

# Guía de sistemas meteorológicos de observación y distribución de información para los servicios meteorológicos aeronáuticos

Edición de 2014



**Organización  
Meteorológica  
Mundial**

Tiempo · Clima · Agua

OMM-Nº 731

# Guía de sistemas meteorológicos de observación y distribución de información para los servicios meteorológicos aeronáuticos

Edición de 2014



**Organización  
Meteorológica  
Mundial**

Tiempo · Clima · Agua

OMM-N° 731

## NOTA DE LA EDICIÓN

METEOTERM, base terminológica de la OMM, está disponible en la página web: [http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm\\_wmo\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_es.html). La lista de abreviaciones figura también en la siguiente dirección: [http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index_es.html).

OMM–Nº 731

© **Organización Meteorológica Mundial, 2014**

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de publicaciones  
Organización Meteorológica Mundial (OMM)  
7 bis, avenue de la Paix  
Case postale 2300  
CH-1211 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03  
Fax: +41 (0) 22 730 80 40  
Correo electrónico: [publications@wmo.int](mailto:publications@wmo.int)

ISBN 978-92-63-30731-6

### NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

# ÍNDICE

PREFACIO .....	v
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 2. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS EN AERÓDROMOS .....	3
2.1 Introducción .....	3
2.2 Exposición general .....	3
2.3 Recinto de instrumentos .....	5
2.4 Viento en superficie .....	6
2.5 Visibilidad .....	10
2.6 Estado del tiempo presente .....	15
2.7 Nubes .....	17
2.8 Temperatura del aire .....	19
2.9 Temperatura del punto de rocío .....	21
2.10 Presión atmosférica .....	23
2.11 Información suplementaria .....	25
CAPÍTULO 3. SISTEMAS DE TELEDETECCIÓN .....	26
3.1 Introducción .....	26
3.2 Radares meteorológicos .....	26
3.3 Sistemas de detección de cizalladura del viento .....	27
3.4 Sistemas de detección de rayos .....	28
3.5 Técnicas de teledetección de nubes y fenómenos meteorológicos .....	29
CAPÍTULO 4. DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA AERONÁUTICA .....	30
4.1 Introducción .....	30
4.2 Difusión .....	30
4.3 Procedimientos e información general .....	30
4.4 Distribución física .....	30
CAPÍTULO 5. ARCHIVADO .....	34
5.1 Introducción .....	34
5.2 Elementos .....	34
5.3 Períodos de almacenamiento .....	36
CAPÍTULO 6. CONTROL DE LA CALIDAD .....	37
6.1 Introducción .....	37
6.2 Procedimientos de control de calidad .....	37
6.3 Vigilancia del equipo .....	38
6.4 Recursos en relación con la calidad .....	39
REFERENCIAS .....	40
GLOSARIO .....	41



## **PREFACIO**

El 17 de diciembre de 1903, los hermanos Wilbur y Orville Wright, apasionados de la aeronáutica, realizaron con éxito el primer vuelo de un aparato tripulado, propulsado por motor y más pesado que el aire. Sin embargo, antes de ese momento histórico, Wilbur había escrito al Servicio Meteorológico de Estados Unidos de América para saber cuáles eran las zonas del país más expuestas al viento. Entre los lugares propuestos, los hermanos Wright eligieron una zona arenosa en el litoral de Carolina del Norte llamada Kitty Hawk. Entonces, escribieron al observador meteorológico del pueblo de Kitty Hawk, que les confirmó el 16 de agosto de 1900 que "... la playa mide cerca de 1,6 kilómetros de ancho, no tiene ningún árbol ni colina alta y se extiende unos 90 kilómetros. El viento sopla casi siempre del norte, y del nordeste en septiembre y octubre...". Ese fue el principio de una larga colaboración entre la meteorología y la aviación.

Los comienzos de la aviación civil y su espectacular crecimiento en la primera mitad del siglo XX dieron un nuevo impulso a la expansión de los Servicios Meteorológicos y ampliaron los horizontes de la Organización Meteorológica Internacional, predecesora de la Organización Meteorológica Mundial, que hasta ese momento debía su auge a las necesidades de cooperación internacional en el ámbito de los servicios marítimos. Sin embargo, la aviación civil internacional necesitaba para su buen funcionamiento estaciones de observación en los aeropuertos, así como oficinas de predicción en los más grandes, y un sistema de telecomunicación para el intercambio de mensajes e informes. La rápida expansión de la aviación civil se tradujo en el aumento de los sistemas de observación, así como en la creación de Servicios Meteorológicos en regiones donde nunca habían existido.

La presente Guía tiene por objeto describir algunos de los sistemas de observación actualmente en funcionamiento que responden a las necesidades operacionales enunciadas en materia de meteorología aeronáutica y sugerir sistemas que podrían ser más adecuados en función de circunstancias específicas. Cuando procede, la Guía promueve la adopción de normas de la Organización Meteorológica Mundial y de la Organización de Aviación Civil Internacional. En ella se examina una cuestión importante: el costo de instalación de los sistemas de observación en relación con los posibles beneficios cuantificables que se puedan derivar de su aplicación específica.

Quisiera expresar mi gratitud a todos los que han dedicado tiempo y esfuerzos a actualizar la presente Guía.

(M. Jarraud)  
Secretario General

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 La presente Guía tiene por objeto describir diversos sistemas de observación actualmente en funcionamiento que responden a los requisitos operacionales establecidos y proponer sistemas que podrían ser más adecuados en función de circunstancias específicas. Si bien no se pretende aquí proponer ningún sistema de observación en particular, se alienta a adoptar las normas pertinentes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) cuando proceda. En la elaboración de estas directrices se ha tenido en cuenta en todo momento el costo de adquisición y los beneficios cuantificables que podrían derivarse de una u otra aplicación. A la vista del rápido desarrollo y la evolución de los sistemas de información, es de esperar que el costo de los sistemas de observación automatizados disminuya con el tiempo. Este factor podría justificar la utilización de sistemas de observación más complejos, considerando su relación costo-beneficio a largo plazo.

1.2 Antes de decidirse a implantar un sistema de observación en un aeródromo hay que recordar que, aunque el eslabón más importante y adaptable de la cadena es actualmente el ser humano, existe una necesidad real de integrar y completar las funciones manuales y automatizadas de los sistemas de observación. A diferencia de los sensores electrónicos independientes, un observador humano puede registrar información de una gran parte de la atmósfera. Por ejemplo, un observador puede evaluar la nubosidad y el tipo de nubes en una gran extensión horizontal, básicamente con la única limitación de la visibilidad existente, hasta una altura de 10 a 15 km como mínimo. Sin embargo, se necesita integrar una serie de varios sensores, tanto internos como externos al perímetro del aeródromo, para conseguir esa misma cobertura observacional. Una excepción importante a esta limitación son los radares meteorológicos, capaces de muestrear una extensa región en torno al aeródromo, parte de la cual podría ser invisible para el observador.

1.3 Para realizar observaciones, el observador humano depende cada vez más de una amplia gama de instrumentos básicos y automatizados, ubicados en lugares apropiados. Si se desea utilizar instrumentos más complejos, la autoridad planificadora deberá asegurarse de que la relación costo-beneficio permita y justifique el costo de la instalación y de mantenimiento continuo durante el ciclo de vida previsto del equipo. El volumen de actividad aeronáutica real y previsible debería ser un factor importante a la hora de evaluar el costo-beneficio total. Si la actividad diaria prevista es escasa y el aeródromo se encuentra en una zona climática con tiempo relativamente estable a efectos aeronáuticos, un sistema de observación complejo será difícilmente justificable. No obstante, en aeródromos con tráfico elevado de aeronaves y pasajeros, en los que el estado del tiempo afecte de manera significativa a las operaciones, puede ser apropiado instalar una serie de sensores de viento, visibilidad, base de nubes y tiempo presente. En tal caso, será inevitable instalar sensores en varios lugares estratégicos dentro del aeródromo, en sus inmediaciones, o incluso a gran distancia. Podría ser también necesario instalar pantallas visuales en lugares distantes de los radares meteorológicos o del equipo de detección de rayos. En cualquier caso, no hay que olvidar que el costo de mantenimiento puede incrementar desproporcionadamente a medida que aumenta la complejidad del sistema de observación.

1.4 Otros aspectos que habrá que tener en cuenta son la dotación (presente y futura) de personal y su disponibilidad durante cualquier período de 24 horas. En particular, los turnos laborales deberán coincidir con los horarios de llegada de las aeronaves y/o con los períodos de alta densidad de tráfico aéreo. Es también importante que los turnos asignados permitan utilizar datos de observación esenciales para preparar predicciones aeronáuticas, como los pronósticos de aeródromo (TAF).

1.5 Los capítulos siguientes de esta Guía han sido estructurados con arreglo a esas consideraciones. En el capítulo 2 se abordan las observaciones de superficie normalizadas que probablemente serán necesarias en un aeródromo utilizado por operadores comerciales. Las secciones referentes al viento en superficie, la altura de la base de las nubes, la visibilidad y el alcance visual en la pista (AVP) son los parámetros de funcionamiento más importantes y, por ello,

se han examinado con mayor detalle, incluso haciendo referencia a otras publicaciones de orden práctico. El capítulo 3 versa sobre los equipos que podrían instalarse para observar fenómenos meteorológicos de interés especial para la aviación, pero cuyo costo actual es relativamente alto. Por ello, tales equipos probablemente solo serán rentables en aeródromos con alta densidad de tráfico o en los que las condiciones meteorológicas afecten a las actividades de manera apreciable, por ejemplo, en forma de nubes bajas, niebla o tempestades fuertes. En el capítulo 4 se aborda la distribución de la información observacional en el aeródromo, mientras que en los dos últimos capítulos se examinan las necesidades de archivo de datos, el control de calidad y la vigilancia del funcionamiento.

1.6 En general, las ventajas operacionales y económicas de una solución basada en equipos fiables, fáciles de instalar y de mantener son de gran importancia. No obstante, para aplicar la tecnología cada vez más avanzada de la aviación civil, la comunidad meteorológica ha de estar preparada para utilizar técnicas avanzadas cuando y como proceda. Por ejemplo, cuando se está construyendo una nueva pista de aterrizaje, el costo de un sistema de instrumentación avanzado es mínimo en comparación con el costo de la pista. Se procurará, pues, encontrar un equilibrio entre las distintas necesidades, a veces contrapuestas. De ese modo, será posible proporcionar la información meteorológica práctica necesaria para que las actividades de la aviación sean seguras, económicas y eficaces. Sería muy recomendable que, antes de comenzar, los usuarios de la presente Guía leyeran el capítulo 1 de la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8) para hacerse una idea cabal de los principios en que se basa la aplicación de los sistemas de observación.



## **CAPÍTULO 2. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS EN AERÓDROMOS**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se examinan las necesidades en materia de observaciones meteorológicas en los aeródromos para la prestación de servicios meteorológicos a la aviación. Se examinan asimismo los medios para obtener ese tipo de información mediante sistemas de observación integrados. Se abordan diversos aspectos de las observaciones ordinarias (que se realizan cada hora y cada media hora) y de las observaciones especiales, que se efectúan cuando se cumplen determinados criterios meteorológicos. Los criterios determinantes de estos informes deberían ajustarse a las normas y prácticas recomendadas que se hayan acordado internacionalmente y a los límites operativos significativos de los operadores que utilizan el aeródromo. También es necesario observar ciertos elementos y notificar al respecto a intervalos más frecuentes, en particular para las operaciones de despegue y aterrizaje. Asimismo, debería concienciarse al personal meteorológico de los aeródromos sobre sus cometidos en caso de accidente de aviación (véase la sección 5.2.2).

### **2.2 EXPOSICIÓN GENERAL**

#### **2.2.1 Consideraciones generales**

2.2.1.1 La lectura de la presente sección debería completarse consultando las publicaciones de referencia siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8)*, parte II – Sistemas de observación, capítulo 1 – Mediciones de estaciones meteorológicas automáticas, y capítulo 2 – Mediciones y observaciones en estaciones meteorológicas aeronáuticas;
- *Guía del Sistema Mundial de Observación (OMM-N° 488)*, parte III – El subsistema de superficie, 3.1 Generalidades y 3.5 Estaciones meteorológicas aeronáuticas;
- *Reglamento Técnico (OMM-N° 49)*, Volumen II – Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional, parte I – Normas y métodos recomendados internacionales básicos, 4.1 Estaciones y observaciones meteorológicas aeronáuticas;
- *Guía de prácticas para oficinas meteorológicas al servicio de la aviación (OMM-N° 732)*, capítulo 2 – Funciones de las oficinas meteorológicas al servicio de la aviación, secciones 2.1 Observación y vigilancia de las condiciones meteorológicas en el aeródromo y 2.2 Observación y vigilancia de las condiciones meteorológicas en áreas específicas, y capítulo 4 – Automatización y centralización, secciones 4.1 Generalidades y 4.2 Automatización de las observaciones meteorológicas aeronáuticas;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI));
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 2 – Ubicación de instrumentos en los aeródromos.

2.2.1.2 A pesar del excelente funcionamiento de las aeronaves modernas, el estado del tiempo sigue afectando significativamente la seguridad y economía de los vuelos. Es de singular importancia contar un programa de observaciones fiable y representativo para respaldar muy diversas operaciones en los aeródromos, así como para preparar y seguir la evolución de los productos de predicción aeronáutica válidos para esa ubicación.

2.2.1.3 Los elementos meteorológicos que es necesario observar en las estaciones meteorológicas aeronáuticas son, en particular, el viento en la superficie, la visibilidad (y el alcance visual (RVR) en todas las pistas utilizables en condiciones de visibilidad reducida), el estado del tiempo presente, las nubes (y la visibilidad vertical cuando el cielo está oscurecido), la

temperatura del aire, la temperatura del punto de rocío, los valores de presión atmosférica y otros datos suplementarios sobre condiciones meteorológicas de interés, particularmente en las áreas de aproximación y de ascenso inicial.

2.2.1.4 Las observaciones del viento, por ejemplo, se utilizan para la selección de pistas, para los procedimientos de atenuación del ruido y para la definición del peso máximo permitido al despegue y aterrizaje. La temperatura es también importante y puede influir mucho en el rendimiento de los motores de las aeronaves, en la velocidad necesaria para el despegue y en la longitud de pista. Una temperatura elevada, por ejemplo, implica una menor densidad del aire, que reduce el empuje ascendente, obligando a una mayor velocidad de despegue y, por consiguiente, a una mayor longitud de pista. Cuando esta es insuficiente, es necesario reducir el peso al despegue. Las temperaturas elevadas pueden limitar también la potencia en la fase de despegue, aspecto particularmente importante en los aeródromos de gran altitud en climas cálidos.

2.2.1.5 Un programa de observaciones meteorológicas que satisfaga las necesidades de la aviación será un elemento obligatorio en las estaciones meteorológicas aeronáuticas en aeródromos y otros lugares de importancia para la navegación aérea internacional. El programa de observaciones se ajustará al *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.2 Acuerdo entre las autoridades de tránsito aéreo y las autoridades meteorológicas; 4.3 Observaciones e informes ordinarios, y 4.4 Observaciones e informes especiales. Se han publicado directrices sobre ese tipo de acuerdos entre autoridades meteorológicas y servicios de tránsito aéreo en el *Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica* (Doc. 9377 de la OACI).

