

VIII

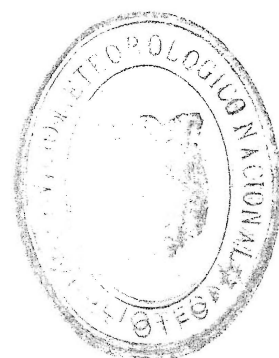
**EL PAPEL DEL AIR WEATHER SERVICE
EN LAS INVESTIGACIONES ESPACIALES**

Conferencia pronunciada en Madrid el día 19 de junio de 1962

por

NORMAN L. PETERSON

Brigadier General USAF



EL PAPEL DEL AIR WEATHER SERVICE EN LAS INVESTIGACIONES ESPACIALES

INTRODUCCION

Sólo voy a tratar hoy de una de las muchas misiones del "Air Weather Service" (Servicio Meteorológico Aeronáutico). Consiste dicha misión en suministrar ayuda especial en Astrofísica y Geofísica a las operaciones aero-espaciales.

Sin duda, todos ustedes se dan cuenta de que el soporte ambiental de las operaciones aero-espaciales no está limitado a parámetros totalmente nuevos y exóticos, sino que comprende el apoyo del tiempo convencional, tal y como está siendo previsto actualmente para las operaciones militares.

Por ejemplo, durante las fases de preparación, pre-lanzamiento, lanzamiento y recogida en el vuelo del coronel John Glenn, las condiciones de tiempo y cielo, visibilidad, vientos y temperaturas fueron pronosticadas con gran exactitud.

Fué necesario hacer predicciones exactas para el área de lanzamiento, entre otros fines para conocer las condiciones óptimas para el seguimiento visual. También para la operación de recogida eran deseables óptimas condiciones atmosféricas para el aterrizaje en tres lugares posibles. Las predicciones fueron controladas por medio de observación continua no sólo a través de observaciones de superficie de tipo sinóptico corriente, sino también por medio del satélite meteorológico Tiros IV y por reconocimiento aéreo. Ambos suministraron valiosos datos para la predicción en el área de recogida.

NOTA DE REDACCIÓN. — La conferencia del Brig. Gen. Norman L. Peterson, en el Instituto de Meteorología, se realizó aprovechando la coyuntura de su paso por Madrid; ello indica que no se había programado previamente y que no fue factible el quedarnos con las diapositivas que se proyectaron. Así, pues, el lector notará que se hace referencia en el texto a gráficos que, lamentándolo mucho, no es posible incluir ahora en esta adaptación.

Los aviones de reconocimiento meteorológico volaron un total de doscientas seis horas en el mes de febrero en las áreas de recogida, y esto sólo en apoyo del proyecto Mercurio. El día anterior y el mismo día del vuelo de Glenn, el 20 de febrero de 1962, se efectuaron intensas operaciones.

Incidentalmente fueron empleados en esta operación aviones de tipo convencional W-50. Como parte del programa de modernización del "AWS", estamos en vías de convertir en reactores los aviones de reconocimiento. Con los aviones de reacción podremos realizar un servicio de reconocimiento mucho más rápido y mejor, de acuerdo con las exigencias de las operaciones espaciales.

IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACION DE AMPLIO ALCANCE DEL "AWS"

En nuestra exhaustiva planificación para facilitar el mejor apoyo posible a futuras operaciones, ponemos de relieve los siguientes puntos interesantes:

1.—Mejora de los procedimientos internos, equipo, técnicas y entrenamiento para facilitar una más efectiva colaboración de la oficina de estudios del contorno aeroespacial en apoyo de las USAF, USA y de los mandos unificados.

2.—Fluidificación de la estructura administrativa y de los procedimientos empleados en la preparación de nuevas ayudas ambientales aeroespaciales requeridas durante las fases operativas de los nuevos sistemas y armas de defensa.

3.—Mantenimiento de flexibilidad funcional en un área de rápida variación de las estructuras de las fuerzas militares y de cambios revolucionarios en los sistemas de mando y control.

4.—Evolución de la capacidad para proporcionar, en la medida necesaria, conocimientos acerca del amplio contorno aeroespacial en apoyo de las operaciones y de la planificación militar en la "era del espacio".

