



Revista Cubana de Meteorología

ISSN: 2664-0880

Instituto de Meteorología

Valdés Díaz, Beatriz; De Armas Echevarria, Amanda Maria; Coll Hidalgo, Patricia
Climatología aeronáutica del aeropuerto internacional "Antonio Maceo" en el periodo 2017-2021
Revista Cubana de Meteorología, vol. 28, núm. 2, e10, 2022, -Junio
Instituto de Meteorología

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=701977558009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Climatología aeronáutica del aeropuerto internacional "Antonio Maceo" en el periodo 2017-2021

Aeronautical climatology of the international airport "Antonio Maceo" in the period 2017-2021



CU-ID: 2377/v28n2e10

✉ Beatriz Valdés Díaz*, ✉ Amanda Maria De Armas Echevarria, ✉ Patricia Coll Hidalgo

Oficina Principal y de Vigilancia Meteorológica, Empresa Cubana de Navegación Aérea, Ave. Panamericana y Final, Edificio ATC. Boyeros, La Habana, Cuba

RESUMEN: La caracterización climatológica de las diferentes variables meteorológicas constituye una herramienta de gran importancia para los pronosticadores aeronáuticos que comprenden el comportamiento medio mensual de las mismas. El objetivo de la investigación es determinar las características climatológicas del Aeropuerto Internacional "Antonio Maceo" de Santiago de Cuba, en el periodo 2017-2021. La caracterización se fundamentó en los conceptos y gráficos de la estadística descriptiva. Se obtuvo y representó la distribución media en el periodo 2017-2021 de las variables: acumulado total de precipitación, visibilidad horizontal, altura de la base de la nube, cobertura nubosa, dirección y velocidad del viento. Se obtuvieron máximos de acumulados de precipitación, números de días en los que precipitó y reportes de tormentas eléctricas en los meses de mayo, septiembre y octubre, meses correspondientes al periodo lluvioso. La cobertura nubosa más significativa para la aviación (BKN y OVC) solo estuvo presente en un 0.9% en todo el año, siendo más frecuentes en los meses de abril y mayo. Las direcciones más frecuentes oscilaron entre el norte-noroeste al norte-nordeste y alcanzaron la máxima velocidad media en los rumbos este-sureste y sureste de 17 km/h.

Palabras claves: Aeropuerto, climatología aeronáutica, variables meteorológicas.

ABSTRACT: The climatological characterization of the different meteorological variables constitutes a tool of great importance for aeronautical forecasters who understand their monthly average behavior. The objective of the research is to determine the climatological characteristics of the "Antonio Maceo" International Airport of Santiago de Cuba, in the period 2017-2021. The characterization was based on the concepts and graphs of descriptive statistics. The mean distribution in the period 2017-2021 of the variables was obtained and represented: total accumulated precipitation, horizontal visibility, cloud base height, cloud cover, wind direction and speed. Maximum accumulated precipitation, number of days in which it rained and reports of electrical storms were obtained in the months of May, September and October, months corresponding to the rainy period. The most significant cloud cover for aviation (BKN and OVC) was only present in 0.9% throughout the year, being more frequent in the months of April and May. The most frequent directions ranged from north-northwest to north-northeast and reached the maximum average speed in the east-southeast and southeast directions of 17 km/h.

Keywords: Airport, aeronautical climatology, meteorological variables.

El clima de acuerdo a la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), es "el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por las evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dados, el cual está controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera)" (Bernal, et al., 2007). El aspecto climático permite conocer los estados de tiempo

que se presentan sucesivamente a través de largos periodos, sus influencias físicas, cambios y desarrollo de fenómenos físicos de la atmósfera y sus efectos sobre la superficie terrestre. Con el objetivo de hacer más efectivas las operaciones de aterrizaje y despegue de los vuelos, se elaboran pronósticos meteorológicos de aeródromos. Según las Regulaciones Aeronáuticas Cubanas (OACI, 2020), los pronósticos de aeródromo contienen información de las siguientes variables y condiciones meteorológicas:

*Autor para correspondencia: Beatriz Valdés Díaz. E-mail: beatrizvaldesdiaz9@gmail.com

Recibido: 23/10/2021

Aceptado: 12/05/2022

- Vientos en la superficie;
- Visibilidad reinante pronosticada;
- Condiciones meteorológicas;
- Nubes;
- Cambios significativos previstos de las condiciones meteorológicas.

