

Figura 7(a)

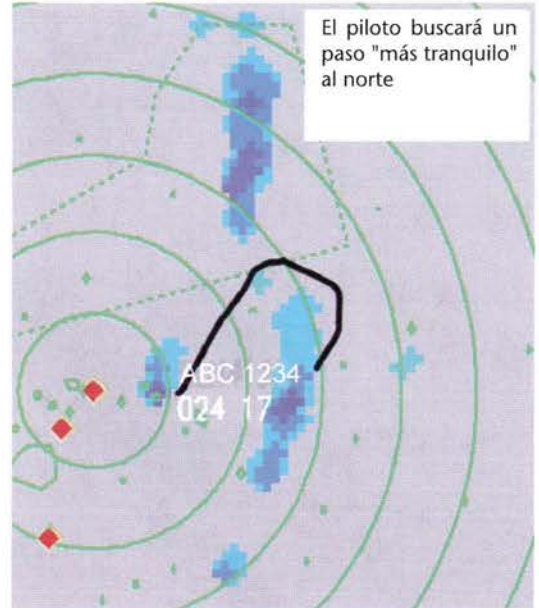


Figura 7(b)

330

Europa sufre problemas recurrentes de congestión del tráfico aéreo. Un tercio de todos los retrasos están asociados a las condiciones meteorológicas, con todos los costes y los inconvenientes extras que acarrea para los usuarios. El uso generalizado de las

imágenes de radar, con toda probabilidad junto con la indicación de otros fenómenos que se encontrarán en los mapas de tiempo significativo, sería, sin lugar a dudas, de gran valor para anticipar los problemas y gestionar mejor el tráfico aéreo.

## Predicciones gráficas de área para la aviación

### Introducción

El 20 de abril de 2000, el Servicio Meteorológico de Canadá (MSC) y NAV CANADA introdujeron un sustituto gráfico de la predicción alfanumérica de área que se realizó por primera vez hace más de medio siglo. La predicción alfanumérica de área era un producto nacional que no seguía las normas internacionales. Era, por lo tanto, el candidato ideal a sustituir y también para probar la in-

Por Bob ROBICHAUD<sup>1</sup> y Joanne ST-COEUR<sup>2</sup>

roducción de un producto gráfico para los agentes implicados en la aviación. La Predicción Gráfica de Área (PGA) contiene la misma información meteorológica que su equivalente alfanumérica, pero su representación gráfica hace que sea más fácil de usar para los pilotos y los encargados de impartir las informaciones orales meteorológicas. También ayuda a los predictores a comunicar a estos usuarios las condiciones meteorológicas que se esperan sin riesgo de que pueda ocurrir cualquier tipo de malentendido por el uso de un producto meramente alfanumérico (textual).

### Antecedentes

En los primeros días de la aviación en Canadá los predictores desarrollaron las predicciones de área, que

1 Meteorólogo de Preparación Meteorológica del Servicio Meteorológico de Canadá, Halifax, Canadá.

2 Jefa del Servicio de Clientes de los Servicios de Aviación y Defensa del Servicio Meteorológico de Canadá, Halifax, Canadá.

los pilotos utilizaban como predicciones de ruta para los vuelos entre ciudades que unían el este, el oeste y el norte de Canadá. Estas predicciones estaban en formato alfanumérico y describían en lenguaje abreviado el desarrollo y la aparición o la aparición esperada en el tiempo y el espacio de la meteorología especificada durante el viaje. Como respuesta a las crecientes demandas del tráfico aéreo comercial posteriores a la Segunda Guerra Mundial, el MSC adoptó la predicción alfanumérica de área o FA. Este método de descripción de las condiciones meteorológicas actuales y previstas para los aviadores siguió, con solo algunos pequeños cambios en el formato, durante más de 40 años.

En la década de 1980, cada vez más pilotos e informadores orales meteorológicos para la aviación empezaron con la práctica de dibujar la FA oficial en un mapa para visualizar en imágenes la predicción de área. Esta práctica ayudó a clarificar lo que los predictores esperaban a lo largo del tiempo y fue la predecesora de la PGA según la conocemos en la actualidad. En 1989, Transport Canada, que era responsable del sistema nacional de navegación aérea, pidió al MSC que desarrollara una manera de convertir la FA en un producto gráfico. Debido a dificultades técnicas, el proyecto se suspendió temporalmente.

Siete años después, en 1996, se volvió a empezar con la FA gráfica. La empresa sin ánimo de lucro recién formada, NAV CANADA, y los meteorólogos del MSC unieron sus fuerzas para perfilar las especificaciones del nuevo producto. Se diseñaron y probaron tres prototipos a lo largo de un período de seis meses con usuarios elegidos. Los usuarios aportaron información sobre qué prototipos y qué contenido de las predicciones preferían. A finales de 1997, la Predicción Gráfica de Área llegó al final de la fase de diseño y empezó la fase de puesta en marcha.