Algunas necesidades actuales de ayuda meteorológica en la "era espacial":

Las necesidades preliminares de ayuda meteorológica en la era espacial han sido ya determinadas y están siendo puestas en práctica. Actualmente, el AWS está suministrando una activa ayuda especializada a las actividades en el campo de los cohetes. Presentaré brevemente un ejemplo de ayuda mesometeorológica especializada en dichos campos, durante el pre-lanzamiento, en el lanzamiento y en las fases iniciales del vuelo de los cohetes.

Sin embargo, previamente desearía hacer constar que esta ayuda meteorológica especializada se extiende a las operaciones de los centros de ensayo de vuelos y a los de investigación y desarrollo. Este último está provisto de un cuerpo especial de meteorólogos que reconocen, identifican y acopian conocimientos meteorológicos para su empleo en sistemas (sean de mando y control, armamento, reconocimiento o apoyo) antes de que el sistema sea operacional. Debemos ocuparnos también de un sistema completo de reconocimiento para el máximo apoyo al mecanismo militar de resolución.

La fuente proveedora de material para una gran parte de este apoyo, especialmente en las fases de diseño y operacional de sistemas de armamento, es obtenida de nuestro Centro Climatológico de Washington, DC, donde nos hemos especializado en el diseño de aplicaciones meteorológicas a la ingeniería. Proseguiré mi ejemplo de un tipo de ayuda a las operaciones en el campo de los cohetes con dos breves casos de apoyo climatológico aplicado.

Ejemplo corriente de apoyo en la era espacial (campo de los cohetes):

Durante varios años el apoyo total meteorológico en el campo de los cohetes ha sido una de las misiones más importantes de las asignadas al AWS. Un requisito previo obligatorio es el conocimiento exacto de la estructura de la atmósfera y sus efectos con el fin de obtener estadísticas más precisas para la construcción de motores para operaciones con cohetes.

Ejemplo corriente de ayuda en la era espacial (campo de los cohetes):

PROBLEMAS:

En Patrick y Vandenberg resultó evidente que un problema apremiante era el de medir las variaciones en pequeña escala de la atmósfera y presentarlas con suficiente detalle para predecirlas. Considérese el efecto que las variaciones de la brisa marina tienen sobre el índice de refracción; esta información es necesitada por los precisos instrumentos de seguimiento en los primeros segundos después del lanzamiento. O considérese el efecto que las móviles estelas de niebla pueden tener sobre la cubierta de la cámara.

Las causas de otros problemas a pequeña escala son originadas por el uso de materiales propulsores almacenables. Los efectos del viento y de la temperatura sobre los derrames (spills) de fuel, más la traslación y difusión de la nube efluente, sólo pueden ser calculados por métodos a escala normal. Los productos de la combustión de un cohete averiado

o de la voluntaria destrucción de uno errante son transportados hacia las capas inferiores y diluídos en la atmósfera. La magnitud exacta de este efecto debe ser calculada antes de una operación con el fin de adoptar las adecuadas medidas de seguridad. Esto sólo puede hacerse por medio del uso inteligente de información a gran escala.

UN EJEMPLO CORRIENTE DE AYUDA EN LA ERA ESPACIAL (*Los cohetes*):

Pruebas:

Con el Mando Aéreo Estratégico, el AWS, realizó una serie de ensayos controlados en la Base de Vandenberg, con objeto de mejorar las técnicas a base de controlar los movimientos de las bajas capas atmosféricas. La prueba se realizó a base de usar columnas de humo y generadores con objeto de conocer la verdadera dirección del viento. Fotografías de estas estelas de humo fueron hechas desde varios ángulos, a fin de mostrar claramente los efectos tanto en la horizontal como en la vertical. Al mismo tiempo que se encendieron los generadores de humo se hicieron registros detallados de la velocidad y dirección del viento. Una prueba de esos resultados es la ilustración que se proyecta. Sin una red extensa no se hubiera podido controlar la marcha del viento y la predicción no hubiera sido muy precisa.