Una de las herramientas en las que el meteorólogo aeronáutico se puede apoyar para hacer más efectivo su pronóstico es en la caracterización climatológica de las variables meteorológicas. Internacionalmente, se han realizado climatologías aeronáuticas, principalmente en España. (Conde, et al., 2012) realizó estos estudios en los aeropuertos de Madrid (Barajas), Fuerteventura, Lanzarote, Alicante, Armería, Asturias, Merrill y otros. Estas climatologías aeronáuticas se elaboran a partir de los datos extraídos de las observaciones meteorológicas de aeródromo, en clave METAR, de los años 1998 a 2011. Los resultados se ofrecen en forma de tablas de frecuencias relativas o de valores medios mensuales de: viento, componente (transversal) del viento perpendicular a la pista, componente (longitudinal) del viento en la dirección de la pista, visibilidad, alcance visual en pista (RVR), altura de la capa de nubes más baja con cobertura mayor de la mitad del cielo, combinación de visibilidad/altura nubes, combinación RVR altura nubes, temperatura, presión (QNH) y fenómenos significativos del tiempo. Así mismo, se realiza también la climatología aeronáutica de Castellón por (Escrig, et al., 2013)

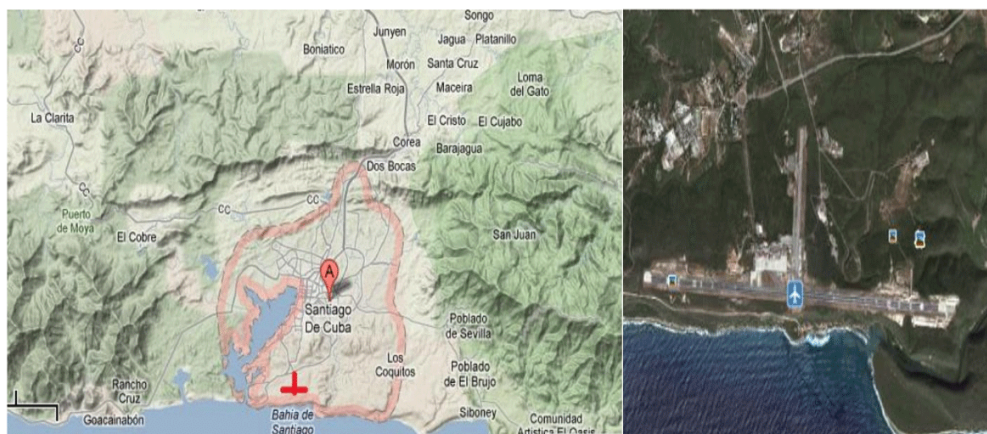
En el caso de Cuba, (De Armas Echevarria, et al., 2019) realiza la caracterización climatológica de la dirección y velocidad del viento en el Aeropuerto Internacional “Abel Santamaría” en el periodo 2011-2015. Similar caracterización la desarrolla (Valdés, et al., 2022) en el Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez”, en Varadero. No se cuenta con una climatología aeronáutica para cada uno de los aeropuertos del país, por lo que se comienza a plantear un análisis climatológico para cada aeródromo, y así tener una

herramienta que permita que el meteorólogo acceda a las características meteorológicas peculiares de las zonas donde están emplazados. De esta forma el objetivo de la presente investigación es determinar las características climatológicas del Aeropuerto Internacional “Antonio Maceo” de Santiago de Cuba, en el periodo 2017-2021.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación se seleccionó como región de estudio el Aeropuerto Internacional “Antonio Maceo” de Santiago de Cuba (MUCU) porque fue solicitado a la Oficina Principal y de Vigilancia Meteorológica (OPVM), su comportamiento medio en un periodo de 5 años de las principales variables meteorológicas. Este aeródromo se ubica en los 19°58'12" N y 75°50'08" W, a unos 7 Km al sur de Santiago de Cuba, junto a la costa. Tiene una elevación de 76 m por encima del nivel del mar. Al oeste, a unos 6 km aproximadamente se localiza la bahía de Santiago de Cuba, la que complejiza el régimen de viento local. El viento es influenciado por la brisa marina al situarse el aeródromo extremadamente cerca de la costa sur de la provincia y por su orientación casi paralela al litoral.