### Desarrollo y puesta en marcha

Una vez que se completaron las pruebas del prototipo y se examinó la información devuelta por el usuario, se terminaron el formato y las especificaciones de la PGA; el MSC tenía que desarrollar entonces una metodología para realizar la predicción desde distintos Centros Meteorológicos de Aviación por todo Canadá. Para realizar con eficacia la PGA, era necesario encontrar el equilibrio entre el tiempo de realización con una carga de trabajo operativa ya grande y la calidad del producto. El desarrollo de la realización del modelo para la PGA estuvo guiado por cinco principios:

- Equivalencia de costes con la FA de texto.
- Equivalencia en el tiempo de realización.
- Equivalencia de recursos humanos.
- Consistencia nacional en el producto final.

- Siete dominios de aproximadamente el mismo tamaño con la restricción de que el corredor de tráfico aéreo más ocupado de Canadá, entre la Ciudad de Quebec y Ontario Windsor, estuviera constreñido dentro del mismo dominio.

NAV CANADA había decidido definir siete áreas de predicción de responsabilidad o dominios (véase la Figura 1). Estos dominios de la PGA abarcarían el espacio aéreo nacional para el que Canadá tiene la responsabilidad de suministrar servicios de navegación aérea. Las siete PGA para estos dominios sustituirían a un total de 24 predicciones alfanuméricas de área y se eligieron para abarcar áreas de regímenes meteorológicos similares y de esquemas de tráfico de aeronaves comunes en Canadá. Un dominio de PGA típico, el GFACN32, tiene unos dos millones de km<sup>2</sup>.

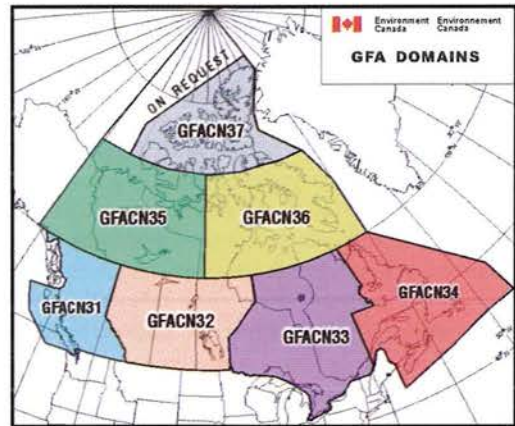


Figura 1 — Los siete dominios de la PGA que abarcan el espacio aéreo nacional de Canadá

La puesta en marcha de la PGA se hizo en tres fases. La fase inicial fue la preproducción; durante esta fase se identificaron todos los requisitos y los posibles problemas tanto con la realización como con las telecomunicaciones y también desde la perspectiva de los usuarios a través de una serie de pruebas en tiempo real. Para ayudar a minimizar los efectos del cambio en los informadores orales y los clientes de NAV CANADA, se les invitó a participar en las numerosas pruebas realizadas durante este período y a suministrar información de retorno continuada.

La segunda fase fue la prueba de las telecomunicaciones en marzo de 2000. Este período se utilizó para activar las uniones entre el MSC y los distintos clientes y usuarios de la PGA para garantizar una entrega del producto de principio a fin. Esto incluía las redes internas de comunicaciones para los funcionarios que realizaban el producto, Internet y los servicios de distribución de fax y los enlaces de satélite, incluido el SMT, para la distribución a los usuarios internacionales.

La última fase fue un período de ejecución en paralelo en el que se realizaron y se difundieron ampliamente tanto la PGA como la FA de texto. Este período de dos semanas permitió al MSC, a NAV CANADA y a los usuarios probar la transmisión y la recepción de la PGA, compararla con el producto al que estaban acostumbrados e identificar cualquier problema final. Por último, a las 00:00 UTC del 20 de abril de 2000, la predicción alfanumérica de área fue sustituida oficialmente por su equivalente gráfica.

## La predicción gráfica de área

### Descripción del producto

Cada una de las siete PGA consta de dos series de tres mapas o paneles separados. Los mapas representan las condiciones meteorológicas esperadas en las horas t+00, t+06 y t+12. Estos mapas se ajustan temporalmente y muestran de manera gráfica las condiciones meteorológicas más probables entre la superficie de la Tierra y los 7 315 m (24 000 pies) sobre un área determinada. Una serie de paneles representan las nubes y las condiciones meteorológicas y la segunda abarca el engelamiento, la turbulencia y el nivel de congelamiento. Los paneles individuales también están divididos en cuatro partes: un recuadro con el título, un recuadro con la leyenda, un recuadro con comentarios y la información meteorológica. También se incluye en el último mapa meteorológico y de nubes una previsión para un período adicional de 12 horas de las Normas de Vuelo con Instrumentos.