Observaciones favorables de viento hechas en la Base de Vandenberg:

Existe una regla que permite calcular el viento en superficie y que es válida para realizar pronósticos, a base de calcular el flujo medio en un área de cien millas cuadradas.

Se concluye, a base de las pruebas hechas con estelas de humo, que para llevar a cabo un lanzamiento es preciso determinar las constantes de difusión en gran escala y diseñar e instalar una red de medidas específicamente propuesta para las características propias de cada una de las dos áreas de lanzamiento—Patrick y Vandenberg.

Ampliación de factores:

Además de las directrices de investigaciones geofísicas y de las aportadas por los técnicos de cohetes, nosotros hemos instalado una red de trabajo permanente con instrumentos meteorológicos adecuados, un calculador especializado y lectores y registradores apropiados. Así vamos prestando ayuda, según lo van requiriendo las circunstancias. Al mismo

tiempo vamos adquiriendo capacidad operacional para acometer todos los problemas atmosféricos a distintas escalas.

Ejemplo de ayuda del Centro Climatológico del AWS:

Creo conveniente exponer ahora dos ejemplos muy breves de ayuda climatológica a las operaciones espaciales, tal y como lo había anticipado.

En primer lugar suministrábamos únicamente datos resumidos de nubosidad y temperatura para su uso en los estudios de proyectos para la construcción del subsistema de registro horizontal de los satélites Agena. Esta información era también usada en la resolución de muchos problemas de detección de cohetes y de otros de estabilización de satélites y concernía a la absorción de la radiación infrarroja por las nubes, vapor de agua y precipitación.

El segundo ejemplo consiste en la recopilación de los datos de densidad para todas las alturas hasta 80 kilómetros (aproximadamente 260.000 pies).

Hemos podido comprobar la importancia que las variaciones de la densidad de la atmósfera tiene en la ascensión de los cohetes, en la determinación de la trayectoria orbital y en la reentrada de los mismos. Se ha utilizado información de este tipo por los ingenieros para proyectar el diseño más adecuado en el manejo de varios de los elementos componentes de los cohetes, tales como los de reentrada de la cabeza del cohete.

Ultimamente este análisis se ha extendido hasta una altura de 400.000 pies para la región de Cabo Cañaveral. Se prosigue el trabajo y están siendo estudiados los datos para todas las alturas de la atmósfera (incluyendo las densidades), determinados gracias a la información facilitada por los satélites.

He presentado solamente dos ejemplos. Nuestros científicos están examinando los efectos de todos los posibles parámetros espaciales con el fin de determinar la mejor y más detallada distribución que pueda ser útil en el estudio de los problemas aeroespaciales.

Algunas de las futuras necesidades climatológicas de la era espacial.

A la vista de la medida en que se avanza en la era espacial podemos prever ya futuras necesidades. La primera y más evidente es el anormal desarrollo de las ayudas meteorológicas necesarias. Esto se refiere a las informes cantidades de datos periódicos básicos precisos, no ya a escala mundial, sino de vastas áreas del espacio. La adquisición, elaboración y presentación definitiva de los resultados finales exigirá los más avanza-

dos sistemas de comunicaciones y la máxima capacidad, así como procesos electrónicos de datos, todo ello con el mayor grado posible de automatización.

Además, con el aumento creciente del tráfico de vehículos espaciales que abandonan o entran en nuestra atmósfera, se incrementarán nuestras misiones geofísicas y astrofísicas. Los parámetros que afectan a las operaciones están siendo constantemente puestos de manifiesto con los vuelos de los X-15, satélites y cohetes. Algunos de los parámetros citados se necesitan actualmente para las operaciones de los aviones y pasarán a ser corrientes y a integrarse en las ayudas a los vehículos espaciales. No voy a tratar de esta clase de parámetros, sino sólo de los que afectan a las operaciones aeroespaciales.