En el área donde se encuentra enmarcado, se encuentran elevaciones del terreno que oscilan entre 200 y 800 metros de altura sobre el nivel del mar. El aeródromo se localiza en el último nivel de las terrazas costeras al sur de la cadena montañosa Sierra Maestra. La figura 1 ilustra el relieve de la provincia santiaguera en las inmediaciones del aeropuerto señalado en color rojo en la imagen. Las particularidades del relieve que rodea al aeródromo, constituyen un factor de riesgo para las operaciones aéreas de aterrizaje, despegue y aproximación. Posee dos pistas, una de ellas con orientación Este-Oeste (identificada como 10/28), y la otra se encuentra orientada Norte-Sur (identificada como 01/19), que es utilizada solo por aviones de menor porte (figura 1).



Fuente: <http://www.earth.google.com>

Figura 1. Localización del Aeropuerto Internacional “Antonio Maceo y Grajales” de Santiago de Cuba.

Métodos de análisis estadístico empleado para el estudio de las variables meteorológicas

La normal climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un periodo de por lo menos 30 años (Montealegre, 2009). En el caso de los estudios climáticos en la aviación, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en el Anexo 3, se plantea que se deben utilizar series de datos meteorológicos de al menos 5 años (OACI, 2013).

Teniendo en cuenta dicho anexo, en la presente investigación, para realizar la caracterización climatológica en el Aeropuerto Internacional “Antonio Maceo” de Santiago de Cuba, se seleccionó como periodo de estudio los años comprendidos entre 2017 y 2021. Los datos se obtuvieron del Banco de Datos Climatológicos de la Empresa Cubana de Navegación Aérea. Los datos obtenidos fueron: velocidad del viento, dirección del viento, acumulado de precipitación, tiempo presente, visibilidad vertical, altura de la base de la nube y de cobertura nubosa.

La Tabla 1 muestra la proporción de los datos faltantes de cada año en MUCU. El año 2017, específicamente el mes de enero, fue el que contó con la mayor cantidad de datos faltantes. Se contó con datos suficientes para realizar la caracterización climatológica, con un 97.8% de datos disponibles.

Teniendo en cuenta que se trabajó con un periodo de 5 años (2017-2021) que fue igual que el periodo actual recomendado para el cálculo de las normales climatológicas (IACC, 2013), a continuación, se hizo un análisis de los principales estadígrafos descriptivos.

Estadística descriptiva

El diagrama de barras (o gráfico de barras) se utilizó para analizar la cantidad de observaciones con diferentes rangos de visibilidad horizontal y vertical y el número de días con acumulados de precipitación.

- El gráfico lineal se utilizó para analizar la distribución mensual de los acumulados totales de precipitación.
- El gráfico de sectores se utilizó para analizar el porcentaje de cobertura nubosa durante todo el periodo de estudio.

Confección de la rosa de los vientos:

El viento que prevaleció en un rango de tiempo pudo ser representado por medio de una rosa de los vientos, la cual indicó el porcentaje de tiempo en el que el viento sopló de diferentes rumbos. La gráfica consistió en utilizar barras o extensiones que fueron desde el centro de un círculo hacia un punto determinado que ilustró la dirección del viento, la longitud de cada extensión indicó el porcentaje de tiempo en el que el viento se dirigió hacia esa dirección (Ahrens, 1998). Los datos se presentaron en ocho direcciones primarias y ocho secundarias que fueron mostradas en la tabla 2.

Por otro lado, la velocidad del viento se dividió en rangos que se pudieron dar en varias unidades, que fueron desde millas por hora a metros por segundo. También se pudieron registrar periodos con velocidad cero, los cuales se reportaron como calmas y periodos con condiciones de viento ligero (menos de 6 km/h) o tormentas, que se reportaron como “VRB”.

Tabla 1. Información sobre los datos faltantes.