2.2.1.6 En las estaciones meteorológicas aeronáuticas, las observaciones se efectúan durante las 24 horas del día, excepto cuando hayan convenido en otra cosa la autoridad meteorológica, la autoridad de servicios de tránsito aéreo competente y los operadores concernidos, de conformidad con los acuerdos regionales de navegación aérea.

2.2.1.7 Dada la importancia de las observaciones meteorológicas para la seguridad y eficacia de las operaciones aeronáuticas, es esencial que el personal encargado de efectuarlas esté adecuadamente preparado para ello. A tal fin, deberían impartirse regularmente cursos de formación y, en una fase posterior, cursos de repaso. Para obtener información más detallada sobre la formación de los observadores, es preciso referirse al *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen I – Normas meteorológicas de carácter general y prácticas recomendadas, donde se definen las normas de competencia para el personal de meteorología aeronáutica. Deberían organizarse cursos de formación para suplir esas necesidades a fin de que los observadores puedan: a) vigilar continuamente la situación meteorológica; b) observar y registrar fenómenos y parámetros meteorológicos aeronáuticos; c) velar por la calidad del rendimiento de los sistemas y de la información meteorológica, y d) comunicar información meteorológica a usuarios internos y externos.

2.2.1.8 La publicación de informes especiales se rige por una serie de criterios sobre la variación de ciertos elementos meteorológicos de importancia para la aviación, según lo determine la autoridad meteorológica en consulta con la autoridad de servicio de tránsito aéreo (ATS) competente, los operadores y otras partes interesadas y de conformidad con las normas y prácticas recomendadas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Por consiguiente, los criterios se adecuan en cierta medida a cada aeródromo, por lo que pueden diferir entre sí. Una lista de esos criterios figura en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II – Normas y métodos recomendados internacionales: apéndices y adjuntos, apéndice 3 – Especificaciones técnicas relativas a observaciones e informes meteorológicos, párrafos 2.3.2 y 3.2.2. Los informes especiales confeccionados con arreglo a esos criterios se transmiten a las unidades operacionales del aeródromo. No obstante, algunos de los criterios son de utilidad universal para las operaciones aeronáuticas y se consideran información que debería difundirse en el exterior del aeródromo entre el personal encargado de las operaciones. Los informes especiales confeccionados con arreglo a esos criterios y para ser difundidos en el exterior se publican en la clave SPECI. Los criterios para la publicación de informes especiales se basan en criterios

acordados internacionalmente e incorporan los mínimos necesarios para las actividades del aeródromo, los criterios aplicables a ciertos informes especiales y otros criterios de interés local para las dependencias ATS y los operadores en el aeródromo. Estos criterios para la publicación de informes especiales figuran también en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, sección 2.3 Criterios para la expedición de informes locales especiales y SPECI.

NOTA: En relación con las diferencias regionales en el contenido de los informes de aeródromo y con la necesidad de intercambiar ese tipo de informes, se encontrarán más detalles en los planes de navegación aérea publicados por la OACI para las distintas Regiones de esa Organización.

## 2.3 RECINTO DE INSTRUMENTOS

### 2.3.1 Consideraciones generales

La lectura de la presente sección debería completarse consultando las publicaciones de referencia siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I  
– Medición de variables meteorológicas, capítulo 1 Generalidades;
- *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, secciones 3.2.1.2.1 Emplazamiento (coordenadas) de las estaciones y 3.2.1.2.2 Zona de observación meteorológica;
- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, sección 1 Disposiciones generales relativas a observaciones meteorológicas.

### 2.3.2 Requisitos operacionales

En un aeropuerto, todos los instrumentos deberán estar ubicados en lugares que no afecten a las superficies limitadoras de obstáculos del aeropuerto. Deberían tenerse en cuenta las superficies limitadoras presentes y futuras (por ejemplo, las pistas o vías de acceso adicionales previstas). Un nuevo obstáculo en las proximidades de otro ya existente puede ser aceptable siempre que se ajuste a los criterios de apantallamiento de las autoridades reguladoras. Siempre que sea posible, el área preventiva en torno al recinto deberá estar cubierta de vegetación natural o de la flora propia de la región, y no debería rebasar los 0,5 metros de altura.

### 2.3.3 Instrumentos

2.3.3.1 Un recinto de instrumentos puede contener instrumentos de diversos tipos, como se indica en la *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.5.2 Instrumentos. Consúltense los requisitos de ubicación y exposición de los distintos instrumentos indicados más adelante en esta misma publicación.

2.3.3.2 En los aeródromos donde se requiera un sistema automático integrado para la obtención, el procesamiento, la difusión y la visualización en tiempo real de parámetros meteorológicos, debería posibilitarse también la inserción manual de datos relativos a esos elementos meteorológicos que no puedan observarse en ese momento por medios automáticos.

2.3.3.3 Cuando equipos automáticos de observación formen parte de un sistema semiautomático integrado, la visualización de datos que se pongan a disposición de las dependencias ATS locales deberían presentarse como un subconjunto de los datos disponibles en las dependencias del servicio meteorológico local y deberían exhibirse en paralelo a estos datos. Al presentarse los elementos, cada elemento meteorológico debería consignarse de forma tal que, cuando proceda, se indiquen los emplazamientos del que el elemento es representativo.

2.3.3.2 Todos los sensores meteorológicos de los aeropuertos y demás equipo conexo deben también ser examinados periódicamente por expertos cualificados a fin de obtener una calidad y fiabilidad constantes de los datos proporcionados.

#### 2.3.4 **Ubicación**

Los requisitos de ubicación de los instrumentos se especifican en el *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 2.

### 2.4 **VIENTO EN SUPERFICIE**

#### 2.4.1 **Consideraciones generales**

La lectura de la presente sección debería completarse consultando las publicaciones de referencia siguientes:

- *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.2.2.2 Dirección y velocidad del viento;
- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, 4.1 Viento en la superficie;
- *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 5 Medición del viento en superficie;
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), capítulo 2 Observaciones e informes meteorológicos, 2.3.7 Viento en la superficie y 2.3.8 Variaciones importantes de velocidad y dirección.

#### 2.4.2 **Requisitos operacionales**

2.4.2.1 En las estaciones meteorológicas aeronáuticas se debería observar y notificar la dirección y velocidad media del viento en superficie conforme a lo indicado en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, 4.1.

2.4.2.2 La información sobre fuertes vientos y rachas de viento en superficie que pudieran afectar a las aeronaves en tierra, incluidas las aeronaves estacionadas y las instalaciones y servicios del aeródromo, debería publicarse conforme a lo dispuesto en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 7.3 Avisos de aeródromo.

2.4.2.3 En una estación meteorológica, la información sobre el viento en superficie se indica en tiempo real mediante indicadores digitales o en esfera de reloj. Gracias a la utilización de indicadores paralelos, la información puede visualizarse en las dependencias ATS apropiadas. En la oficina meteorológica del aeródromo, la dirección del viento se indica en grados verdaderos, mientras que en las dependencias ATS se visualiza en grados magnéticos. En la oficina meteorológica del aeródromo, la información se registra y se visualiza por separado para cada uno de los emplazamientos de sensores, mientras que en las dependencias ATS puede requerirse visualizar únicamente la información necesaria para las operaciones aeronáuticas efectivas. Deberían comunicarse períodos de promediación instantáneos, cada 2 y cada 10 minutos, junto con datos sobre ráfagas y variabilidad, para satisfacer los requisitos operacionales y de planificación de vuelos. Cuando se utiliza más de un sensor, en la pantalla deberá indicarse claramente la pista o los tramos de la pista para los que es representativa la información señalada. La asignación de los distintos sensores a las diferentes pistas o tramos de pista debería atenerse a un acuerdo entre la dependencia ATS y la oficina meteorológica del aeródromo en el marco de un acuerdo oficial, a nivel nacional, entre el ATS y las autoridades meteorológicas. En algunos casos, la elección de uno u otro sensor puede depender de la dirección del viento y no de la pista en uso. Debería convenirse también en el sensor que se utilizará en caso de que uno falle.

### 2.4.3 Teoría

La velocidad del viento es una cantidad vectorial tridimensional con fluctuaciones aleatorias en pequeña escala en el espacio y en el tiempo, superpuestas a un flujo organizado en mayor escala. Esta descripción concierne, por ejemplo, a las aeronaves en fase de aterrizaje. A los efectos de esta Guía, sin embargo, el viento en superficie se considerará, principalmente, como una cantidad vectorial bidimensional que se designará mediante dos números que representan la dirección y la velocidad. El viento racheado se caracteriza por fluctuaciones rápidas de la dirección y velocidad del viento. En los aeródromos, la intensidad del viento racheado se especifica mediante los valores extremos de dirección y velocidad del viento entre los que ha variado en los últimos 10 minutos. Un viento variable está caracterizado por grandes variaciones en el flujo direccional medio. El vector de viento horizontal, representado por la dirección y la velocidad, puede resolverse en dos componentes ortogonales; por ejemplo, longitudinal y transversal con respecto a la dirección de la pista.

### 2.4.4 Instrumentos

2.4.4.1 Las observaciones deberían efectuarse utilizando los instrumentos disponibles más adecuados para que los informes operacionales sobre la dirección y velocidad del viento en superficie obtengan la exactitud esperada. Un sistema de instrumentos integrado debería incorporar un número suficiente de sensores, además del equipo más apropiado para la recopilación, el proceso, la visualización y el registro de los datos. El número y la ubicación de los sensores dependerán del tamaño del aeródromo, de la complejidad del terreno y de otras particularidades del aeródromo, como el número y tipo de pistas de aterrizaje. El diseño del sistema en su conjunto no depende solo del número de sensores, sino también del tipo y de la frecuencia de las operaciones y del grado de automatización necesario para notificar y registrar los datos pertinentes sobre el viento en superficie en diferentes puntos del aeródromo. Hay que señalar que la distribución en tiempo real de los datos sobre el viento en superficie es esencial para poder satisfacer los requisitos operacionales de los clientes que se hayan definido.

2.4.4.2 El viento en superficie se mide habitualmente mediante anemómetros de pala cóncava o hélice y veletas, pero cada vez más se utiliza también la anemometría ultrasónica. En la descripción sucinta que se ofrece a continuación solo se incluyen los sensores que se utilizan actualmente para las observaciones ordinarias. Puede obtenerse más información, por ejemplo, en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 5. Esta publicación contiene una bibliografía completa de títulos publicados sobre instrumentos y prácticas de observación meteorológicos. Otras fuentes bibliográficas de interés son:

- *la Guía de prácticas para oficinas meteorológicas al servicio de la aviación* (OMM-N° 732), capítulo 4;
- *el Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 3 Viento.

2.4.4.3 La elección del sistema de observación más apropiado depende ante todo de los factores arriba señalados. Hay que tener en cuenta la posible ampliación futura del aeródromo, así como la relación costo/efectividad de determinados sistemas de observación que se contemple instalar para satisfacer los requisitos operacionales.

### 2.4.5 Ubicación

2.4.5.1 Para decidir la ubicación de los sensores de manera que las mediciones del viento sean representativas de las áreas de aterrizaje y despegue de las pistas habrá que tener en cuenta la naturaleza de las variaciones verticales y horizontales del viento. La presencia de obstáculos puede justificar la instalación de los sensores de viento a una distancia considerable de la pista. Se encontrarán orientaciones al respecto en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8), parte I, capítulo 5;*
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 2, 5.5 Viento en la superficie.*

2.4.5.2 La velocidad del viento puede variar considerablemente en las primeras decenas de metros perpendiculares al suelo. En terrenos abiertos (entendiendo por tal una superficie en que la distancia entre el anemómetro y un obstáculo cualquiera es al menos 10 veces superior a la altura del obstáculo), las variaciones de la dirección del viento con la altura son relativamente pequeñas. Por consiguiente, para decidir la ubicación vertical de un sensor de viento solo se tendrá en cuenta que el sensor deberá estar ubicado a 10 metros por encima de la pista para satisfacer el requisito operacional correspondiente. La instalación del sensor a 10 metros es preferible por razones de compatibilidad con las prácticas sinópticas y climatológicas, y por el mayor tamaño (altura) de las aeronaves actuales.

2.4.5.3 En cambio, los accidentes topográficos, los edificios y otros obstáculos, así como los fenómenos meteorológicos, pueden afectar considerablemente a la velocidad y dirección del flujo horizontal de viento en un aeródromo. La dirección del viento medida en un lugar protegido de un edificio, o incluso en una colina baja, puede diferir en 90° grados o más, y su velocidad puede ser entre la mitad y el doble de la existente en el área despejada de la pista. Las variaciones causadas por fenómenos meteorológicos locales, como tormentas o frentes de brisa marina, pueden ser todavía mayores. En general, debido a la limitación de obstáculos en los aeródromos, el viento en pista no resulta muy afectado por el terreno o los edificios circundantes, excepto cuando las perturbaciones responden a características topográficas locales de mayor magnitud. No obstante, cerca de las lindes del área de franqueamiento de obstáculos, que es donde probablemente se instalarán los sensores de viento, los accidentes topográficos secundarios, los edificios o la vegetación pueden afectar considerablemente al viento en superficie. En ocasiones, puede ser difícil encontrar un terreno despejado apropiado que disponga de una distancia 10 veces superior a la altura del obstáculo en todas las direcciones. En tales casos, podría ser necesario ubicar en la superficie de franqueamiento de obstáculos un poste fracturable iluminado, preferiblemente "apantallado" por algún dispositivo esencial de ayuda a la navegación ya existente.

2.4.5.4 De adoptarse esta solución, se aconseja a los usuarios de la presente Guía que procuren obtener asesoramiento de la autoridad aeronáutica competente sobre la definición precisa de "fracturable". Antes de efectuarse cualquier desembolso debería obtenerse el acuerdo de la autoridad del aeródromo.

2.4.5.5 La ubicación estará determinada por las áreas limitadoras de obstáculos y por las condiciones del viento en superficie predominantes. Para determinar el número de sensores necesarios y su ubicación, deberán someterse a un estudio de expertos detallado todos los factores pertinentes, en ocasiones considerando condiciones de viento diferentes. En muchos aeródromos, por ejemplo los que presentan condiciones de viento homogéneas, puede bastar con un solo sensor de viento estratégicamente situado. En casos más complicados, y en aeródromos con más de una pista de longitud importante, suelen ser necesarios dos o más sensores, que deberían estar ubicados de modo que proporcionen observaciones representativas de las condiciones en las pistas, como en las zonas de despegue y toma de contacto. Conviene señalar también que los anemómetros situados demasiado cerca de las pistas y de las vías de acceso pueden resultar afectados por los gases de escape de los motores de las aeronaves y, por tanto, indicar erróneamente una ráfaga. Debería procurarse evitar esta situación a la hora de ubicar los anemómetros.

2.4.5.6 Debería considerarse también la posibilidad de disponer de los elementos siguientes para la ubicación de un instrumento:

- a) una fuente de energía eléctrica (con suministro de reserva y/o suministro eléctrico estabilizado);

- b) líneas telefónicas, enlaces de fibra óptica, enlaces satelitales, comunicaciones de radio o de otro tipo;
- c) restricciones y licencias para la utilización de radiofrecuencias;
- d) un volumen de obras particulares y públicas necesarias en el emplazamiento, y en particular restricciones impuestas en relación con los aeródromos y todo lo necesario para las zanjas de conducción de cables;
- e) carreteras de acceso; y
- f) el costo de la ubicación y de la zona preventiva necesaria para mantener una exposición correcta de los instrumentos durante largos períodos (incluidos los costos de adquisición y arrendamiento en todas sus variantes), teniendo presente el carácter probablemente permanente de la instalación, y las necesidades de seguridad material y física en el emplazamiento (por ejemplo, radares).