Señalaremos la creciente importancia de la observación y predicción de ciertos parámetros, cuyo conocimiento y efectos previstos se describen a continuación:

a) *Turbulencia óptica*.—Cuando se intenta obtener fotografías de gran resolución a muy elevadas altitudes, la refracción de la luz, debida a las variaciones del índice de refracción, puede producir efectos de degradación por distorsiones, a causa de la escintilación y del movimiento de la imagen.

b) *Protuberancias solares y chubascos de protones*.—Las protuberancias solares se producen en las proximidades de las manchas solares y, generalmente, con más intensidad durante los períodos en que aquéllas alcanzan un máximo. Las protuberancias emiten electrones, protones y otras partículas. Algunas protuberancias producen interferencias momentáneas en las emisiones de radio que duran desde pocos minutos hasta varias horas, seguidas a veces por tormentas magnéticas que interrumpen las comunicaciones por radio y por hilo durante varios días. Unas pocas de las mayores protuberancias emiten protones de suficiente intensidad como para ofrecer un peligro a los vuelos espaciales tripulados que se realizan por encima de las capas de Van Allen. Se han hecho medidas de la intensidad de las protuberancias solares, con el fin de determinar la protección adecuada para defender a las tripulaciones. Se han hecho otros estudios para el desarrollo de técnicas para la predicción de grandes protuberancias, con el fin de limitar los vuelos espaciales a los períodos seguros.

c) *Ozono*.—La presencia de ozono en la estratosfera en concentraciones que son tóxicas para la vida humana, creó un problema en el diseño de los vehículos estratosféricos supersónicos. Los proyectistas de estos vehículos deben emplear filtros u otros artificios para destruir el ozono antes de que el aire sea introducido en la cabina presurizada. La absorción de la energía solar en el ultravioleta por el ozono, produce

amplias variaciones de la temperatura estratosférica en verano e invierno. Durante los meses de invierno existen fuertes gradientes de temperatura y presión entre las regiones iluminadas y oscuras de cada hemisferio. Esto produce la formación del "jet" polar nocturno con vientos de 150 a 200 nudos a unos 30 kilómetros de altura (ó 100.000 pies). En esas regiones de fuertes vientos, parece que existen cizalladuras que pueden afectar seriamente a las características aerodinámicas de los aviones o cohetes que penetran en la estratosfera.

d) *Plasmas o capas ionizadas.*—Un vehículo que vuelve a penetrar (reentrar) en la atmósfera procedente del espacio, se calienta mucho, y libera así tanta energía, que ioniza la capa de aire circundante al navío. Esta ionización es tan intensa que puede absorber todas las señales de radio. El Coronel Glenn, perdió el contacto por radio con la Tierra, en el intervalo de varios minutos, durante su reentrada. Es de esperar que con frecuencias de radio más adecuadas y con suficiente potencia de transmisión, se podrán mantener las comunicaciones bajo esas condiciones. Se están haciendo estudios en ese sentido.

e) *Meteoritos.*—El espacio que envuelve a la Tierra está continuamente sometido a bombardeo de meteoritos que producen erosión en los vehículos espaciales. Pueden perforar la cubierta del vehículo e incluso, si son de gran tamaño, producir la explosión del mismo. El flujo de meteoritos y su composición, precisa ser conocido todavía mucho más a fondo con vistas a los vuelos espaciales prolongados.

f) *Intensidades de radiación.*—Los vehículos espaciales deben atravesar las capas de radiación de Van Allen cuando abandonan la Tierra. La radiación de las capas (especialmente de la interna) es suficientemente intensa como para dañar al personal de un vehículo no protegido. Sin embargo, las medidas hechas en las proximidades indican que es perfectamente factible la protección contra la intensidad de la radiación de las capas de Van Allen.

g) *Campo magnético.*—El campo magnético de la Tierra decrece rápidamente con la altura y es despreciable a altitudes por encima de la capa de Van Allen. Los vehículos espaciales adquieren una carga durante sus recorridos orbitales y entonces el campo magnético terrestre tiene una ligera influencia sobre el movimiento del satélite. Con el envío de una corriente eléctrica a través de un conductor arrollado en espiral e incrustado alrededor del satélite, se crea un par entre los campos magnéticos terrestre y del satélite. Este momento puede usarse para orientar al vehículo.