Año	Datos faltantes	
2017	818	9.3%
2018	41	0.5%
2019	49	0.6%
2020	12	0.2%
2021	39	0.5%
Total	959	2.2%

Tabla 2. Direcciones del viento

Primarias	Secundarias
N (norte)	NNE (nor noreste)
S (sur)	ENE (este noreste)
E (este)	ESE (este sudeste)
W (oeste)	SSE (sud sudeste)
NE (noroeste)	SSW (sud sudoeste)
NW (noroeste)	WSW (oeste sudoeste)
SE (sudeste)	WNW (oeste noroeste)
SW (sudoeste)	NNW (nor noroeste)

RESULTADOS

Comportamiento de las variables meteorológicas en el periodo 2017-2021

Se representaron los totales mensuales de precipitación en un gráfico de líneas (figura 2a). Se observaron tres máximos en los meses de mayo, septiembre y octubre, meses correspondientes al periodo lluvioso. En este periodo las precipitaciones dependieron de la influencia de los sistemas migratorios de la zona tropical, entre ellas las ondas del este y las bajas tropicales, y de su interacción con sistemas de latitudes medias. Estos últimos dos meses entraron dentro del trimestre más activo de la temporada ciclónica que va desde junio hasta noviembre en el área geográfica del océano Atlántico tropical, incluido el Golfo de México y el mar Caribe. Durante el mes de mayo fueron muy frecuentes las lluvias asociadas al calentamiento diurno, que se acompañaron de tormentas eléctricas. Estos fenómenos tanto de escala local como sinóptica incrementaron los acumulados de precipitación en superficie.

La distribución mensual de los días en los que precipitó en MUCU fue semejante a la distribución de los acumulados totales mensuales (figura 2b).

Durante el periodo 2017-2021 en el aeródromo MUCU hubo un total de 75 reportes de tormentas eléctricas (TS). Los meses de mayor frecuencia fueron los meses desde junio hasta octubre, correspondientes a los meses del periodo lluvioso, con un máximo de 15 TS en septiembre, donde se produjeron también máximos de acumulados totales de precipitación. La tabla 3 muestra la frecuencia absoluta acumulada de reportes de TS mensuales.

Tabla 3. Frecuencia absoluta acumulada mensual de reportes de TS.

Mes	Tormentas
Enero	3
Febrero	2
Marzo	0
Abril	2
Mayo	5
Junio	13
Julio	10
Agosto	10
Septiembre	15
Octubre	12
Noviembre	3
Diciembre	0
Total	75

Se representó la distribución de las frecuencias absolutas acumuladas de los diferentes rangos de visibilidad horizontal (figura 3). En la figura 3a se pudo observar que el rango de visibilidades horizontales superiores a 5000 m fue el más frecuente y en comparación con los demás rangos, fue el más apreciable.

Para distinguir mejor las frecuencias de los demás rangos se eliminó la serie del más frecuente y se representó en la figura 3b los demás rangos de visibilidad.

En la figura 3b la visibilidad horizontal alcanzó una mayor reducción en los meses de septiembre y diciembre. En los meses de septiembre estas reducciones se debieron a las frecuentes precipitaciones asociadas a la actividad convectiva, ocasionadas por los fenómenos sinópticos y de escala local. En los meses de diciembre se incrementó el paso de frentes fríos sobre el territorio cubano. Debido a las condiciones meteoroló-

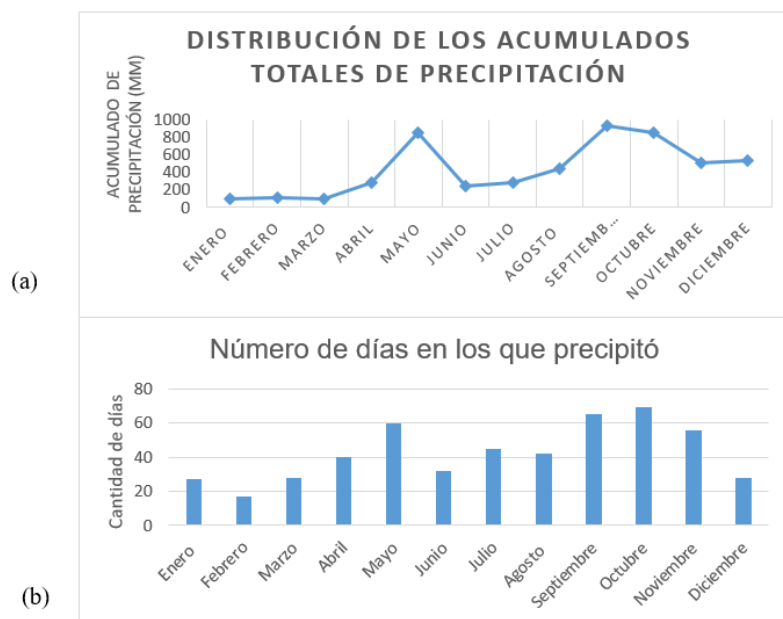


Figura 2. Comportamiento (a) mensual del acumulado de precipitación (b) número de días con acumulados diferentes de cero en MUCU en el periodo 2017-2021.