#### 2.4.6 **Mantenimiento y calibración**

2.4.6.1 Antes de escoger un sistema de instrumentos, es esencial tener en cuenta los procedimientos y costos de mantenimiento y calibración necesarios para mantener el sistema en funcionamiento con el grado de disponibilidad y exactitud requerido. Por ejemplo, hay diferencias considerables entre las técnicas de proceso y visualización de las señales analógicas y digitales. Las técnicas digitales implican, por lo general, un mayor grado de comprobación automática.

2.4.6.2 Con independencia del sistema elegido, deberán establecerse mecanismos de comprobación a fin de que puedan proporcionarse ininterrumpidamente datos de calidad aceptable y, en particular, ejecutarse las funciones de rutina siguientes:

- a) la comprobación de todos los componentes de los sistemas (es decir, sensores, cables, dispositivos de acondicionamiento de señal y proceso de datos, pantallas de visualización y registradores) mediante la utilización de señales ficticias conforme prescriba el diseñador del sistema;
- b) la comprobación de la sensibilidad de los sensores y del rozamiento de las partes móviles, conforme recomiende el fabricante;
- c) la inspección de las instalaciones externas por si hubiera daños físicos y de la orientación de las veletas, y la puesta a cero de los anemómetros;
- d) la inspección y el mantenimiento de dispositivos de registro y visualización, cuando proceda, para la detección y prevención de fallos; y
- e) las comprobaciones periódicas para asegurarse de que la exposición de los sensores no resulte afectada por nuevos edificios u otras instalaciones, por el crecimiento de árboles o arbustos, etc.

2.4.6.3 Los aeródromos deberían velar por que la precisión de la velocidad y dirección del viento se correspondan con los valores de precisión operacionalmente convenientes que se especifican en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, adjunto A Precisión de la medición u observación operacionalmente conveniente.

#### 2.4.7 **Técnicas de observación**

2.4.7.1 Como ya se ha indicado, los requisitos operacionales solo pueden satisfacerse mediante el uso de instrumentos. Las observaciones manuales se limitan a:

- a) estimar los valores medios y valores extremos necesarios que proporcionen los sistemas, por ejemplo, los indicadores y registradores;
- b) cuando se efectúen mediciones en más de un emplazamiento, seleccionar la información eólica apropiada para la pista o pistas en uso;
- c) vigilar los indicadores y gráficos, por si hubiera cambios apreciables que obligaran a preparar un informe especial.

Los sistemas de observación automáticos de los aeródromos pueden desempeñar total o parcialmente esas funciones, mientras que las observaciones manuales pueden ser necesarias solamente con fines de apoyo.

2.4.7.2 En los informes previos al despegue y al aterrizaje se requiere un período de promediación de dos minutos. Dado que el viento es una magnitud vectorial, debería utilizarse una técnica de promediación vectorial si se quiere observar dicho período de promediación. Sin embargo, en algunos casos, cuando solo se dispone de datos en forma analógica, lo habitual es una promediación escalar. Con vientos muy fluctuantes, la promediación escalar puede generar errores en el valor medio del viento, que dan lugar a una sobreestimación de su velocidad media y a un valor incorrecto del valor medio de la dirección, debido a la distribución sesgada de la dirección. Por consiguiente, cuando los datos de viento se procesan digitalmente, debería utilizarse una técnica de promediación vectorial.

2.4.7.3 Para estimar con máxima precisión los promedios escalares de la dirección y velocidad del viento mediante la inspección de gráficas continuas se utiliza una plantilla superpuesta, con una ventana que abarca la longitud del gráfico deseada. La observación de valores en esfera de reloj solo es posible durante un período muy breve de tiempo y es muy fácil introducir errores. La dirección del viento en superficie debería notificarse en grados, en valores de 3 cifras redondeados de 10 en 10; por ejemplo, un valor de 277° figuraría como 280°. La velocidad del viento debería notificarse en las unidades adoptadas por el país notificante, indicando siempre en el mensaje, por escrito o verbalmente, la unidad utilizada. La unidad primaria de velocidad del viento prescrita en el Anexo 5 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la OACI es el km/h, aunque se permite el uso del nudo como unidad alternativa no perteneciente al sistema internacional.

2.4.7.4 Cuando los datos de viento se procesan digitalmente, es habitual tomar una muestra de los sensores de velocidad y dirección del viento cada 1 a 4 segundos y calcular, cada 10 a 60 segundos, un promedio móvil de la velocidad y dirección del viento por períodos de 2 minutos. Al mismo tiempo, se almacenan los valores muestreados a fin de utilizarlos para obtener los valores extremos de la dirección y velocidad del viento durante el período de 10 minutos anterior a la actualización del viento medio. Hay que destacar que los valores de muestreo que se almacenen para extraer datos sobre ráfagas deberían obtenerse de los valores reales por períodos de 3 segundos, y no de los promedios móviles por períodos de 2 minutos.

## 2.5 VISIBILIDAD

La lectura de la presente sección debería completarse consultando las publicaciones de referencia siguientes:

- *Guía del Sistema Mundial de Observación (OMM-N° 488)*, parte III, 3.2.2.2.4 Visibilidad;
- *Manual de claves (OMM-N° 306)*, volumen I.1 – Claves alfanuméricas, FM 15 - XV METAR, 15.6;
- *Reglamento Técnico (OMM-N° 49)*, Volumen II, parte I, 4.6.2 Visibilidad, y parte II, apéndice 3, 4.2 Visibilidad;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8)*, parte I, capítulo 9 Medición de la visibilidad.

### 2.5.1 Requisitos operacionales

2.5.1.1 La visibilidad debería medirse u observarse tomando como referencia objetos cuya distancia desde el punto de observación sea conocida. Deberían observarse también las variaciones direccionales de la visibilidad que resulten apreciables, particularmente en el área de aproximación.

2.5.1.2 En el caso de los informes para el despegue, las observaciones de la visibilidad deberían ser representativas de las condiciones existentes a lo largo de la pista y, en el de los



informes para el aterrizaje, en la zona de toma de contacto de la pista. Para los informes difundidos en el exterior del aeródromo, las observaciones de visibilidad deberían ser representativas de este y deberían tenerse debidamente en cuenta las variaciones direccionales de la visibilidad.

2.5.1.3 La información sobre visibilidad que pueda afectar las operaciones en tierra, como los procedimientos para baja visibilidad, debería emitirse de conformidad con lo dispuesto en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), volumen II, parte I, 7.3.

## 2.5.2 Teoría

2.5.2.1 La visibilidad es un fenómeno psicofísico complejo, íntimamente ligado a los factores que intervienen en la visión humana. Su estimación está sujeta a variaciones de la capacidad de percepción e interpretación de cada persona, así como a las características de la fuente de luz y a diversos factores de transmisión. Por ello, toda estimación visual de la visibilidad es subjetiva. A la luz del día, las observaciones humanas de visibilidad son de buena calidad, mientras que durante la noche son más difíciles de definir y de controlar, ya que dependen en gran medida de la elección de marcas de visibilidad iluminadas y de la luminancia de fondo. Es posible definir y estimar la visibilidad nocturna en términos de visibilidad diurna equivalente, para asegurarse de que la estimación no experimenta modificaciones artificiales al amanecer o en el crepúsculo. Este concepto tiene la ventaja de que, para satisfacer los requisitos meteorológicos del análisis de las masas de aire, entre otros fenómenos, permite utilizar medios instrumentales para medir la visibilidad. Esta práctica, sin embargo, no siempre responde a las necesidades especiales de los usuarios de la aviación, en cuyo caso son necesarias otras definiciones.

2.5.2.2 Los factores que intervienen en la estimación del alcance de visibilidad son:

- a) las características fotométricas y las dimensiones del objeto que se percibe o debería percibirse;
- b) las condiciones de percepción visual, incluidos los efectos de la iluminación espuria y de la ubicación del observador; y
- c) el estado óptico de la atmósfera entre el objeto y el observador.

2.5.2.3 El factor a) puede controlarse seleccionando cuidadosamente los objetos que se desea percibir, mientras que el factor b) puede mejorarse seleccionando adecuadamente la ubicación del observador. Debería evitarse particularmente el destello del alumbrado sobre las áreas de estacionamiento y desplazamiento de las aeronaves. El factor c) es el único que depende directamente de las condiciones meteorológicas. Por ello, es importante que este parámetro básico de la visibilidad refleje objetivamente el estado óptico de la atmósfera.

2.5.2.4 Un parámetro útil a ese respecto es el alcance óptico meteorológico (MOR), que se explica en detalle en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 9.

2.5.2.5 La teoría sobre las observaciones de visibilidad se analiza exhaustivamente en las siguientes publicaciones:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), capítulo 9;
- *Manual de métodos para la observación y la información del alcance visual en la pista* (Doc. 9328 de la OACI), capítulo 4 Fenómenos meteorológicos que reducen la visibilidad;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 4 Visibilidad.

## 2.5.3 Instrumentos

2.5.3.1 En un número considerable de casos, la visibilidad –incluidas las variaciones direccionales importantes según los requisitos operacionales– está determinada por un

observador humano, que observa determinados objetos de características definidas, situados a distancias conocidas con respecto a la estación meteorológica. En la actualidad, sin embargo, hay varios instrumentos que pueden utilizarse para medir la visibilidad en términos útiles para las operaciones aeronáuticas.

2.5.3.2 Cuando se planifique un sistema de observación debería contemplarse la necesidad de disponer de un sistema de instrumentos que complementen las observaciones visuales. Al adoptar tal decisión debería tenerse en cuenta la climatología local, así como el tamaño y la topografía del aeródromo y el tipo y número de operaciones. Cuando se contemple la instalación de un sistema automático de medición del alcance visual en la pista (RVR), debería preverse la capacidad adicional necesaria para efectuar mediciones del MOR con un alcance superior al de las mediciones del RVR.

2.5.3.3 Los transmisómetros y/o los medidores de dispersión frontal deberían utilizarse como sensores para medir la visibilidad. Es preciso reconocer que los datos procedentes de los sensores proporcionarán una instantánea de la visibilidad en un área relativamente pequeña y por ello pueden no representar cabalmente la visibilidad en toda la pista o en todo el aeropuerto, especialmente durante períodos de visibilidad fluctuante. Así, los usuarios de observaciones completamente automáticas tendrán que tener en cuenta las posibles variaciones espaciales. En los informes no automáticos, los datos procedentes de los visiómetros deberían completarse mediante la observación humana.

2.5.3.4 Con respecto a los instrumentos utilizados para medir la visibilidad, pueden consultarse las publicaciones de referencia siguientes:

- *Guía del Sistema Mundial de Observación (OMM-N° 488)*, parte III, 3.5.2;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8)*, parte I, capítulo 9;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos (Doc. 9837 de la OACI)*, capítulo 4.

2.5.3.4 Las publicaciones siguientes contienen información sobre el alcance visual en pista:

- *Manual de métodos para la observación y la información del alcance visual en la pista (Doc. 9328 de la OACI)*, capítulo 7 Transmisómetros, capítulo 8 Medidores de la dispersión frontal, y capítulo 9 Sistemas de medición del RVR por instrumentos;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos (Doc. 9837 de la OACI)*, capítulo 5 Alcance visual en la pista;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8)*, parte II, capítulo 2.

## 2.5.4 **Mantenimiento y calibración**

2.5.4.1 Es esencial que los transmisómetros y los dispersómetros frontales sean utilizados, mantenidos y calibrados conforme prescribe el fabricante y la normativa estatal. Las calibraciones deberían efectuarse con regularidad, en condiciones de buena visibilidad (al menos 10 km) y en una atmósfera estable. Los instrumentos están protegidos en cierto grado frente a la contaminación de las superficies ópticas. Normalmente, al diseñar el sistema se tienen en cuenta las comprobaciones y ajustes automáticos de la señal proveniente de las fuentes de luz y otras funciones importantes. Con todo, es necesario establecer unas pautas de mantenimiento periódicas y regulares, como la limpieza de las superficies ópticas o la sustitución de componentes a intervalos determinados por las condiciones medioambientales, previa consulta con el fabricante. En ciertos casos, la limpieza de las lentes deberá efectuarse a intervalos no superiores a una semana. En ciertas circunstancias, también podrá ser necesario consultar a los fabricantes si resulta apropiado utilizar microprogramas adecuados para eliminar, mediante un filtro, los efectos de la presencia de insectos en las lecturas de los sensores.

2.5.4.2 Puede obtenerse más información con respecto al mantenimiento y la calibración en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 9.

### 2.5.5 **Ubicación**

2.5.5.1 Los sensores deberían ubicarse en emplazamientos que permitan lecturas representativas para el área de funcionamiento del aeropuerto. En algunos aeropuertos puede resultar necesaria la instalación de sensores adicionales en lugares donde puedan registrarse variaciones localizadas de la visibilidad, por ejemplo cerca del agua, donde puede esperarse una mayor incidencia de la niebla. Asimismo, podrán necesitarse sensores adicionales cuando se producen informes meteorológicos aeronáuticos completamente automáticos.

2.5.5.2 Los dos documentos siguientes contienen información muy completa sobre la ubicación de los instrumentos utilizados para determinar la visibilidad:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 9, y parte II, capítulo 2; y
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 4, 4.6 Emplazamientos de los instrumentos de medición.

### 2.5.6 **Técnicas de observación**

2.5.6.1 Las técnicas de observación mediante instrumentos han sido examinadas precedentemente; puede obtenerse información sobre las técnicas de observación humana en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 9; y
- *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.2.2.2.4.

2.5.6.2 Además de las referencias indicadas más arriba, es también importante tener en cuenta lo siguiente. Las técnicas de observación humana utilizan objetivos específicos situados a distancias conocidas con respecto al lugar de observación de manera que el aeródromo y sus inmediaciones sean visibles en todo momento. El área de mayor interés para las observaciones de visibilidad es la utilizada para las operaciones de despegue y aterrizaje.

2.5.6.3 En esas áreas, la observación de la visibilidad debería centrarse en los cambios y las variaciones direccionales de la visibilidad que sean de interés a la hora de adoptar decisiones sobre las operaciones de aterrizaje y despegue.

2.5.6.4 Además de las observaciones de visibilidad ordinarias, que se efectúan cada hora o media hora, se realizan también observaciones especiales en caso necesario, con arreglo a los criterios acordados a nivel local. Algunas de estas observaciones especiales pueden difundirse en el exterior del aeródromo con carácter de informes especiales. Con respecto a los criterios SPECI, véase el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, sección 2.3.2.

### 2.5.7 **Observaciones diurnas**

2.5.7.1 Durante el día, las observaciones visuales de visibilidad meteorológica proporcionan una buena aproximación del alcance óptico meteorológico. La visibilidad meteorológica diurna se define como la distancia máxima a la que es posible ver y reconocer un objeto negro de dimensiones adecuadas, situado cerca del suelo, en presencia de un fondo brillante. Conviene señalar que el criterio consiste en *reconocer* un objeto, y no simplemente en *verlo* sin más.