En lo que respecta a los vientos de la alta atmósfera, sabemos que afectan a la posición del recorrido orbital y a la reentrada de los

vehículos espaciales. Los vientos por encima de los 30 kilómetros de altitud sólo son vagamente conocidos y, más arriba de los 100 kilómetros, prácticamente desconocidos.

Esfuerzos del AWS.

Para alcanzar nuestros objetivos en la ayuda espacial, los esfuerzos inmediatos del Air Weather Service han sido concentrados en tres áreas:

1.^a Puesto que la conquista del espacio dependerá del grado en que haya sido educado el personal para hacer frente al desafío del espacio, deberá acentuarse la instrucción y desarrollo del entrenamiento de ciencias físicas relacionadas con la Meteorología y el contorno aeroespacial.

2.^a El AWS está modernizándose y automatizando su sistema meteorológico ordinario. El sistema 433 L es una parte de esta modernización y automatización. Estamos convirtiendo en aparatos de tipo más moderno los de la flota de reconocimiento del AWS.

Por último, estamos desarrollando algunos de nuestros programas ordinarios, tales como climatología aplicada, empleo de datos de satélites, programas de valoración nacional y desarrollo y consultas técnicas. Además, investigamos en nuevos temas y medios para suministrar apoyo a futuras operaciones, como ya he indicado.

REALIZACIONES ACTUALES

Enseñanza.

En lo que respecta a los esfuerzos desarrollados en el campo de la enseñanza, esta foto presenta sólo lo que en la enseñanza superior ha sido autorizado para el año fiscal 1963. A esto hay que añadir la parte correspondiente a la enseñanza meteorológica fundamental a doscientos cincuenta oficiales.

Quiero hacer notar que este programa de entrenamiento y enseñanza ha sido una función de continuidad. Hemos ingresado un promedio de trescientos veinticinco oficiales por año, durante los cinco últimos, en centros civiles de enseñanza.

Desde 1958 hemos dirigido a algunos de los graduados al estudio de las ciencias relacionadas con la Física. Actualmente, hemos asignado a veintidós oficiales, titulados con grados de doctor o "master", para el estudio de esas ciencias, diez más serán asignados en agosto de 1962 y 13 más recibirán enseñanza de materias espaciales durante 1963.

Para cumplimentar estas peticiones el Cuartel General de las USAF ha seleccionado los cincuenta oficiales de entre todos los candidatos de las Fuerzas Aéreas. Los trece seleccionados para las especialidades espaciales eran oficiales meteorológicos.

Problemas en curso de resolución.

Ya que el tiempo no lo permite trataré solo brevemente sobre nuestros programas de cálculo, desarrollo y asesoramiento técnico. En cuanto a cálculo y desarrollo se refiere, he seleccionado un ejemplo ilustrativo de cómo hombres y máquinas pueden trabajar unidos en la resolución de problemas demasiado complejos para ser resueltos separadamente por cada uno. La máquina es segura y eficaz, pero "torpe". El ser humano, a pesar de su menor eficacia en la integración de grandes cantidades de datos, es efectivo para encontrar soluciones en áreas abstractas.

Ejemplo-Charleston AFB.

La vasta memoria o capacidad de almacenamiento de los calculadores de uso corriente en la actualidad, permite las integraciones objetivas de muy grandes cantidades de datos. Por ejemplo, en la confección de un pronóstico para veinticuatro horas el calculador parte de los datos actuales y hace veinticuatro predicciones distintas (una cada hora) hasta que llega a la de veinticuatro horas. El personal del AWS ha preparado un programa para extraer, de la memoria de la máquina, estos datos horarios y elaborarlos para cualquier elemento conservativo de cualquier localidad del hemisferio Norte. Al calculador se le pide que construya centenares de imaginarias parcelas de aire en tiempo y espacio tridimensionales, que identifique cuál de ellas está sobre una determinada estación en un tiempo prefijado y que indique los valores de su temperatura, punto de rocío, vorticidad, etc. (Para ilustración sobre esto se mostró una transcripción, obtenida en la forma citada y relativa a las predicciones horarias, de diferencia entre temperatura y rocío en Charleston, a 850 milibares.) Este es solamente uno de los muchos parámetros, para una de entre muchas localidades y para una de las varias alturas que podrían ser seleccionadas.