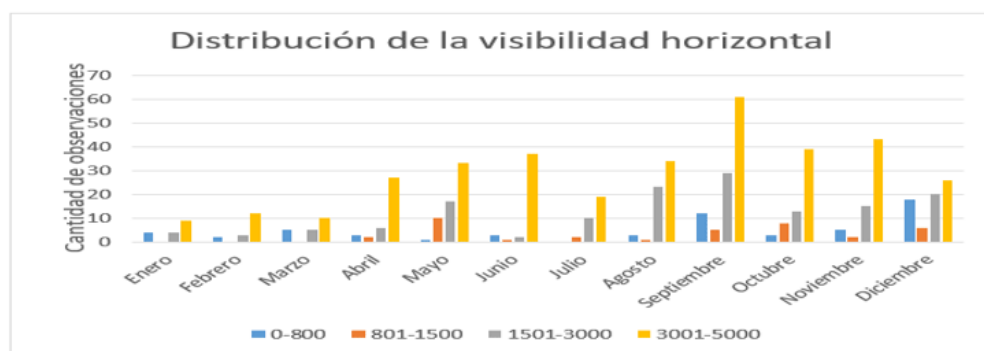
gicas imperantes antes de la llegada de los frentes fríos se produjeron nieblas que redujeron la visibilidad al rango de 0-800 m.

Se representó la distribución de la altura de la base de las nubes en la figura 4. El rango más frecuente

de altura de la base de la nube fue 1501-5000 m (figura 4a). En la figura 4b se pudo observar los rangos de altura de las bases de las nubes, exceptuando los rangos pocos significativos para la aviación (> 5000 m y 1501-5000 m).

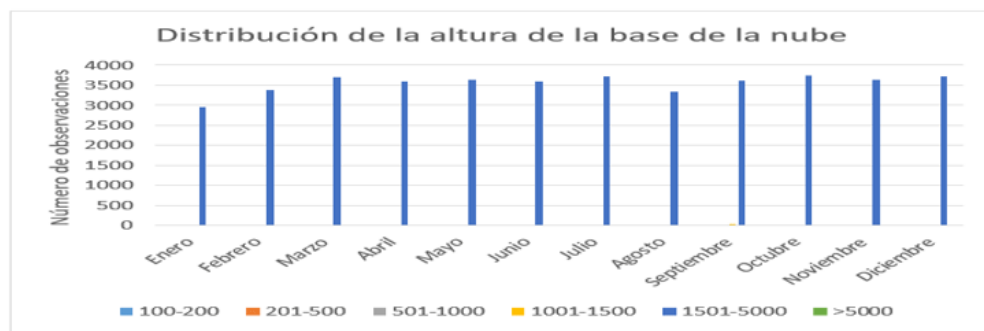


(a)

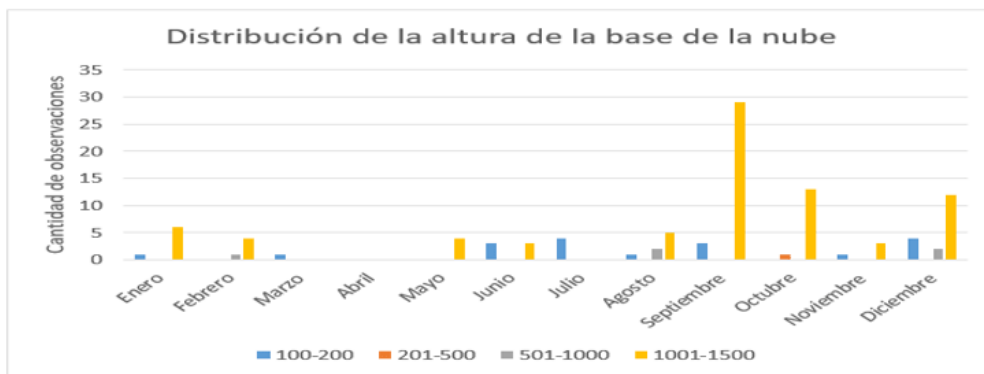


(b)

Figura 3. Distribución de los rangos de visibilidad horizontal en MUCU en el periodo 2017-2021.