2.5.7.2 Los objetos utilizados para determinar la visibilidad, generalmente denominados *puntos de visibilidad*, deberían seleccionarse a diferentes distancias y en diferentes direcciones, teniendo en cuenta los criterios aplicables en los informes de visibilidad predominante, definida como el valor de visibilidad observado (con arreglo a la definición de *visibilidad*) que se alcanza o rebasa en al menos la mitad del círculo del horizonte o en al menos la mitad de la superficie del aeródromo. Tales áreas podrían abarcar o no sectores contiguos. Deberían seleccionarse solo objetos negros, o casi negros, que destaquen en el horizonte contra el cielo. En la medida de lo posible, deberían evitarse los objetos de colores claros, y los situados cerca de un fondo terrestre. Esta consideración es particularmente importante cuando el sol da directamente sobre el objeto. Suponiendo que el albedo del objeto no excede del 0,25 %, el error no será superior al 3% si el cielo está cubierto, pero podría ser mucho mayor si brilla el sol. Así, una casa blanca sería una referencia muy poco apropiada, pero un grupo de árboles oscuros sería adecuado, excepto cuando estuviese fuertemente iluminado por el sol. Si ha de utilizarse un objeto situado contra un fondo terrestre, tendría que hallarse bastante separado del fondo, por ejemplo a una distancia no inferior a la mitad de la distancia que existe entre el objeto y el punto de observación.

2.5.7.3 Para que las observaciones sean representativas, deberían efectuarse utilizando objetos que subtiendan un ángulo superior a  $0,5^\circ$  desde el ojo del observador. Un objeto que subtienda un ángulo inferior se vuelve invisible a una distancia menor que otros objetos de mayores dimensiones en idénticas circunstancias. Puede ser útil saber que un orificio de 7,5 milímetros de diámetro, practicado en una cartulina y mantenido a la distancia del brazo subtiende aproximadamente ese ángulo; por consiguiente, un objeto de referencia visual observado a través de una abertura de ese tipo debería ocuparla por completo. Al mismo tiempo, sin embargo, un objeto de esa clase no debería subtender un ángulo superior a  $5^\circ$ .

2.5.7.4 Los puntos de visibilidad que se utilicen en un aeródromo deberían figurar en un plan que indique la distancia y las coordenadas con respecto al lugar de observación. Para los observadores nuevos o en fase de aprendizaje sería muy útil un montaje panorámico de fotografías en color que abarque aproximadamente los  $360^\circ$  del horizonte y en el que figuren los puntos de visibilidad. Un diagrama esquemático podría ser otra opción apropiada. Las observaciones deberían efectuarse sin dispositivos ópticos adicionales como binoculares o telescopios. Asimismo, la visión del observador debería ser normal, o tener la corrección óptica necesaria para ello.

## 2.5.8 Observaciones nocturnas

2.5.8.1 En la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-Nº 8), parte I, capítulo 9 se define oficialmente la visibilidad meteorológica durante la noche como "la máxima distancia a la que puede verse y reconocerse un objeto negro de dimensiones adecuadas (situado en el suelo)... durante la noche si la iluminación general se elevase al nivel diurno normal".

2.5.8.2 Cualquier fuente de luz puede servir como objeto de visibilidad siempre y cuando la intensidad en la dirección de observación esté bien definida y sea conocida. Sin embargo, por lo general es conveniente utilizar luces que puedan considerarse como fuentes puntuales y cuya intensidad no sea mayor en ninguna de las direcciones y no esté confinada en un ángulo sólido demasiado pequeño. Deberá procurarse obtener una estabilidad mecánica y óptica de la fuente luminosa.

2.5.8.3 Debería establecerse una distinción entre las fuentes conocidas como fuentes puntuales, en cuyas proximidades no hay otra fuente de luz o área luminosa, y los grupos de luces, aunque estén separados entre sí. En este último caso, una disposición de tal naturaleza puede afectar a la visibilidad de cada fuente considerada por separado. Para medir la visibilidad nocturna se recomienda utilizar únicamente focos puntuales adecuadamente distribuidos.

2.5.8.4 Cabe señalar que las observaciones efectuadas de noche utilizando objetos iluminados pueden resultar sumamente afectadas por la iluminación del entorno. Los efectos

fisiológicos del deslumbramiento y de otras luces, aunque estas se encuentren fuera del campo visual, pueden afectar bastante a la visión nocturna de una persona. El efecto es aún mayor si la observación se realiza a través de una ventana. Así pues, solo puede realizarse una observación precisa y fiable desde un lugar oscuro, situado en el exterior y adecuadamente escogido. Por ello, y a fin de acelerar el proceso de adaptación, se recomienda que la iluminación de la estancia del observador sea lo más tenue posible. Sería de desear que hubiera lámparas de mesa equipadas con un dispositivo de control de atenuación; así, la iluminación podrá reducirse al nivel mínimo aceptable.

2.5.8.5 No hay que pasar por alto tampoco la importancia de los factores fisiológicos, ya que son una fuente importante de dispersión de las mediciones. Es esencial que estas mediciones las efectúen solamente observadores cualificados, con visión normal. Además, es necesario dejar transcurrir un período de adaptación (generalmente, entre 5 y 15 minutos) para que el ojo se acostumbre a la oscuridad. Así, se comprobará que la visión nocturna mejora notablemente y resultará mucho más fácil determinar la visibilidad.

2.5.8.6 La lista de puntos de visibilidad que se suministre debería incluir la distancia y la posición desde el sitio de observación de los puntos que sean adecuadas para la observación nocturna.

## 2.5.9 **Ubicación de las observaciones humanas**

2.5.9.1 No existe ningún requisito operativo con respecto a la altura sobre el terreno en que las observaciones de visibilidad en los aeródromos se consideran representativas. Las observaciones de visibilidad, sin embargo, tienen principalmente por objeto orientar al piloto en la parte final de la aproximación y el aterrizaje mediante referencias visuales del terreno. Estas orientaciones resultan afectadas por la niebla, la precipitación y otros fenómenos meteorológicos que reducen la visibilidad cerca del suelo en las áreas anteriormente descritas.

2.5.9.2 Las observaciones de visibilidad deberían ser representativas a una altura aproximada de 2,5 metros por encima del nivel del suelo. Se estima que un observador de pie sobre el terreno que observe la visibilidad a la altura de su ojo no podrá ver la totalidad del aeródromo ni sus inmediaciones como es necesario. Una elevación de 5 a 15 metros sobre el nivel del suelo suele ser suficiente para satisfacer el requisito de observación continua de las áreas de mayor interés. Sin embargo, en los aeródromos de mayor tamaño con más de una pista, podría ser difícil encontrar un solo lugar que permita simultáneamente observar la visibilidad representativa de las condiciones cerca del suelo y el aeródromo, incluidas todas sus pistas. En tales casos, debería examinarse seriamente la posibilidad de utilizar instrumentos y observaciones visuales suplementarias. Cada vez más, las funciones de observación meteorológica aeronáutica se realizan desde la sala de control visual, ubicada en lo alto de la torre de control, con frecuencia a una altura que excede con creces los 15 metros. En esas situaciones, los observadores deberían procurar tener acceso a tierra para evaluar la visibilidad, en particular cuando no es homogénea, a fin de evitar que los efectos de la visibilidad oblicua den una falsa impresión de verdadera visibilidad horizontal.

## 2.6 **ESTADO DEL TIEMPO PRESENTE**

### 2.6.1 **Requisitos operacionales**

2.6.1.1 Se requiere observar y notificar el comienzo, el cese y la intensidad de los fenómenos meteorológicos de importancia para la aviación, como tormentas y fenómenos acompañantes, precipitación engelante, fenómenos que restrinjan la visibilidad horizontal y, en los aeródromos, fenómenos que afecten a las operaciones y movimientos de las aeronaves en el propio aeródromo.

2.6.1.2 La información que se presenta en forma de aviso meteorológico de aeródromo sobre fenómenos meteorológicos actuales que puedan suponer un peligro para la aviación, como tormentas y granizo, debería emitirse de conformidad con lo dispuesto en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 7.3.

2.6.1.3 Puede obtenerse más información sobre el estado del tiempo presente y los requisitos operacionales conexos en las publicaciones siguientes:

- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.4 Tiempo presente;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2.

## 2.6.2 Instrumentos y sistemas automáticos

2.6.2.1 Aunque la observación del tiempo presente depende aún principalmente del observador humano, se han desarrollado instrumentos que no solo se consideran útiles para la observación humana, sino que están alcanzando rápidamente un alto nivel de fiabilidad como medios autónomos.

2.6.2.2 En la actualidad, los sistemas automatizados no son, por sí solos, capaces de informar de todo tipo de fenómenos meteorológicos de interés para la aviación. Sin embargo, se está avanzando en esa dirección. En algunos casos, puede recopilarse información sobre ciertos fenómenos meteorológicos utilizando algoritmos derivados de técnicas de teledetección.

2.6.2.3 Puede obtenerse más información sobre los instrumentos utilizados para observar fenómenos meteorológicos presentes de interés para la aviación en las publicaciones siguientes:

- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 6, Tiempo presente;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 14 Observación del tiempo presente y del tiempo pasado; estado del terreno, y parte II, capítulo 2;
- *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.5.2.

## 2.6.3 Ubicación

2.6.3.1 La información sobre el tiempo presente debería ser representativa del aeródromo y de sus inmediaciones. Cuando se considere la posibilidad de utilizar instrumentos, se recomienda ubicar los sistemas de observación del tiempo presente cerca de la pista y, cuando sea viable, en las áreas de aproximación final.

2.6.3.2 Puede obtenerse más información sobre la ubicación de sensores del estado del tiempo presente en las publicaciones siguientes:

- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 6, 6.7 Emplazamientos para las mediciones;
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 2.

## 2.6.4 Técnicas de observación

2.6.4.1 En el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 3, 1.3, se señala que “los observadores en un aeródromo deberían situarse, en la medida de lo posible, de modo que puedan proporcionar datos representativos del área para la cual se requieren las observaciones”. En la práctica, evidentemente, solo es posible efectuar observaciones visuales detalladas de fenómenos meteorológicos presentes en las inmediaciones del aeródromo. Sin

embargo, deberían adoptarse medidas para obtener información adicional sobre los fenómenos meteorológicos presentes, por ejemplo, a partir de observaciones efectuadas por los servicios de tránsito aéreo o por el personal de los servicios del aeródromo, para las aeronaves que despegan y aterrizan. La información adicional obtenida mediante radar se examina más adelante, en el capítulo 3 de la presente Guía.

2.6.4.2 Con respecto a los acuerdos internacionales sobre fenómenos meteorológicos presentes que deben observarse y notificarse a las aeronaves que aterrizan y despegan, véase el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.4, y parte II, apéndice 3, 4.4 Tiempo presente.

2.6.4.3 En las secciones antes mencionadas del *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, se enumeran los fenómenos y sus características, así como la terminología y abreviaturas que se utilizarán, acordadas por la Organización Meteorológica Mundial y la Organización de Aviación Civil Internacional. Cabe señalar que se requiere un subconjunto de dichos fenómenos cuando se producen informes meteorológicos aeronáuticos automáticos.

2.6.4.4 Las observaciones de fenómenos meteorológicos presentes que se notifiquen a las aeronaves en fase de aterrizaje y despegue pueden obtenerse de dos fuentes. Las observaciones deberían ser representativas de las áreas de aproximación y aterrizaje o de las áreas de despegue y ascenso, respectivamente. Obsérvese que las áreas de mayor interés son las mismas que las definidas para las observaciones de visibilidad. En los informes difundidos en el exterior del aeródromo, las observaciones del tiempo presente deberían ser representativas del aeródromo y de sus inmediaciones. Los aspectos de mayor interés son el comienzo, el cese, la intensidad y la ubicación de los fenómenos que influyan en la seguridad de las operaciones aeronáuticas; por ejemplo, la precipitación engelante, las tormentas, el granizo o fenómenos que disminuyan la visibilidad o indiquen la presencia de gotitas de agua superenfriadas. La primera fuente para la mayoría de las observaciones del tiempo presente es un observador humano situado en un lugar de observación que permita un examen visual continuo del aeródromo. La segunda fuente, que está evolucionando, son los sensores específicos del tiempo presente, situados de modo que proporcionen una representación óptima del aeródromo. En muchos casos, un único sensor del tiempo es insuficiente, si bien los aeropuertos deben considerar los planes de contingencia y cuestiones topográficas específicas que puedan influir en las condiciones meteorológicas locales.

2.6.4.5 En la lista de fenómenos que figura en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.4, y parte II, apéndice 3, 4.4, se hace referencia a las claves que se utilizarán para los informes difundidos en el exterior del aeródromo. El *Manual de claves* (OMM-N° 306), volumen I.1, contiene una definición y descripción de los fenómenos del tiempo presente, que figuran en la "Tabla de claves 4678" y se especifican con mayor detalle en la "Tabla de claves 4677".

## 2.7 NUBES

### 2.7.1 Requisitos operacionales

2.7.1.1 Los requisitos operacionales con respecto a la observación y medición de nubes se examinan en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2. Cabe señalar que las observaciones de nubes para informes locales de despegue y aterrizaje deben ser representativas del área de aproximación. Para los informes que se difundan en el exterior del aeródromo, las observaciones de nubes deberían ser representativas del aeródromo y de sus inmediaciones.

2.7.1.2 Puede obtenerse más información sobre los requisitos operacionales en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.5 Nubes, y parte II, apéndice 3, 4.5 Nubes.

### 2.7.2 Teoría

Se define la base de una nube como la zona más baja en que el oscurecimiento cambia perceptiblemente con respecto al de la atmósfera despejada o, en caso de neblina, con respecto al de las gotitas de agua o cristales de hielo. Debido a las diferentes características de las partículas en cada caso, la selectividad espectral en el interior de la nube es bastante diferente de la que existe debajo de ella. Puede obtenerse más información sobre la teoría relativa a las observaciones de nubes en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 15 Observación de las nubes.

### 2.7.3 Instrumentos

Puede obtenerse información completa sobre los instrumentos utilizados para la observación de las nubes en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 15;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 7 Nubes.

### 2.7.4 Ubicación

2.7.4.1 Puede obtenerse información sobre la exposición de los emplazamientos para las observaciones de las nubes y sobre los diversos métodos e instrumentos correspondientes en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 15.

2.7.4.2 Asimismo, puede obtenerse información sobre la ubicación de instrumentos automatizados para la observación de las nubes en el *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 7, 7.6 Emplazamientos de medición. Estudios recientes han demostrado que, excepto que la topografía local dicte otras necesidades, un único sensor de nubes proporciona, por lo general, resultados que son representativos del aeródromo y de las áreas de aproximación.

### 2.7.5 Técnicas de observación

2.7.5.1 Las observaciones de las nubes se utilizan principalmente para los fines siguientes:

- a) para las operaciones de despegue y aterrizaje; y
- b) para su difusión en el exterior del aeródromo, a fin de emplearlas en la planificación de vuelos, en la información durante el vuelo y para la preparación de servicios y productos meteorológicos para la aviación.

2.7.5.2 Las técnicas de observación de nubes utilizadas para estos dos fines son similares. Con respecto a los requisitos operacionales, la diferencia principal radica en el tipo de nube notificado y en el espacio aéreo del que deberían ser representativas las observaciones.

2.7.5.3 Los informes de nubes para uso local y para la planificación de los vuelos incluyen información relativa a la nubosidad y a la altura y el tipo de nubes.