Como su predecesora, la PGA se realiza y difunde cada seis horas y es válida para las 00:00, 06:00, 12:00 y

18:00 UTC. Cuando es necesario se emiten correcciones a la PGA. Los pilotos pueden acceder fácilmente a la PGA de varias maneras. Hay versiones en color disponibles en la página de planificación de vuelos del Sitio Web de Meteorología de la Aviación de NAV CANADA (AWWS) y también versiones en blanco y negro, a través de fax, en las estaciones de servicio de vuelo que suministran servicios de información meteorológica oral.

### Descripción del panel meteorológico y de nubes

La porción meteorológica y de nubes de la PGA (véase la Figura 2) ofrece una predicción de las capas de nubes y/o de los fenómenos de superficie, visibilidad, tiempo y dificultades para la visión válida para la misma hora que la del panel de la PGA. También se incluyen isobaras dibujadas a intervalos de 4 hPa. Además, el predictor incluye las principales características sinópticas que son responsables del tiempo representado, junto con su velocidad y dirección. La velocidad y la dirección de los vientos de superficie predichos también se indican por medio de barbas de viento y un valor asociado de la velocidad del viento cuando se predice que sea de 20 nudos o más fuerte.

### Descripción del panel del engelamiento, la turbulencia y el nivel de congelamiento

Los paneles de engelamiento, turbulencia y nivel de congelación (véase la Figura 3) representan las zonas en las que se ha predicho engelamiento y turbulencia y también el nivel de congelamiento esperado a esa hora específica. En el mapa se incluyen el tipo, la intensidad, las bases y los niveles superiores de cada zona de engelamiento y de turbulencia. También se muestran las características sinópticas superficiales, como los frentes y los centros de presión. Este panel suele depender y usarse conjuntamente con el panel meteorológico y de nubes válido para la misma hora, y se suele emitir junto a él.

### Realización de la PGA

La realización de los mapas ha evolucionado desde el inicio de la PGA, en abril de 2000. A principios de 2004, la predicción para la aviación en Canadá estaba concentrada en dos centros principales en Edmonton y Montreal.

Los predictores del Centro Meteorológico Canadiense de Aviación del Oeste (CMAC-Oeste) de Edmonton realizaban cinco PGA sobre el Canadá Occidental y el Ártico; en Montreal, el Centro Meteorológico Canadiense de Aviación del Este (CMAC-Este) es responsable de dos dominios de PGA so-

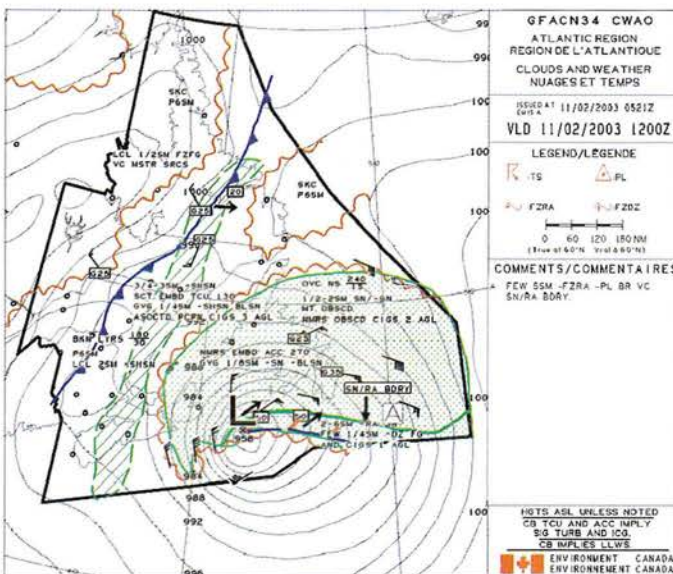


Figura 2 — Panel meteorológico y de nubes de la PGA: ejemplo de una predicción emitida a las 05:21 Z del 11 de febrero de 2003 de las nubes y del tiempo esperado a las 12:00 Z sobre el dominio de la Región del Atlántico