(a)



(b)

Figura 4. Distribución de los rangos de altura de la base de la nube en MUCU en el periodo 2017-2021.

El rango de la altura de la base de la nube más frecuente fue 1001-1500 m en el mes de septiembre, seguido de octubre. En estos meses del periodo lluvioso aumenta la convección y los nublados bajos. Las bases de estos se encuentran dentro de este rango de visibilidad vertical. Las nubes con bases más bajas fueron más frecuentes en los meses de julio y diciembre. Se obtuvo el por ciento mensual de la cobertura nubosa. La [tabla 4](#) muestra estos valores. En MUCU predominaron durante todo el periodo desde cielos despejados hasta 2/8 de cielo cubierto, lo cual fue factible para la seguridad de los vuelos. La cobertura nubosa más significativa para la aviación (BKN y OVC) solo estuvo presente en un 0.9% en todo el año. La [figura 5](#) muestra esta distribución total de cobertura nubosa media. Esta cobertura nubosa fue más frecuente en los meses de abril y mayo ([tabla 4](#)) y, menos frecuentes en los meses de julio y diciembre.

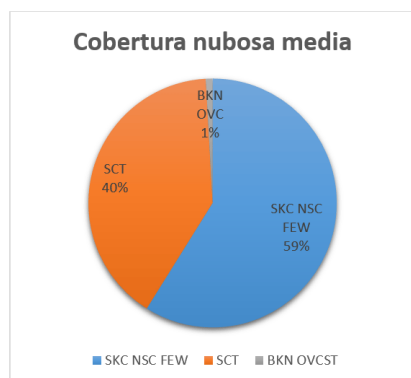


Figura 5. Cobertura nubosa media en el periodo 2017-2021.

Análisis del comportamiento del viento en el periodo 2017-2021

En la [figura 6](#) se muestra la rosa de los vientos, con los 16 rumbos con la dirección del viento más frecuente del norte con una velocidad media de 11 km/h. Las direcciones más frecuentes oscilaron entre el nor-

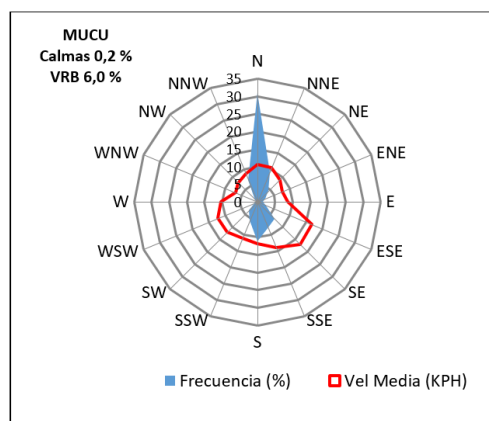


Figura 6. Rosa de los vientos correspondiente al periodo 2017-2021.

te-noroeste al norte-nordeste y alcanzaron la máxima velocidad media en los rumbos este-sureste y sureste de 17 km/h.

Rosas de los vientos mensuales 2017-2021

En la [figura 7](#) se muestra el análisis de la marcha anual de la dirección del viento. Los rumbos durante todo el año más predominantes fueron norte (más frecuente) y sur. Durante los meses de febrero y marzo se incrementaron las frecuencias de los rumbos desde el este al sur. A partir del mes de abril hasta octubre la distribución de la frecuencia de las direcciones de las rosas de los vientos mensuales fueron similares, incrementándose la frecuencia de los rumbos desde este-sudeste hasta el oeste-suroeste. Las velocidades medias máximas se presentaron en el rumbo este-sureste, en los meses de enero, febrero y diciembre. La velocidad media máxima fue de 22 km/h en enero.

Los meses de julio y septiembre tuvieron el mayor número de registros con vientos variables débiles. Las calmas fueron pocos frecuentes durante todo el año con un porcentaje mayor en los meses de julio, septiembre y octubre, de solo 0.3%.