2.7.5.4 La utilización de instrumentos sobre el terreno (nefobasímetros) proporciona mediciones de la altura de la base de las nubes y con frecuencia de la nubosidad. Se recomienda realizar este tipo de mediciones en todos los aeródromos CAT I; sin embargo, esas mediciones son obligatorias en todos los aeródromos CAT II y CAT III. Las observaciones visuales, que suelen realizarse desde una posición de observación, vienen a completar el resultado de los nefobasímetros. Si bien estos instrumentos son capaces de estimar la base de las nubes con un mayor grado de



precisión que mediante la observación humana, por el momento no pueden distinguir con precisión los tipos de nubes significativos para fines aeronáuticos y exigidos en la elaboración de los informes meteorológicos para la aviación, como los cumulonimbus (Cb) y los cúmulos de gran desarrollo vertical. En consecuencia, por lo general se requieren observadores humanos para verificar y completar las mediciones de los nefobasímetros, según sea necesario. Cada vez más se usan técnicas de teledetección para generar algoritmos que complementen, de forma automática, las mediciones de los nefobasímetros con informes sobre la actividad de cumulonimbus y de cumulus de gran desarrollo vertical. Esto es un gran avance que facilita el cumplimiento de los requisitos sobre la elaboración del contenido de los informes meteorológicos automáticos.

2.7.5.5 Las publicaciones anteriormente mencionadas contienen indicaciones sobre las técnicas de observación de las nubes mediante instrumentos. Las técnicas que pueden emplearse para realizar estimaciones y para utilizar instrumentos no automatizados figuran en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 15.

## 2.7.6 **Mantenimiento y calibración**

El manual del fabricante suele contener información sobre el mantenimiento y la calibración de los equipos utilizados para la observación de las nubes. Puede encontrarse también información suplementaria general sobre mantenimiento y calibración y sobre su importancia en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 15;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 7, 7.5 Calibración y mantenimiento;
- *Guía de prácticas para oficinas meteorológicas al servicio de la aviación* (OMM-N° 732), capítulo 2, 2.1.5 Inspección y mantenimiento de instrumentos y equipo.

## 2.8 **TEMPERATURA DEL AIRE**

### 2.8.1 **Requisitos operacionales**

2.8.1.1 La temperatura del aire debería observarse y notificarse en grados Celsius enteros. Las observaciones deberían ser representativas de la configuración de las pistas. Estas observaciones figuran se indican en informes difundidos fuera del aeródromo y en informes locales.

2.8.1.2 En la práctica, la exactitud deseable de las mediciones de temperatura es de  $\pm 1$  °C. Sin embargo, en los aeródromos las lecturas de temperatura se utilizan frecuentemente para otros fines, como la climatología o la meteorología sinóptica, y exigen mediciones más exactas.

2.8.1.3 Puede encontrarse información sobre los requisitos operacionales en relación con la temperatura del aire en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2;
- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.6 Temperatura del aire y temperatura del punto de rocío.

### 2.8.2 **Teoría**

2.8.2.1 La teoría relativa a la medición de la temperatura en meteorología utilizando las propiedades de expansión térmica y la variación de la resistencia eléctrica aparece expuesta en

muchos libros de texto ampliamente difundidos. Por consiguiente, no se examinará en la presente Guía. La escala de temperaturas generalmente utilizada es la escala práctica internacional de temperaturas (IPTS) de 1990. Se basa en unos valores de temperatura asignados correspondientes a una serie de estados de equilibrio reproducibles (los puntos fijos definidos) y según unos instrumentos normalizados específicos. Además de los puntos de referencia fijos definidos, pueden utilizarse otros puntos de referencia secundarios. La temperatura en el sistema IPTS se expresa en “grados Celsius (°C)”.

2.8.2.2 Un aspecto particularmente importante de las mediciones de temperatura en los aeródromos es el tiempo de respuesta de los termómetros. En las capas más bajas de la atmósfera puede haber fuertes gradientes de temperatura vertical y al nivel de la garita meteorológica la temperatura del aire puede fluctuar apreciablemente en pocos segundos. Para que las lecturas obtenidas sean representativas a efectos aeronáuticos, sería conveniente homogeneizar las fluctuaciones rápidas.

2.8.2.3 El tiempo de respuesta de los termómetros ha mejorado con la calidad de los sensores de temperatura disponibles actualmente en el mercado. Estos se examinan en la sección siguiente.

### 2.8.3 Instrumentos

2.8.3.1 Para satisfacer el requisito operacional de notificar valores de temperatura del aire representativos de las condiciones generales en el conjunto de pistas, las observaciones deberán efectuarse mediante instrumentos adecuadamente ubicados y expuestos. El tipo de garita meteorológica utilizado para las observaciones en aeródromos no diferirá, en general, del utilizado para las observaciones sinópticas. Las garitas diseñadas con arreglo a las especificaciones de la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 2, pueden obtenerse sin dificultad de proveedores comerciales. Aunque las garitas que se fabrican son aún de madera, cada vez más se usan diseños de plástico, ya que ofrecen una mayor protección frente a los efectos de la radiación gracias a un diseño mejorado en rejilla, que facilita el flujo del aire. Una ventaja adicional de las garitas de plástico frente a las de madera es que exigen menor mantenimiento. Muchos sensores de temperatura se colocan junto con sensores de presión.

2.8.3.2 Habitualmente la temperatura del aire se mide mediante técnicas de medición electrónica, lo que permite ubicar los sensores cerca de las pistas. Cada vez se utilizan más las técnicas digitales para la transmisión, visualización, almacenamiento y proceso de los datos. Sin embargo, en los aeródromos de menor tamaño se utilizan todavía termómetros manuales de líquido en cápsula de vidrio en las inmediaciones de la estación meteorológica, que también se emplean en situación de contingencias y para comprobar periódicamente el buen funcionamiento de los termómetros de lectura a distancia.

2.8.3.3 Puede obtenerse información sobre los sensores de temperatura en las publicaciones siguientes:

- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 8 Temperatura del aire y temperatura del punto de rocío, 8.2.4 Garita para instrumentos;
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 2.

### 2.8.4 Ubicación

2.8.4.1 A efectos operacionales, la aviación se interesa fundamentalmente en la temperatura del aire a los niveles de admisión del motor sobre la pista. Obviamente, es imposible realizar observaciones frecuentes de la temperatura en esos lugares. Por ello, es importante escoger un

emplazamiento adecuado para la garita meteorológica de modo que las observaciones de temperatura se aproximen lo más posible a las requeridas. Las observaciones efectuadas a una altura de entre 1,25 y 2,00 metros sobre el nivel del suelo, como recomienda la OMM con carácter general, suelen cumplir ese requisito con la exactitud requerida, es decir,  $\pm 1$  °C.

2.8.4.2 Para satisfacer el requisito operacional de notificar valores de temperatura del aire representativos de las condiciones generales en el conjunto de las pistas, las observaciones deberán efectuarse mediante instrumentos adecuadamente ubicados y expuestos. Esto quiere decir que los sensores deberán ubicarse lejos de áreas expuestas al chorro de los reactores y de edificios o construcciones en hormigón, que pueden irradiar calor.

2.8.4.3 La complejidad de los aeropuertos actuales hace cada vez más difícil encontrar lugares en que la medición de temperatura no resulte afectada por las superficies de hormigón o asfalto o por las aeronaves en movimiento o estacionadas. Por esa razón, las ubicaciones disponibles más próximas se encuentran frecuentemente a gran distancia de la estación de observación meteorológica. Cuando el costo de adquisición de módems de cable o radio para teledetección sea prohibitivo, deberá contemplarse la visita del observador meteorológico a la garita meteorológica con la frecuencia necesaria.

2.8.4.4 Se encontrará más información sobre la ubicación y exposición de termómetros en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 2, y parte II, capítulo 2.

2.8.4.5 *El Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 2, 5.8 Temperatura del aire y del punto de rocío, contiene información sobre la exposición de los sensores de temperatura.

2.8.4.6 En la *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.2.1.2.2, figura III.1, se presenta un esquema del emplazamiento de la garita meteorológica y de otros instrumentos, y se ofrece información general.

## 2.8.5 **Técnicas de observación**

Puede obtenerse información sobre las técnicas de observación para la medición de temperatura en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 2.

## 2.8.6 **Mantenimiento y calibración**

2.8.6.1 Las actividades de mantenimiento y calibración necesarias dependerán del tipo de instrumento y de la garita meteorológica utilizados, así como de las condiciones medioambientales a escala regional y local.

2.8.6.2 Se encontrará información sobre el mantenimiento, la calibración y las fuentes de error en las observaciones de temperatura en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 2.

## 2.9 **TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO**

### 2.9.1 **Requisitos operacionales**

2.9.1.1 La temperatura del punto de rocío debería observarse y notificarse en grados Celsius enteros. Las observaciones deberían ser representativas del conjunto de las pistas. Esas

observaciones se indican en los informes difundidos fuera del aeródromo de origen y en informes locales.

2.9.1.2 Puede obtenerse más información sobre los procedimientos operacionales en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.6, y parte II, apéndice 3, 4.6 Temperatura del aire y temperatura del punto de rocío.

## 2.9.2 Teoría

2.9.2.1 La temperatura del punto de rocío es el valor de temperatura en que el aire húmedo saturado con respecto al agua a una presión dada alcanza una relación de mezcla de saturación igual a la relación de mezcla dada.

2.9.2.2 La teoría aplicable a las observaciones del punto de rocío se explica en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 4 Medición de la humedad.

## 2.9.3 Instrumentos

2.9.3.1 El instrumento habitualmente utilizado para las observaciones manuales es el psicrómetro. Puede obtenerse información acerca de este instrumento en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I. Sin embargo, cada vez más se utiliza la termometría de resistencia eléctrica y los sensores de humedad relativa para generar valores de punto de rocío.

2.9.3.2 Puede obtenerse información sobre sensores del punto de rocío en el *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 8, 8.5 Sensores de temperatura del punto de rocío.

## 2.9.4 Ubicación

La temperatura del punto de rocío debería ser representativa del mismo volumen de aire que la temperatura del aire. Las indicaciones sobre la ubicación de los instrumentos para medir la temperatura del aire (sección 2.8.4 *supra*) son también válidas para la temperatura del punto de rocío.

## 2.9.5 Técnicas de observación

2.9.5.1 Debería aplicarse la técnica de observación descrita en la sección 2.8.5 *supra* referente a la temperatura del aire. Si bien el manejo de psicrómetros y la técnica de observación recomendados por la OMM pueden considerarse algo complicados, es necesario evitar errores graves. Se proporcionan recomendaciones al respecto en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 4.

2.9.5.2 Se exponen procedimientos para la observación de la temperatura del punto de rocío en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.6, y parte II, apéndice 3, 4.6.

## 2.9.6 Mantenimiento y calibración

2.9.6.1 Un mantenimiento y calibración adecuados son esenciales para medir el punto de rocío, con independencia del tipo de instrumento utilizado. Cada sistema de medición conlleva procedimientos de trabajo diferentes. El uso de sensores de humedad requiere menos

mantenimiento activo que los psicrómetros. De cualquier manera, la garita de los sensores exige un mantenimiento activo y reactivo.

2.9.6.2 Puede obtenerse información sobre el mantenimiento y la calibración de sensores en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 4.

## 2.10 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

### 2.10.1 Necesidades operacionales

2.10.1.1 La altitud de las aeronaves se calcula a partir de la presión atmosférica, y los altímetros de las aeronaves se regulan en función de las lecturas de presión del aire (QNH o QFE). El comportamiento de los motores de las aeronaves resulta afectado por la presión en la toma de aire.

2.10.1.2 Las mediciones de presión en una estación meteorológica aeronáutica son esenciales para regular los altímetros de las aeronaves. La presión atmosférica debería medirse y los parámetros QNH (reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra) y/o QFE (presión atmosférica a la elevación del aeródromo) de los altímetros deberían calcularse en décimas de hectopascal.

2.10.1.3 Puede obtenerse más información sobre los requisitos operacionales relativos a la presión atmosférica en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, Capítulo 2;
- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.7 Presión atmosférica, y parte II, apéndice 3, 4.7 Presión atmosférica; y
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 9 Presión.

2.10.1.4 La exactitud requerida para las lecturas de presión se indica en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3 Medición de la presión atmosférica.

### 2.10.2 Teoría

2.10.2.1 Los principios en que se basan las mediciones de presión y las definiciones de las unidades utilizadas están ampliamente difundidos en las publicaciones pertinentes de la OACI y de la OMM que se indican en la presente sección, por lo que no se reproducirán en esta Guía.

2.10.2.2 Puede obtenerse más información sobre la presión atmosférica en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 9;
- *Manual de la atmósfera tipo de la OACI* [ampliada hasta 80 km (262 500 pies)] (Doc. 7488 de la OACI).

### 2.10.3 Instrumentos de presión

2.10.3.1 Para determinar los valores de presión operacionales necesarios, la presión atmosférica deberá medirse utilizando un instrumento adecuadamente expuesto, de conformidad

con las normas y procedimientos acordados a escala internacional. Es esencial para la seguridad aérea que se haga todo lo posible por eliminar errores en el ajuste de los altímetros por efecto de deficiencias del sistema de medición o en los procedimientos de proceso y distribución.

2.10.3.2 En los aeródromos se usan generalmente sensores digitales de presión barométrica, si bien los barómetros aneroides de precisión se emplean a veces como sensores primarios o secundarios. Pueden seguir utilizándose barómetros de mercurio y aneroides, pero principalmente como medida de contingencia. Los aeródromos deberían asegurarse de que exista una redundancia suficiente en caso de que falle el sensor de presión primario. Deberían comprobarse con frecuencia esos sensores mediante un sensor de verificación.

2.10.3.3 Puede obtenerse más información sobre instrumentos barométricos en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3.

#### 2.10.4 **Ubicación**

2.10.4.1 Los valores de presión medidos para fines aeronáuticos y sinópticos deberían representar la presión estática de la atmósfera al nivel del aeródromo. Por ello, es importante medir la presión lo más cerca posible de ese nivel. Es incluso más importante que la ubicación del barómetro se seleccione de modo que las mediciones de presión puedan realizarse adecuadamente; por ejemplo, cuando el sensor está ubicado en el interior, debería tener ventilación al exterior.

2.10.4.2 Puede obtenerse información sobre la exposición de los instrumentos de presión en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2.

#### 2.10.5 **Técnicas de observación**

2.10.5.1 No existen técnicas especiales para la lectura de los barómetros ubicados en un aeródromo. Se utilizan las mismas que para las estaciones sinópticas. Existe información al respecto en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3. Cuando se usan barómetros de precisión, ya sea aneroides o de mercurio, pueden realizarse correcciones manuales de QFE (presión atmosférica a la elevación del aeródromo) y QNH (reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra) mediante referencia a una tarjeta de corrección.

2.10.5.2 Puede obtenerse información sobre la utilización de barómetros electrónicos en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3, y en el *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 9, 9.5 Ubicaciones de los instrumentos de medición. La mayoría de los sensores digitales y electrónicos pueden configurarse para que corrijan de forma automática las mediciones de QFE y QNH.

#### 2.10.6 **Mantenimiento y calibración**

Habida cuenta de la importancia de la información procedente de los sensores de presión, debería establecerse un calendario eficiente de mantenimiento y calibración periódicos de esos sensores. Puede obtenerse información sobre el mantenimiento y la calibración de los barómetros y sobre los procedimientos de comparación de la información en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 3;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 9, 9.4 Calibración y mantenimiento.

## 2.11 INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

2.11.1 El suministro de información suplementaria sobre las condiciones meteorológicas de interés en los aeródromos es de extrema importancia. Esta información incluye fenómenos meteorológicos recientes, informes sobre condiciones meteorológicas significativas, como las turbulencias, la cizalladura del viento, las condiciones en la superficie del mar (cuando proceda), e informes sobre el estado de la pista.