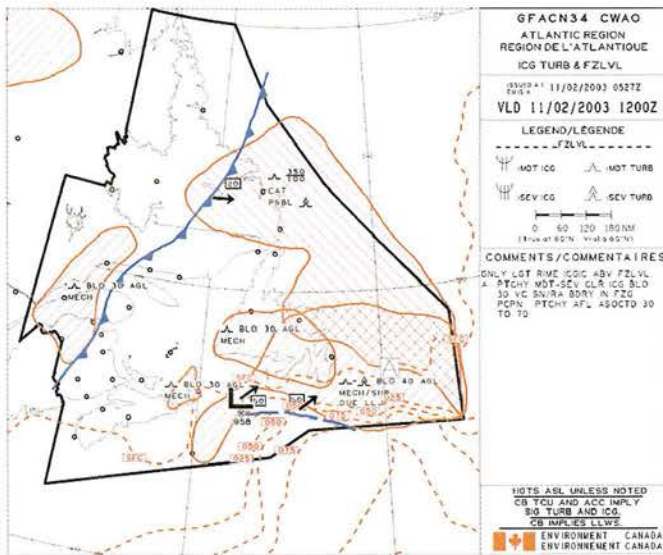


Figura 3 — Panel de engelamiento, turbulencia y nivel de congelación de la PGA: ejemplo de una predicción emitida a las 05:27 Z del 11 de febrero de 2003 del engelamiento y la turbulencia esperados a las 12:00 Z sobre el dominio de la Región del Atlántico

bre Canadá Oriental. El CMAC-Oeste y el CMAC-Este también coordinan su realización para garantizar que el tiempo representado en los límites de sus zonas respectivas de responsabilidad sea consistente. Una de las dos oficinas tiene la tarea de fusionar el producto final en una imagen nacional grande. Esta tarea es un paso muy importante. Sin él, los usuarios recibirían información meteorológica ligeramente distinta de un mapa al otro: un frente predicho un poco más al sur o al norte, capas de nubes esperadas en distintos niveles, etc. La coherencia de la información es importante y los dos centros tienen que coordinar estrechamente la realización de la predicción PGA y después fusionar su trabajo en una imagen nacional. El paso final es dividir automáticamente, mediante un software, la imagen nacional para crear los productos para los siete dominios, que se distribuyen después de manera electrónica y se ponen en Internet.

Un equipo de cuatro predictores realiza seis mapas (tres meteorológicos y de nubes y tres de engelamiento y turbulencia) cada seis horas para cada dominio. Un ciclo de realización de PGA típico empieza dos o tres horas antes de que el conjunto sea válido. El predictor comienza con un análisis profundo de la atmósfera para determinar los principales procesos en juego. Los predictores de PGA dependen de las imágenes de satélite y de radar, de las observaciones de superficie, de los sondeos atmosféricos y de los informes de los pilotos para conseguir una imagen precisa de la situación sinóptica.

Como la PGA se actualiza cada seis horas, el predictor tiene la opción de utilizar los paneles previos de

PGA a t+06 h y t+12 h como punto de partida (para las nuevas t+00 h y t+06 h, respectivamente). Una vez que está completo el diagnóstico, el predictor procede a efectuar los pertinentes cambios a gran escala en el panel inicial meteorológico y de nubes basándose en su diagnóstico. Una vez que hace cualquier ajuste en el panel inicial, el predictor pasa al siguiente panel meteorológico y de nubes y repite el mismo proceso. El paso siguiente es realizar el panel final meteorológico y de nubes que es válido para t+12 h. En este caso, el predictor está realmente añadiendo un nuevo panel al conjunto de la PGA.

Los predictores utilizan diversas herramientas que les ayuden a representar con precisión el tiempo esperado en la PGA. El software empleado para realizar los paneles de la PGA tiene la capacidad de superponer muchos campos

meteorológicos distintos procedentes de salidas de modelos en formato GRIB. Los predictores también pueden elegir superponer imágenes de satélites a los paneles de predicción. Otra herramienta importante en la realización de la PGA es el Sitio Web del Trabajo en Marcha que permite a los predictores de ambas oficinas de realización ver el trabajo que se está haciendo en las PGA adyacentes. Esto ha demostrado ser de gran ayuda para garantizar la coherencia entre un dominio de la PGA y el siguiente.

Después de terminar los paneles meteorológicos y de nubes, el predictor pasa a completar los tres paneles de engelamiento y turbulencia. Como estos mapas suelen depender de los mapas meteorológicos y de nubes, se hacen generalmente después de que se han terminado estos. Una vez que se han realizado los seis paneles de la PGA, el predictor vuelve al panel inicial y realiza algún ajuste fino de última hora antes de que todo el conjunto de la PGA se coteje y se una para su transmisión final al colectivo aeronáutico.

## Desarrollos futuros

En la actualidad, el MSC es miembro de un equipo internacional que desarrolla una nueva estación de trabajo de predicción. Toda la experiencia adquirida para desarrollar herramientas de predicción para realizar la PGA es ahora parte del trabajo de desarrollo de la nueva estación de trabajo. Con la nueva estación de trabajo, los predictores del MSC tendrán la capacidad de realizar la PGA en formato BUFR. Esto satisfará la creciente necesidad de intercambiar datos en este nuevo formato estándar internacional.

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.