Las líneas gruesas indican la humedad prevista hora a hora a 850 milibares y significan que el aire relativamente seco que hay sobre Charleston, a 5.000 pies de altura a la hora de observación, se hará más húmedo (se prevé que la diferencia de temperatura antes citada decrecerá continuamente) durante el período de veinticuatro horas. Por tanto, la diferencia entre las temperaturas del termómetro seco y del

punto de rocío y la nubosidad están en estrecha correlación, y diferencias superiores a 8° a 850 milibares indican cielos claros; entre 5 y 8°, cielos nubosos; entre 2° y 5°, muy nubosos, y de menos de 2°, cubiertos. Estos intervalos están sombreados en el diagrama. Este ejemplo indica que las condiciones en Charleston empeorarán, esperándose cielos cubiertos a 5.000 pies durante las próximas doce horas, sin mejoría en el período restante. La comprobación, como se indica más abajo, demuestra que fué bastante buena esta predicción.

Esta breve ilustración fué elegida por dos razones. Una, para mostrar cómo hombre y máquina pueden trabajar juntos, y, la otra, para indicar cómo pueden fundirse la dinámica y la estadística para proporcionar predicciones terminales de corto alcance.

PROBLEMAS EN CURSO DE SOLUCION

Programa de asesoramiento técnico del AWS.

Nuestro programa de asesoramiento ha sido modificado con motivo de la centralización y del advenimiento de las operaciones aeroespaciales.

Antiguamente la Meteorología sinóptica se enseñaba en plan empírico. Actualmente estamos dedicando más tiempo a los problemas específicos asociados con sistemas, especialmente de defensa, y operaciones aeroespaciales.

En este aspecto ayudamos a los ingenieros al conocimiento de las variaciones atmosféricas para que puedan interpretarlas en sus proyectos. También avisamos a los planificadores militares de las limitaciones de los sistemas defensivos existentes debidas a las condiciones atmosféricas y nuestras posibilidades y limitaciones para predecir dichas condiciones.

En este aspecto se han realizado trabajos, por ejemplo, para los sistemas defensivos B-58 y B-70, y para el cohete "Atlas".

Zona de reentrada.

Un ejemplo de este tipo de servicio lo constituye la asistencia prestada en un problema de reentrada de vehículos espaciales.

El diagrama que se proyecta muestra que la velocidad de reentrada del vehículo y la densidad-altitud han sido correctamente coordinadas con el fin de asegurar el éxito en el retorno a la Tierra. Los vehículos tripulados que reentran tienen grandes limitaciones debidas a las deceleraciones impuestas (alrededor de 10 G.). Limitaciones estructurales las impone el impacto calorífico que el vehículo debe soportar. El vehículo tiene que navegar por un estrecho pasillo de reentrada entre el peligro de no llegar a la Tierra y volver al espacio en otra órbita o penetrar

en la atmósfera con excesiva rapidez y arder o encontrar una carga G. demasiada elevada. (V_E es la velocidad de escape desde la Tierra, de unos 36.000 pies por segundo; V_s es la velocidad orbital, de unos 25.000 pies por segundo.)

El pasillo o corredor de reentrada es definido por un conjunto de densidades aceptables. Una de las tareas relacionadas con la reentrada es la de predecir dónde dicho pasillo es una función de la altura.

Resumen.

Resumiendo, he procurado darles brevemente un bosquejo o esquema general de las misiones geofísica y astrofísica del Air Weather Service, de la importancia de nuestro proyecto de largo alcance, de algunas de las actuales y futuras necesidades del apoyo a las operaciones de la era espacial y de unos pocos de nuestros esfuerzos inmediatos para suministrar dicho apoyo. Aunque sólo he citado algunos ejemplos de las ayudas que están siendo suministradas, estamos comprometidos en otros varios programas.

Así como el Air Weather Service fué el pionero de la Meteorología Aeronáutica, en principio al servicio de los aviones convencionales y más tarde al de los reactores de elevadas características, estamos ahora actuando intensamente en la identificación, medida y predicción de los elementos significativos de las operaciones espaciales.