2.11.2 Con respecto a los procedimientos para suministrar esa información, pueden consultarse las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2;*
- *Reglamento Técnico (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 4.6.8 Información suplementaria, y parte II, apéndice 3, 4.8 Información suplementaria;*
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 10 Información suplementaria;*
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos (Doc. 8896 de la OACI), capítulo 2, Observaciones e informes meteorológicos, 2.3.15 Información suplementaria;*
- *Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica (Doc. 9377 de la OACI).*

## **CAPÍTULO 3. SISTEMAS DE TELEDETECCIÓN**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

3.1.1 En el presente capítulo se examinan los sistemas de teledetección utilizados para observar fenómenos meteorológicos de especial interés para las operaciones aeronáuticas y respecto de los que, en muchos casos, se necesitan más datos de los que pueden obtenerse mediante las observaciones normalizadas en superficie descritas en el capítulo 2 de la presente Guía. En algunos casos, tales sistemas proporcionan datos sobre el espacio aéreo circundante al aeródromo y pueden ser herramientas importantes para garantizar la seguridad y eficacia de las operaciones de tráfico con origen y destino en el aeródromo.

3.1.2 La información obtenida de esos sistemas se resume con frecuencia en la parte de información suplementaria de los informes meteorológicos de aeródromo (véase la sección 2.11.2). No obstante, algunas técnicas de teledetección se utilizan cada vez con más frecuencia para mejorar la calidad de la información sobre nubes y fenómenos meteorológicos que figura en la parte principal de los informes meteorológicos de aeródromo.

3.1.3 Por lo general, la información que proporcionan los sistemas de teledetección deberá utilizarse con completa independencia de las observaciones meteorológicas ordinarias y especiales. Debido a sus características, los sistemas de ese tipo son más complejos (y costosos) que el equipo utilizado para obtener datos para los informes METAR/SPECI normalizados. Como ya se ha señalado en la presente Guía, es importante realizar una evaluación crítica, analizando en particular la relación costo-beneficio que conlleva ese tipo de sistemas, antes de adoptar una decisión sobre la adquisición e instalación de tales equipos. Los factores principales que se deberán tener en cuenta son la climatología de la ubicación del aeródromo y la densidad del tráfico aéreo. La instalación debería hacerse solo cuando los beneficios sean evidentes en comparación con los costos y cuando ello conlleve una mejora de la seguridad.

3.1.4 Puede obtenerse más información general sobre los sistemas de teledetección en el *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 12 Teledetección.

### **3.2 RADARES METEOROLÓGICOS**

3.2.1 Una de las herramientas más importantes para la detección de valores meteorológicos de interés para la aviación son los radares meteorológicos, que pueden proporcionar información continua, en tiempo real, acerca de las condiciones existentes en un área extensa en torno al aeródromo.

3.2.2 Los radares meteorológicos son particularmente útiles en áreas de tormentas frecuentes, así como para detectar áreas de lluvia o nieve. Los radares meteorológicos Doppler pueden utilizarse para detectar cizalladuras de viento en niveles bajos, que entrañan un grave peligro para las operaciones aeronáuticas.

#### **3.2.3 Requisitos operacionales**

3.2.3.1 En el contexto de las observaciones e informes para el despegue y el aterrizaje se reconoce, si bien de forma implícita, la necesidad de proporcionar la información procedente de los radares meteorológicos en tierra al personal de los servicios de tránsito aéreo (ATS) y a las tripulaciones de las aeronaves.

3.2.3.2 La oficina meteorológica de un aeródromo debe cumplir con el requisito de examinar continuamente las condiciones meteorológicas en el aeródromo al que tenga encomendado



proporcionar predicciones. Ese examen es necesario para redactar cotidianamente avisos de aeródromo y de cizalladura del viento, pronósticos de despegue, pronósticos de aterrizaje (en particular, de tendencia), y para observar y notificar información suplementaria a los aeródromos.

3.2.3.3 Puede obtenerse información más amplia acerca de los requisitos operacionales en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2.

### 3.2.4 **Información sobre equipos y de carácter general**

Puede obtenerse información sobre la utilización de radares para fines meteorológicos en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 9 Mediciones por radar;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 12, 12.2.1 Imágenes por radar.

## 3.3 **SISTEMAS DE DETECCIÓN DE CIZALLADURA DEL VIENTO**

3.3.1 En ciertas áreas, la cizalladura del viento a poca altura, particularmente si va acompañada de microrráfagas o de ráfagas descendentes, puede entrañar un peligro grave para las operaciones aeronáuticas. A este fenómeno precisamente se han atribuidos varios accidentes graves. Si así lo justifica la climatología del área en que está o va a estar ubicado un aeródromo, debería considerarse la posibilidad de instalar un sistema de detección de cizalladura del viento.

3.3.2 Aunque los sistemas de detección de cizalladura del viento a poca altura han evolucionado de forma significativa, no hay hoy ningún sistema que, por sí solo, pueda detectar ese tipo de cizalladura adecuadamente y en todas las circunstancias. Hay que señalar también que los sistemas disponibles son muy costosos. También en este caso, antes de la adquisición sería necesario evaluar minuciosamente la relación costo-beneficio de ese tipo de sistemas.

3.3.3 Además, la información sobre cizalladura del viento a poca altura suele transmitirse a los pilotos durante las fases de aproximación o despegue, durante las que los pilotos de la aeronave se hallan especialmente atareados. Por consiguiente, cuando se examine la posibilidad de instalar un sistema de detección de cizalladura del viento, habrá que estudiar también los medios que se utilizarán para transmitir la información a los pilotos.

### 3.3.4 **Requisitos operacionales**

3.3.4.1 Uno de los requisitos operacionales exige proporcionar avisos de cizalladura del viento, indicando la existencia observada o esperada de toda cizalladura del viento que pueda afectar negativamente a las aeronaves en las trayectorias de aproximación o de despegue. Los avisos de cizalladura del viento deberían cancelarse cuando los informes de aeronave indiquen que la cizalladura ya no está presente o transcurrido un cierto tiempo previamente acordado. Los criterios para esa cancelación deberían definirse localmente para cada aeródromo, conforme acuerden la autoridad meteorológica, la autoridad ATS apropiada y los operadores intervinientes. Véase el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 7.4 Avisos y alertas de cizalladura del viento. Puede obtenerse información relativa al cifrado de información sobre cizalladura del viento en los informes meteorológicos de aeródromo en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, Tablas A3-1 y A3-2.

3.3.4.2 Puede obtenerse más información sobre los requisitos operativos en materia de cizalladura del viento en la *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 2.

### 3.3.5 Información sobre equipos y de carácter general

3.3.5.1 Algunos sistemas utilizados para detectar la cizalladura del viento constan de:

- a) un sistema de alerta de cizalladura del viento a poca altura (LLWAS);
- b) un radar Doppler;
- c) un radar sónico (SODAR); y
- d) un instrumento de detección y localización por ondas luminosas (LIDAR).

3.3.5.2 Los radares meteorológicos Doppler pueden utilizarse para detectar la cizalladura del viento en las proximidades de un aeródromo. La ubicación del radar y las estrategias de barrido utilizadas se elegirán de modo que favorezcan la posibilidad de detectar cizalladuras del viento peligrosas.

3.3.5.3 Un sistema instalado en Estados Unidos se utiliza para detectar microrráfagas, frentes de rachas, cambios de viento y precipitación. El radar debería estar ubicado, siempre que sea posible, fuera de los límites del aeropuerto. El sistema debería disponer de dos modos de funcionamiento. Cuando los algoritmos del procesador del sistema determinen la improbabilidad de condiciones meteorológicas peligrosas, se utilizará en modo *monitor*. En este modo, efectuará barridos azimutales de 360° con diversos ángulos de elevación. Cuando los algoritmos determinen que existen condiciones meteorológicas peligrosas o que es probable que se produzcan tales condiciones, el sistema pasará al modo *condiciones meteorológicas peligrosas*. En este modo, el sistema utilizará conjuntamente barridos sectoriales que abarquen el área objeto de protección y barridos horizontales de 360°.

3.3.5.4 Puede obtenerse información sobre la utilización de equipos de detección de cizalladura del viento en las publicaciones siguientes:

- Circular 186 de la OACI, *Gradiente del viento* (1987);
- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte I, capítulo 5, y parte II, capítulo 9;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 12, 12.2.4 Perfiladores de viento y 12.2.5 Detección y localización por ondas luminosas (LIDAR).

3.3.5.5 El *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), apéndice 6, ofrece un ejemplo práctico de sistema de aviso de cizalladura del viento y de inversión.

## 3.4 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE RAYOS

3.4.1 En áreas expuestas a tormentas frecuentes o en terrenos montañosos en que la efectividad del radar es mucho menor, debería contemplarse la posibilidad de instalar un sistema de detección de rayos para detectar descargas eléctricas en las inmediaciones del aeródromo.

3.4.2 Esos sistemas pueden instalarse y utilizarse por separado o juntamente con un radar meteorológico. En ciertos aspectos, los sistemas de detección de rayos proporcionan información suplementaria a la de los radares meteorológicos. Estos sistemas han demostrado ser capaces de detectar actividad tormentosa antes que los radares meteorológicos. Además, la presencia de rayos en una tormenta es una indicación inequívoca de que se trata de una tormenta. Asimismo, la frecuencia de la caída de rayos en una tormenta es un buen indicador de su intensidad.

### 3.4.3 Requisitos operacionales

3.4.3.1 Aunque no existe ningún requisito aeronáutico específico para informar sobre las descargas de rayos, esta información permite cumplir el requisito de observar y notificar la

ubicación de las tormentas en las proximidades de un aeródromo, y puede obtenerse a un costo razonable.

3.4.3.2 Está admitido que la presencia de rayos entraña un riesgo laboral importante para la salud y la seguridad del personal de tierra de los aeródromos. Los procedimientos ordinarios en tierra, como el reabastecimiento de combustible y el uso de pasarelas móviles, por lo general sufren modificaciones cuando existe un riesgo de rayos y la detección temprana de rayos permite elaborar alertas tempranas para informar sobre este peligro.

#### 3.4.4 **Información sobre equipos y de carácter general**

3.4.4.1 Se comercializan en el mercado varios sistemas de detección de rayos. Se ofrece a continuación una descripción genérica de los elementos de equipo que compondrían ese tipo de sistemas. El funcionamiento de los sistemas de detección de rayos supone que la caída de un rayo produce una potente onda de radio que se difunde en todas las direcciones desde el lugar del impacto. Los sistemas de detección pueden basarse en uno de estos dos principios básicos: el momento de la llegada de la onda de radio o la dirección de la que procede.

3.4.4.2 Puede obtenerse información sobre la utilización de equipos de detección de rayos en las publicaciones siguientes:

- *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos* (OMM-N° 8), parte II, capítulo 7 Localización de los focos de parásitos atmosféricos;
- *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc. 9837 de la OACI), capítulo 6, 6.2.10 Detectores de rayos.

### 3.5 **TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN DE NUBES Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS**

3.5.1 Mientras que los equipos de teledetección mencionados anteriormente pueden utilizarse para completar y perfeccionar las observaciones destinadas a los aeropuertos, las técnicas de teledetección se usan cada vez más para mejorar la calidad de los informes meteorológicos totalmente automáticos, en particular en lo que respecta al tipo de nubes y a ciertos fenómenos meteorológicos.

3.5.2 Se puede utilizar una red mixta de radares para indicar, a distancia, la presencia de actividad de cumulonimbus (Cb) y de cúmulos de gran desarrollo vertical (TCU) en un aeródromo o en sus inmediaciones. Según investigaciones realizadas, un umbral de reflectividad radar igual o superior a 33 dBZ indica claramente la presencia de actividad de cúmulos de gran desarrollo vertical, y un umbral de reflectividad igual o superior a 41 dBZ indica ciertamente la presencia de actividad de cumulonimbus. Toda actividad que se produzca en un radio máximo de 30 km del punto de referencia del aeródromo se considera representativa de la distancia horizontal típica a la que un observador humano podría señalar tipos similares de nubes.

3.5.3 Una red mixta de radares vinculada a una red de detección de rayos también puede proporcionar a distancia información sobre actividad tormentosa en el aeródromo (TS) o en sus inmediaciones (VCTS). En este caso, la detección de un rayo junto con valores elevados de reflectividad radar permitirían suministrar información sobre TS y VCTS en los informes meteorológicos aeronáuticos (con actividad en un radio de 8 km del punto de referencia del aeródromo que se corresponda estrechamente con un informe TS, y con actividad en un radio de entre 8 y 16 km del punto de referencia del aeródromo que se corresponda con un informe VCTS).

3.5.4 Puede obtenerse más información sobre este tema en el *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc 9837 de la OACI), capítulo 7, 7.2.3 Tipo de nubes: detección de cumulonimbus (CB) y de cúmulos de gran desarrollo vertical (TCU), y capítulo 12, 12.2.2 Red de detección de relámpagos.

## **CAPÍTULO 4. DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA AERONÁUTICA**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

4.1.1 En el presente capítulo se examina la distribución de datos meteorológicos aeronáuticos entre los usuarios. Para la seguridad y economía de un aeródromo, es esencial difundir tales datos sin tardanza en un formato que permita interpretarlos fácilmente y aplicarlos a las operaciones aeronáuticas.

4.1.2 Son usuarios de ese tipo de datos las tripulaciones, los operadores de líneas aéreas, el personal de los servicios de tránsito aéreo, los operadores de aeródromo, los predictores aeronáuticos, el servicio meteorológico local y el servicio de información presencial de los pilotos. Hay que recordar que las necesidades de datos de los usuarios pueden variar considerablemente en cuanto al tipo de datos y a la puntualidad de su entrega.

### **4.2 DIFUSIÓN**

La tecnología de telecomunicaciones evoluciona rápidamente, por lo que, siempre que sea posible y económicamente viable, debería contarse con una infraestructura de telecomunicaciones tecnológicamente avanzada. Disponer de estas tecnologías permitirá una rápida comunicación entre las oficinas meteorológicas y el conjunto de los usuarios, tanto en el aeródromo como fuera de él. Las publicaciones siguientes ofrecen una descripción de ese tipo de sistemas, además de directrices sobre la utilización de Internet:

- *Orientación sobre la utilización de la Internet pública para aplicaciones aeronáuticas* (Doc 9855 de la OACI);
- *Weather on the Internet and Other New Technologies* (WMO/TD No. 1084) (El tiempo en Internet y otras tecnologías modernas);
- *Guidelines on the Improvement of NMSs-Media Relations and Ensuring the Use of Official Consistent Information* (WMO/TD No. 1088) (Directrices para mejorar las relaciones entre los SMN y los medios de comunicación y para garantizar el uso de información oficial coherente).

### **4.3 PROCEDIMIENTOS E INFORMACIÓN GENERAL**

Los procedimientos aplicables a la distribución de datos meteorológicos entre los usuarios figuran en las publicaciones siguientes:

- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 11 Necesidades y utilización de las comunicaciones, y parte II, apéndice 10 Especificaciones técnicas relativas a las necesidades y utilización de las comunicaciones;
- *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488), parte III, 3.5 y 3.5.5 Comunicaciones;
- *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc. 8896 de la OACI), capítulo 4 Información SIGMET, información de asesoramiento sobre ciclones tropicales y cenizas volcánicas, información AIRMET, avisos de aeródromo y avisos y alertas de cizalladura del viento;
- *Guía de prácticas para oficinas meteorológicas al servicio de la aviación* (OMM-N° 732), capítulo 2, 2.1.8 Exposición y difusión de informes.

