

- Los intercambios de información entre la Oficina Meteorológica y el Control de Tráfico Aéreo se vuelven más sosegados. Esto es positivo en una situación de crisis meteorológica y congestión del tráfico, y también por razones de seguridad.
- Al trabajar "con confianza" y con el derecho reconocido a cometer un error, los predictores se colocan en las mejores condiciones para demostrar toda su experiencia y todas sus habilidades.

Otro factor humano necesario a tener en cuenta es la capacidad para realizar una prueba objetiva sobre la técnica de la predicción y cuantificarla de manera precisa. De antemano, los predictores podrían dudar de esta prueba objetiva (lo que puede ofrecer cierta tranquilidad de espíritu) en el momento de su elección durante el proceso. Este problema se ha resuelto reali-

Tabla I  
Períodos en hora estándar

Riesgo de PBV	De 06:00 a 06:30	De 06:30 a 07:00	De 07:00 a 08:00	De 08:00 a 09:00
Cierta	1 fallo por año			
Probable	50	50	50	50
Improbable	95	95	90	85
Descartada	99	99	99	99

Tabla II

Temporada 2001/2002	Períodos en hora estándar				
	Riesgo de PBV	De 06:00 a 06:30	De 06:30 a 07:00	De 07:00 a 08:00	De 08:00 a 09:00
Cierta		1 fallo	2 fallos	2 fallos	1 fallo
Probable		62	49	56	65
Improbable		96	95	92	89
Descartada		100	100	100	99

zando una prueba global, sin atribuir resultados a los individuos. Sin embargo, fallos ocasionales pueden llevar a que un análisis se realice junto con el predictor. Un elemento importante detrás del éxito del despliegue de este nuevo producto ha sido la inclusión de este factor humano.

Para hacer el mejor uso posible de la información disponible, los servicios de navegación aérea han aplicado una estrategia basada en las distintas categorías del boletín: las regulaciones están "calibradas" para tener un efecto progresivo sobre el tráfico.

Según fuentes no oficiales, durante la temporada 2001/2002 se llevó a cabo una prueba preliminar del tiempo de espera global para las situaciones fijadas. Se observó una mejora del 18 por ciento de este tiempo global, mientras que hubo un 30 por ciento más de casos de niebla. Esto muestra de manera objetiva la utilidad de estos boletines. Sin embargo, todavía hay que realizar un verdadero análisis de la relación coste-beneficio. Merece la pena mencionar aquí que la puesta en marcha de este método por Météo-France no supone ningún coste adicional a los usuarios, dado el principio según el cual es probable que estos últimos paguen el coste total del servicio regulador ofrecido, según la política adoptada por Francia en relación con las tarifas del tráfico aéreo. Siguiendo el objetivo establecido en los Reglamentos Técnicos de la OMM y en el

Anexo 3, párrafo 2.1.1 de la OACI, se considera que los boletines de PBV constituyen una parte integral del servicio regulador de la meteorología para la aviación, en el sentido de que la información meteorológica ofrecida ayuda "a contribuir a lograr la seguridad, la regularidad y la eficiencia" de la navegación aérea.

Naturalmente, el siguiente paso consiste en suministrar a los predictores herramientas para "ver" mejor las condiciones meteorológicas locales y con una mayor anticipación. Junto con los usuarios que financian el coste a través de la parte meteorológica de las tarifas de la navegación aérea, Météo-France está llevando a cabo en la actualidad un programa de investigación y desarrollo dedicado al aeropuerto de CDG en un intento de lograr algún progreso. Este proyecto se está realizando en estrecha cooperación con los usuarios. En 2003, el más alto organismo de consulta nacional de estos usuarios, que depende directamente de la autoridad del Ministerio de Transporte, pidió a Météo-France que desarrollara la realización de boletines de PBV y que los ampliara a los dos aeropuertos más importantes de Francia que sufren de problemas de visibilidad y altura de nubes: Orly y Lyon St. Exupéry. Météo-France ya ha iniciado el período necesario de formación profesional en estos aeropuertos y empezará a realizar los boletines tan pronto como sea posible.

337

## *Avisos de cizalladura del viento y de turbulencia en el Aeropuerto Internacional de Hong Kong*

---

Por Chi Ming SHUN\*

### **Introducción**

El Aeropuerto Internacional de Hong Kong (HKIA) se construyó sobre tierra ganada al mar al norte de la montañosa isla de Lantau, que tiene picos que alcanzan casi 1 000 m adyacentes a valles de hasta 400 m. La Figura 1 ilustra la situación del HKIA en relación con dicho terreno accidentado. Al nordeste del HKIA hay numerosas colinas menores con cimas que alcanzan los 600 m. En este entorno costero accidentado hay una amplia variedad de fenómenos meteorológicos que

pueden ocasionar cizalladura del viento en niveles bajos y turbulencia. Desde la apertura del HKIA, en julio de 1998, hasta finales de 2003, aproximadamente uno de cada quinientos vuelos con destino el aeropuerto o procedentes del mismo informó de una importante cizalladura del viento. A lo largo del mismo período, aproximadamente uno de cada 2 000 vuelos informó de turbulencia notable.

La cizalladura del viento es un cambio sostenido (es decir, que dura más de unos pocos segundos cuando la sufre la aeronave) de la dirección y/o de la velocidad del viento, y que provoca que varíe la sustentación del avión. Una disminución de la sustentación ocasio-

\* Observatorio de Hong Kong, Hong Kong, China.