### **4.4 DISTRIBUCIÓN FÍSICA**

4.4.1 La difusión de informes meteorológicos debería efectuarse de la manera más expeditiva y económica posible. Sin embargo, ello no debería ir en detrimento de la calidad e

integridad de los datos. Es esencial reducir a un mínimo absoluto la existencia de errores en el mensaje al momento de su recepción. Conviene señalar que si se utiliza el teléfono la posibilidad de errores aumenta considerablemente, por lo que este medio de comunicación debería considerarse como un último recurso cuando no exista ningún otro disponible. El teléfono, sin embargo, es esencial como medio auxiliar por si fallara el sistema normal y como alerta inmediata para advertir de cambios importantes y repentinos.

4.4.2 Históricamente se han venido utilizando diversos sistemas de comunicación que actualmente se están volviendo redundantes. Por ejemplo: enlaces físicos, teleimpresoras, televisión o dispositivos de escritura electrónica.

4.4.3 Los sistemas de comunicación actuales utilizan los medios de distribución siguientes con carácter exclusivo o, más habitualmente, de manera conjunta.

#### 4.4.4 **Facsímil**

Pueden utilizarse aparatos de fax para enviar y recibir observaciones a través de circuitos telefónicos ordinarios y/o integrados en redes de computadoras especializadas de alta velocidad. Tienen la ventaja de proporcionar una copia en papel de las observaciones, que sirve como comprobante de la entrega y recepción de los datos. La entrega en papel puede constituir, además, una "alerta física" para el receptor. Sin embargo, este medio de comunicación o de difusión es relativamente más lento que los sistemas informáticos y por lo general queda relegado en beneficio de métodos de difusión más dinámicos y flexibles.

#### 4.4.5 **Computadora**

4.4.5.1 Las infraestructuras de computación pueden utilizarse, y de hecho las utilizan algunos Estados Miembros, exclusivamente para difundir observaciones. Al igual que con otras técnicas, las ubicaciones abastecidas por el sistema están conectadas mediante circuitos o mediante redes especializadas exclusivas de alta velocidad.

4.4.5.2 Los sistemas de observación informatizados configurados para usos específicos pueden estar enteramente automatizados o permitir también la introducción manual de datos. Pueden recopilar, procesar, visualizar y archivar datos meteorológicos. También se utilizan para preparar informes METAR/SPECI y distribuirlos a través de redes como la red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN). El sistema vigila el flujo de datos, comprueba los elementos medibles, ensambla la información en el formato correcto y, seguidamente, la transmite. El sistema puede programarse también para vigilar los valores registrados y para alertar al observador de la necesidad de una observación especial. Los sistemas de este tipo ofrecen muchas ventajas por su velocidad y eficiencia, así como por una excelente relación costo-beneficio en cuanto a la gestión de una red de observación.

#### 4.4.6 **Teléfono**

4.4.6.1 El teléfono se utiliza de diversas maneras para distribuir observaciones meteorológicas. En particular, permite a un observador notificar observaciones por teléfono y, cuando es posible, utilizar una red de telefonía móvil para el envío de servicios de mensajes cortos (SMS). Aunque el teléfono constituye un medio relativamente poco costoso para distribuir información, tiene inconvenientes: puede haber errores en la recepción de la información y exige un cierto grado de dedicación laboral. Cuando la información ha de llegar a varios usuarios, su transmisión lleva cierto tiempo, especialmente cuando el tiempo cambia rápidamente y se realizan observaciones especiales, además de las ordinarias. El servicio telefónico habitual constituye un sistema auxiliar excelente como refuerzo de los sistemas más sofisticados señalados anteriormente. En la mayoría de los casos, los aeródromos cuentan con un sistema telefónico.

4.4.6.2 Debería examinarse también la posibilidad de grabar las conversaciones telefónicas con la oficina meteorológica sobre cuestiones aeronáuticas operativas. Si no quedase constancia de las conversaciones, podría haber repercusiones legales en caso de incidentes aeronáuticos relacionados con esa conversación.

4.4.6.3 Algunos servicios hacen uso también de un contestador telefónico con mensajes grabados. Las personas interesadas en determinados datos pueden llamar y recibir la información previamente registrada. Por lo general, este método se utiliza para informar a los pilotos antes del vuelo y para los mensajes del servicio automático de información terminal (ATIS), particularmente en la aviación general. Para las fuentes de la información, el sistema presenta la ventaja de que, una vez preparada la grabación, no hay que ocuparse más de ella hasta la siguiente actualización.

4.4.6.4 El teléfono puede utilizarse también en la industria aeronáutica para acceder a datos de observación en tiempo real de estaciones meteorológicas automáticas (EMA). Sin embargo, para ello hay que instalar en las EMA el equipo de comunicaciones apropiado, conectado a la red telefónica pública.

4.4.6.5 Cada vez más se comunica información meteorológica a través de teléfonos inteligentes conectados a Internet y de aplicaciones para teléfonos móviles. Esa tecnología permite a los usuarios recibir información meteorológica “sobre la marcha” y sin tener que acceder a otras infraestructuras de comunicación.

#### 4.4.7 **Radio**

4.4.7.1 La radio se utiliza para transmitir informes meteorológicos a las aeronaves en las fases de rodaje, despegue o aproximación a tierra. Esto puede hacerse grabando la información previamente y difundiéndola a continuación. Al igual que los mensajes telefónicos pregrabados, la ventaja es que, una vez realizada la grabación, la organización encargada de difundir los datos puede desentenderse de esa tarea hasta la actualización siguiente. Para los usuarios, la ventaja reside en que la información está disponible en un área relativamente amplia y simultáneamente para todos. Además, por lo general la información se repite continuamente.

4.4.7.2 En muchos aeródromos, la información meteorológica local se incorpora en un mismo mensaje junto con otros datos sobre el aeródromo, como la pista o pistas en uso, el estado de la superficie de la pista, el nivel de transición y demás información operacional importante. Esta modalidad se conoce como servicio automático de información de terminal (ATIS). Pueden consultarse las reglas por las que se rige el ATIS en el *Anexo 11 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la OACI*, capítulo 4 Servicio de información de vuelo.

4.4.7.3 Además del ATIS, diversos Miembros adoptaron la transmisión de datos de observación procedentes de estaciones meteorológicas automáticas en VHF. Este servicio, VOLMET, genera radiodifusiones meteorológicas automatizadas y continuas para aeródromos en VHF, proporcionando así información en tiempo casi real sobre parámetros meteorológicos. El proceso usa una tecnología que convierte los datos de las estaciones meteorológicas automáticas en mensajes de voz mediante la utilización de palabras y frases previamente grabadas. VOLMET funciona de conformidad con los acuerdos regionales sobre navegación aérea.

4.4.7.4 Se puede obtener más información en las publicaciones siguientes:

- *Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica* (Doc. 9377 de la OACI);
- *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 10, 4 Uso del servicio de enlace de datos aeronáuticos – D-VOLMET.

#### 4.4.8 **Internet**

4.4.8.1 Internet es un medio que se utiliza cada vez más para difundir información meteorológica aeronáutica, y ha sido adoptado por un número considerable de Servicios Meteorológicos o Hidrometeorológicos Nacionales (SMHN). Ofrece una manera flexible y dinámica de subir diversos datos gráficos y alfanuméricos, entre ellos datos OPMET. Se alienta a los Miembros que estén considerando la posibilidad de prestar sus servicios por Internet a que consulten los sitios web de otros Miembros de la OMM.

4.4.8.2 Se ofrecen directrices sobre la utilización de Internet en la publicación *Orientación sobre la utilización de la Internet pública para aplicaciones aeronáuticas* (Doc 9855 de la OACI).

#### 4.4.9 **Red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas**

La red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN) se utiliza para difundir un gran volumen de información alfanumérica, como TAF y METAR. Puede obtenerse información sobre los requisitos y normas relativos a los boletines AFTN en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 10.

#### 4.4.10 **Satélites**

La tecnología satelital se utiliza en los Centros mundiales de predicciones de zona para difundir productos del Sistema mundial de predicciones de zona (WAFS) a través de la radiodifusión satelital del servicio fijo aeronáutico. Se lo considera un método particularmente eficaz: la calidad es excelente y cuenta con equipos de recepción de bajo costo y fáciles de usar.

## CAPÍTULO 5. ARCHIVADO

### 5.1 INTRODUCCIÓN

5.1.1 Las observaciones meteorológicas son necesarias en los aeródromos no solo como información en tiempo real, sino también para otros fines. Previa solicitud y en la medida de sus posibilidades, toda autoridad meteorológica debería facilitar a cualquier otra autoridad meteorológica, operador u entidad que, en su actividad, se sirve de las aplicaciones de la meteorología a la navegación aérea internacional copias de datos de observación meteorológica originales necesarios para la investigación científica, para la investigación de causas de accidentes/incidentes o para el análisis de las operaciones. Además, diversos grupos de usuarios necesitan informes sobre la situación climatológica en los aeródromos. Por ello, es importante constituir bases de datos de observaciones meteorológicas en los aeródromos, obtenidas tanto en ruta como con carácter extraordinario.

5.1.2 En la siguiente publicación se señalan los elementos meteorológicos observados o medidos que deberían almacenarse, los medios de almacenamiento necesarios y el período durante el que deberían archivar-se tales datos: *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 8 Información climatológica aeronáutica, y parte II, apéndice 7 Especificaciones técnicas relativas a la información climatológica aeronáutica, 3 Contenido de la información climatológica aeronáutica.

### 5.2 ELEMENTOS

#### 5.2.1 Requisitos en materia de información climatológica

5.2.1.1 En el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, se estipula que la información climatológica aeronáutica necesaria para la planificación de las operaciones de vuelo deberá prepararse en forma de resúmenes climatológicos de aeródromo. Esa información deberá suministrarse a los usuarios aeronáuticos, conforme acuerden estos con la autoridad meteorológica, y deberá intercambiarse, previa petición, entre las autoridades meteorológicas. Los resúmenes climatológicos de aeródromo deberían indicar:

- a) la existencia de alcance visual (RVR)/visibilidad en la pista y/o la altura de la base de la capa de nubes más baja en condiciones de nubes fragmentadas (BKN) o de cielo cubierto (OVC) por debajo de determinados valores y a horas especificadas;
- b) la visibilidad por debajo de determinados valores y a horas especificadas;
- c) la altura de la base de la capa de nubes más baja en condiciones BKN u OVC por debajo de determinados valores y a horas especificadas;
- d) la existencia de viento cuya dirección y velocidad se sitúen dentro de un margen especificado;
- e) la temperatura en superficie por tramos especificados de 5 °C a horas especificadas; y
- f) los valores medios y las variaciones, incluidos los valores máximo y mínimo de los elementos meteorológicos necesarios para la planificación de las operaciones, y en particular para evaluar la performance al despegue.

5.2.1.2 Los resúmenes climatológicos deberían prepararse utilizando los modelos especificados en la publicación indicada en 5.1.2 *supra* y deberían actualizarse con la frecuencia necesaria. La información puede detallarse en forma de tablas climatológicas, que se elaboran, previa solicitud, apoyándose en datos climatológicos específicos almacenados en computadoras. El formato de la información meteorológica debería ser objeto de acuerdo, en cada caso, entre el usuario y el Servicio Meteorológico.



5.2.1.3 Para planificar, por ejemplo, la construcción de pistas deberían proporcionarse estadísticas de viento que permitan calcular el coeficiente de utilización y determinar la componente lateral del viento medio máximo, a fin de planificar la orientación de las pistas (véase el *Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional* de la OACI, Volumen I, capítulo 3.1 Pistas, y adjunto A Texto de orientación que suplementa las disposiciones del Anexo 14, 1 Número, emplazamiento y orientación de las pistas). Esa evaluación debería basarse en un período no inferior a cinco años. Preferiblemente, las observaciones que se utilicen deberían efectuarse como mínimo 8 veces al día y estar espaciadas a intervalos de tiempo iguales. En muchos casos, una rosa de los vientos ofrece un excelente resumen de la velocidad y dirección del viento en un período dado. Además de evaluar estadísticamente las condiciones medias del viento, debería estudiarse la frecuencia y el tipo de ráfagas, y la existencia de visibilidad escasa y/o de nubes bajas.

5.2.1.4 Los datos climatológicos destinados a la planificación de las operaciones y a los cálculos para las condiciones de despegue deberían abarcar los parámetros siguientes: temperaturas máxima y mínima medias diarias, presión media y, si fuera posible, humedad absoluta media, obtenidos en el momento aproximado en que se alcancen las temperaturas máxima y mínima en cada mes del año.

5.2.1.5 En el *Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la OACI*, apéndice 1, y en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte II, apéndice 7, pueden consultarse las recomendaciones y procedimientos en relación con los datos climatológicos que se incluirán en las publicaciones de información aeronáutica. Además de los datos climatológicos necesarios para un funcionamiento adecuado en la fase de despegue, deberían publicarse también los valores de temperatura de referencia del aeródromo definidos en el *Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la OACI*. La temperatura de referencia del aeródromo es la media mensual de las temperaturas máximas diarias durante el mes más caluroso del año (es decir, el mes con la temperatura media mensual más alta). Esta temperatura debería promediarse a lo largo de varios años.

## 5.2.2 Necesidades para otros fines

Los datos meteorológicos son necesarios no solo con fines climatológicos para los aeródromos, sino también para muchos otros fines, en función de las necesidades nacionales. Son también necesarios, por ejemplo:

- a) en la investigación de un accidente, caso en que deberían poder conocerse en todo momento las condiciones meteorológicas en las proximidades del aeródromo en el momento del accidente. Por ello, es necesario archivar tanto las observaciones meteorológicas ordinarias como las especiales. Además, si fuera posible, debería almacenarse información meteorológica sobre el área de aproximación y de ascenso inicial, incluidas, especialmente, las mediciones de radar y de cizalladura del viento. Con objeto de facilitar las investigaciones, también debería poder disponerse de todos los informes remitidos a las unidades de control de tránsito aéreo y a otros usuarios, con su fecha exacta de publicación. Los informes deberían estar disponibles durante el período acordado con la autoridad aeronáutica;
- b) en programas de investigación en que, por ejemplo, la evaluación estadística de las mediciones de la cizalladura del viento puede ayudar a mejorar la detección de este peligroso fenómeno meteorológico, especialmente importante en el área de aproximación y de ascenso inicial;
- c) para la verificación de predicciones TAF y de pronósticos de tendencia mediante informes meteorológicos ordinarios y especiales archivados; y
- d) para mejorar el control de calidad de los datos de observación a fin de detectar y eliminar errores sistemáticos mediante procedimientos estadísticos.

### 5.3 PERÍODOS DE ALMACENAMIENTO

La información sobre los elementos meteorológicos medidos y observados en los aeródromos es necesaria tanto en el interior como en el exterior del aeródromo. Por ello, se necesitan diferentes lugares donde almacenar la información preparada y/o transmitida.

#### 5.3.1 **Archivado interno de información meteorológica en el aeródromo**

5.3.1.1 La información difundida en el aeródromo debería almacenarse durante un período dado, para poder recuperar la información transmitida a los usuarios en el aeródromo. Cuando se utilicen sistemas automáticos para la adquisición, proceso y difusión de datos, se generarán grandes cantidades de datos. Por lo general, estos datos son necesarios para usos internos, por lo que se recomienda almacenarlos en el aeródromo.

5.3.1.2. En los aeródromos en que no haya sistemas automáticos de adquisición de datos, la información difundida a nivel interno debería recogerse por escrito siempre que sea posible. Ello puede hacerse manualmente, insertando la información meteorológica ordinaria y especial en un formulario específico. Otros tipos de datos destinados a las fases de despegue y aterrizaje pueden almacenarse solo en cantidad limitada, aunque es posible reconstruir los valores registrados mediante una evaluación de las cintas magnéticas o de los diagramas autográficos del instrumento de medición correspondiente. Estos registros deberían almacenarse durante un período de tiempo ilimitado cuando los datos no puedan ser transferidos a un archivo de datos apropiado.

#### 5.3.2 **Archivado de información meteorológica en una instalación alejada del aeródromo**

5.3.2.1 La información difundida en el exterior del aeródromo mediante la red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN) o mediante redes de telecomunicación regionales o nacionales debería ser almacenada por el centro meteorológico responsable. Los datos, difundidos generalmente a intervalos de una o media hora en clave METAR, sirven, por una parte, como información actual en tiempo real y, por otra, como elementos básicos para poder reconstruir posteriormente las condiciones meteorológicas existentes en el aeródromo en cuestión.

5.3.2.2 Además, dado que los datos climatológicos del aeródromo son necesarios, la información debería almacenarse seguidamente durante un tiempo ilimitado para la preparación de series temporales de largo período. Es aconsejable que la información climatológica de los aeródromos se base en series de datos que abarquen como mínimo un período de cinco años.

## CAPÍTULO 6. CONTROL DE LA CALIDAD

### 6.1 INTRODUCCIÓN

6.1.1 El presente capítulo se centra específicamente en el control de calidad de los datos de observación y, en particular, en la vigilancia del funcionamiento de los equipos meteorológicos y de otro tipo utilizados para las observaciones meteorológicas y para su difusión.

6.1.2 Hay que tener también presente, sin embargo, que el control de calidad debería ser un componente integrante de un marco general de gestión de la calidad. En el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 2.2 Suministro, uso y gestión de la calidad de la información meteorológica, 2.2.2 (regla), se señala lo siguiente:

Cada Miembro se asegurará de que la autoridad meteorológica designada mencionada en el párrafo 2.1.4 establezca y aplique un sistema adecuadamente organizado de calidad que comprenda los procedimientos, procesos y recursos requeridos para suministrar la gestión de calidad de la información meteorológica que ha de suministrarse a los usuarios indicados en el párrafo 2.1.2.

6.1.3 Los usuarios de la información meteorológica deberían poder fiarse de la exactitud y disponibilidad de los datos, conforme a lo dispuesto en las especificaciones de la OMM y de la OACI, y los Servicios Meteorológicos deberían, por consiguiente, elaborar procedimientos que garanticen la calidad de los datos de observación que se envían a los usuarios.

6.1.4 El control de calidad de los datos de observación consiste en detectar los informes con errores y, cuando sea posible, corregirlos. Esta función puede realizarse en distintos momentos y lugares:

- a) en el lugar de observación, por ejemplo mediante formaciones iniciales adecuadas, la actualización de las competencias adquiridas y la gestión de la documentación;
- b) antes de difundir la información a nivel nacional y mundial en el centro de telecomunicaciones, por ejemplo mediante un mecanismo de control de la calidad integrado de las observaciones recopiladas a partir de un sistema integrado de observación meteorológica; y
- c) antes de archivar la información en el centro meteorológico, por ejemplo mediante un enfoque coherente de mejora de la calidad, como la recopilación de comentarios tras el fenómeno.

6.1.5 Por lo general, el control de calidad de las observaciones actuales debería ser suficiente para conseguir la exactitud necesaria sin retardar indebidamente la transmisión de los datos. Por esta razón, la aplicación de procedimientos de control de calidad más elaborados solo es posible, por lo general, antes de archivar los datos en el centro meteorológico.

### 6.2 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD

6.2.1 En el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, 1 Definiciones se presentan las definiciones relacionadas con el tema de la calidad, que pueden ser útiles a propósito de este tema:

- a) Garantía de calidad. Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad (ISO 9000).
- b) Control de calidad. Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de calidad (ISO 9000).
- c) Gestión de calidad. Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad (ISO 9000).

6.2.2 En principio, los datos meteorológicos actuales deberían ser objeto de un control de calidad antes de ser difundidos o utilizados por los usuarios. Esto quiere decir que las observaciones actuales deben comprobarse en origen, es decir, en el aeródromo. Una vez transmitidos a la unidad de telecomunicaciones o al centro meteorológico, los datos pueden someterse a un control de calidad más elaborado (véase el párrafo 6.2.3 a continuación).

6.2.3 Todo parámetro observado o medido se compone de un valor verdadero y de una variación sistemática y/o aleatoria, es decir, de un margen de error. El objetivo del control de calidad es reducir al mínimo esa variación, es decir, detectar el error y corregirlo en la medida de lo posible. En las observaciones y mediciones, los errores más frecuentes son:

- a) los inherentes al equipo técnico utilizado (instrumentos, telecomunicaciones, indicadores);
- b) los vinculados a la información subjetiva aportada por el observador (errores de lectura, errores observacionales);
- c) los causados por procedimientos de observación defectuosos; y
- d) los debidos a la ubicación de instrumentos en condiciones no representativas.

La posibilidad de error aumenta con el número de etapas intermedias entre la medición y la transmisión de los datos al usuario y la recepción por este último. Por consiguiente, el número de etapas intermedias debería ser el menor posible.

6.2.4 En los servicios con poca automatización, la transferencia de datos obtenidos de instrumentos a la terminal de telecomunicaciones (por ejemplo, una teleimpresora), así como los cálculos o la extracción a partir de tablas o de gráficos de valores a los que no puede accederse inmediatamente en forma final, suele ser una fuente de errores considerable.

6.2.5 En los sistemas automatizados, los datos suelen obtenerse mediante interrogación de los instrumentos (o sensores), evitando de ese modo las transformaciones sucesivas de los datos en bruto y posibles fuentes de error.

6.2.6 La detección y eliminación de errores puede efectuarse de forma manual o automática, siempre y cuando no se demore la distribución de los datos.

### 6.3 VIGILANCIA DEL EQUIPO

6.3.1 Uno de los elementos básicos del control de calidad de la información meteorológica consiste en el cumplimiento de calendarios de mantenimiento y calibración apropiados.

6.3.2 Los instrumentos meteorológicos examinados en el capítulo 2 de la presente Guía van acompañados de indicaciones sobre el programa de mantenimiento y calibración adecuado, que debería seguirse siempre que sea posible.

6.3.3 Además del mantenimiento periódico, los observadores meteorológicos deberían vigilar el estado del equipo utilizado para realizar y transmitir observaciones. Un funcionamiento defectuoso o fallos del sistema o de sus componentes deberían notificarse sin tardanza a la unidad responsable del mantenimiento. Debería examinarse la posibilidad de duplicar ciertos instrumentos a fin de poder utilizarlos como equipo de reserva.

6.3.4 Los sistemas automáticos deberían vigilar el estado de los sensores conectados y de las instalaciones de transmisión. Un funcionamiento defectuoso o interrupciones del funcionamiento deberían señalarse a la atención del observador por medios ópticos y/o acústicos. Si se dispone de sistemas automáticos que conectan el Servicio Meteorológico y la unidad de control del tráfico aéreo, el receptor de los datos debería acusar recepción de estos mediante una señal de retorno.

#### 6.4 **RECURSOS EN RELACIÓN CON LA CALIDAD**

6.4.1 Una de las principales fuentes de información sobre la gestión de la calidad y su puesta en práctica es la *Guía del Sistema de gestión de la calidad para el suministro de servicios meteorológicos para la navegación aérea internacional* (OMM-N° 1001). Véase también el Doc 9873 de la OACI.

6.4.2 Puede obtenerse más información sobre todos los aspectos de la calidad y, en particular, sobre los sistemas, la gestión y las normas de calidad en el sitio web de la Organización Internacional de Normalización (ISO): <http://www.iso.org/iso/home.html>

---

## REFERENCIAS

### Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)

- ICAO, 1987: *Gradiente del viento* (Circular 186).
- , 1993: *Manual de la atmósfera tipo de la OACI [ampliada hasta 80 km (262 500 pies)]* (Doc 7488). CD-ROM, tercera edición. Montreal.
- , 2001: Anexo 11 – *Servicios de tránsito aéreo*. Decimotercera edición, julio. Montreal.
- , 2005a: *Orientación sobre la utilización de la Internet pública para aplicaciones aeronáuticas* (Doc 9855). Primera edición. Montreal.
- , 2005b: *Manual de métodos para la observación y la información del alcance visual en la pista* (Doc. 9328). Tercera edición. Montreal.
- , 2005c: *Manual sobre cizalladura del viento a poca altura* (Doc 9817). Primera edición. Montreal.
- , 2010a: Anexo 5 – *Unidades de medida que se emplearán en las operaciones aéreas y terrestres*. Quinta edición, julio. Montreal.
- , 2010b: *Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica* (Doc 9377). Quinta edición. Montreal.
- , 2010c: *Manual del sistema de gestión de la calidad para el suministro de servicios meteorológicos para la navegación aérea internacional* (Doc 9873). Segunda edición. Montreal.
- , 2011a: *Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos* (Doc 8896). Novena edición. Montreal.
- , 2011b: *Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromos* (Doc 9837). Segunda edición. Montreal.
- , 2013a: Anexo 14 – *Aeródromos, volumen I – Diseño y operaciones de aeródromos*. Sexta edición, julio. Montreal.
- , 2013b: Anexo 15 – *Servicios de información aeronáutica*. Decimocuarta edición, julio. Montreal.
- , 2013c: Anexo 3 – *Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional*. Decimoctava edición, enmienda 76, julio. Montreal.

### Organización Meteorológica Mundial (OMM)

- OMM, 2001a: *Guidelines on the Improvement of NMSs-Media Relations and Ensuring the Use of Official and Consistent Information* (PWS-3) (WMO/TD-No. 1088) (Directrices para mejorar las relaciones entre los SMN y los medios de comunicación y para fomentar el uso de información oficial y fiable). Ginebra.
- , 2001b: *Weather on the Internet and Other New Technologies* PWS-2 (WMO/TD-No. 1084) (El tiempo en Internet y otras nuevas tecnologías). Ginebra.
- , 2003: *Guía de prácticas para oficinas meteorológicas al servicio de la aviación* (OMM-N° 732). Segunda edición. Ginebra.
- , 2008: *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos* (OMM-N° 8). Ginebra.
- , 2010: *Guía del Sistema Mundial de Observación* (OMM-N° 488). Ginebra.
- , 2011a: *Guía del Sistema de gestión de la calidad para el suministro de servicios meteorológicos para la navegación aérea internacional* (OMM-N° 1001). Ginebra.
- , 2011b: *Manual de claves* (OMM-N° 306), volumen I.1, parte A. Ginebra.
- , 2011c: *Manual de claves* (OMM-N° 306), volumen I.2, partes B y C. Ginebra.
- , 2011d: *Manual de claves* (OMM-N° 306), volumen II. Ginebra.
- , 2012: *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen I. Ginebra.
- , 2013: *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II. Ginebra.

## GLOSARIO

Este glosario se refiere específicamente a la presente publicación. Puede obtenerse una lista más extensa de definiciones acordadas en el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, u otros documentos autorizados específicos a las operaciones aeronáuticas, como los de la OMM y de la OACI.

**Aeródromo:** Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

**Albedo:** Reflectividad de la superficie. Cociente entre la cantidad de luz reflejada por una superficie y la cantidad total de luz que incide en esa superficie.

**Anexo 3 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional:** Anexo al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago), esencialmente idéntico al *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, que trata sobre las normas y prácticas internacionales recomendadas.

**Área de franqueamiento de obstáculos:** Área de un aeródromo en que se aplican criterios específicos de franqueamiento para evitar que los objetos se extiendan más allá de la superficie de limitación de obstáculos de ese aeródromo.

**Autoridad meteorológica:** Entidad que ha sido designada por un Miembro/Estado como encargada de suministrar o de adoptar las disposiciones pertinentes para proporcionar servicios meteorológicos para la navegación aérea internacional, de conformidad con el *Reglamento Técnico* (OMM-N° 49), Volumen II, parte I, párrafo 2.1.4.

**Estación meteorológica automática (EMA):** Estación designada para realizar observaciones e informes meteorológicos destinados a la navegación aérea internacional.

**Fotometría:** Mediciones cuantitativas de los niveles de luminosidad y de la distribución de la luz.

**Informe meteorológico:** Declaración de las condiciones meteorológicas observadas en un tiempo y emplazamiento específicos.

**METAR:** Informe meteorológico ordinario de aeródromo: observación meteorológica cifrada desde un aeródromo, a intervalos de una o media hora.

**Mínimos de utilización:** Condiciones meteorológicas límite estipuladas para determinar si el aeródromo es utilizable para operaciones de despegue o aterrizaje de una aeronave.

**Nube fragmentada (BKN):** 5/8 a 7/8 del cielo cubierto.

**Observación automatizada:** Elementos meteorológicos registrados por medios electrónicos sin intervención humana.

**Observador humano:** Observador meteorológico que cumple los requisitos mínimos de la OMM para proporcionar observaciones meteorológicas aeronáuticas.

**QNH:** Valor de presión al que debería regularse un altímetro para que la altitud geométrica que proporciona sea correcta a nivel del aeródromo.

**Red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN):** Sistema mundial de circuitos aeronáuticos fijos que, como parte del servicio fijo de telecomunicaciones aeronáuticas, se utiliza para el intercambio de mensajes y/o datos digitales entre estaciones aeronáuticas fijas que tienen modalidades de comunicación similares o compatibles.

**Relación costo-beneficio:** Coeficiente utilizado para determinar si los beneficios esperados de determinada adquisición (por ejemplo, de una EMA) representarán un rendimiento aceptable a tenor de la inversión y de los costos estimados.

**Señal analógica:** Toda señal continuamente variable asociada por lo general al sonido o al habla. A diferencia de las señales digitales, en las señales analógicas las pequeñas fluctuaciones son significativas.

**Señal digital:** Modalidad de transmisión de datos vocales que reconstruye las señales utilizando códigos binarios (unos y ceros) para la transmisión. Las señales de audio digitales pueden ser transmitidas más rápidamente y con mayor exactitud que las señales analógicas.

**Sistema(s) de observación:** Proporciona las funciones de observación básicas necesarias para obtener observaciones meteorológicas en superficie, con inclusión de la dirección y velocidad del viento, la visibilidad, el alcance visual en pista, fenómenos meteorológicos, el estado del cielo, la temperatura del aire y del punto de rocío, parámetros de altímetro y notas aclaratorias. Esta información se pone a disposición o se comunica a la industria aeronáutica para diversas necesidades operacionales.

**SPECI:** Informe especial de aeródromo enviado a un aeródromo cuando las condiciones meteorológicas han variado según criterios establecidos.

TAF: Pronóstico de las condiciones meteorológicas para un aeródromo que abarca un período predictivo de entre 9 y 30 horas.

Zona de toma de contacto: Parte de una pista, situada después del umbral, destinada a que los aviones que aterrizan hagan el primer contacto con la pista.

Zona intermedia: Extensión de terreno colindante con un área que debe estar separada de otros terrenos circundantes.



Para más información, diríjase a:

**Organización Meteorológica Mundial**

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH-1211 Genève 2 – Suiza

**Oficina de comunicación y de relaciones públicas**

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: [cpa@wmo.int](mailto:cpa@wmo.int)

[www.wmo.int](http://www.wmo.int)

JN 131678