Tabla 4. Por ciento mensual de días con nubosidades (SKC, NSC, FEW, SCT, BKN y OVC) en MUCU en el periodo 2017-2021.

Mes	SKC/NSC/FEW (%)	SCT (%)	BKN/OVC (%)
Enero	60.8	38.6	0.7
Febrero	77.2	22.4	0.4
Marzo	72.8	26.3	0.9
Abril	50.8	46.9	2.4
Mayo	48.8	49.3	1.9
Junio	59.4	39.9	0.7
Julio	55.6	44.2	0.1
Agosto	52.6	46.8	0.7
Septiembre	41.7	57.6	0.7
Octubre	50.6	48.3	1.1
Noviembre	67.4	32.1	0.6
Diciembre	69.2	30.5	0.3
Media	58.9	40.2	0.9

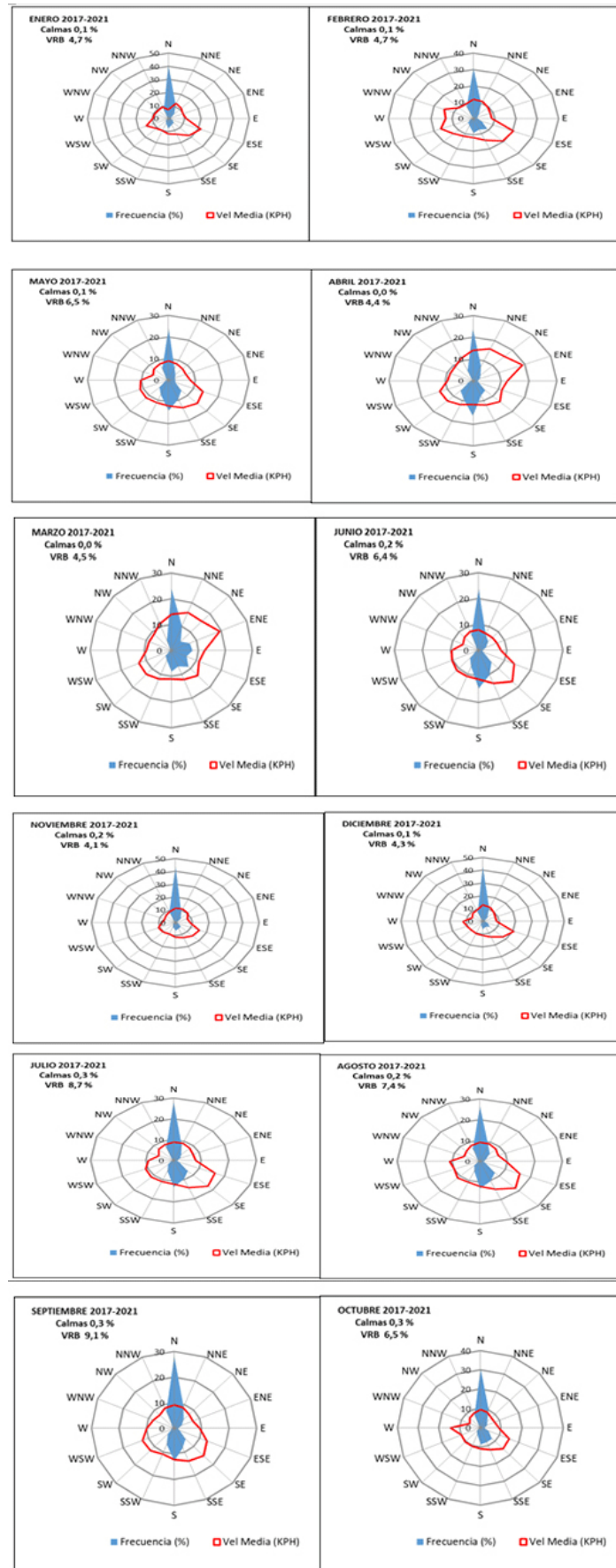


Figura 7. Rosas de los vientos mensuales.

Marcha diaria de la dirección del viento

Se realizó un análisis detallado de las rosas de los vientos para cada hora local del día (figura 8), que constituye una herramienta para el pronóstico meteorológico de la velocidad y dirección del viento. Al hacer este análisis fueron confeccionadas las rosas de los vientos de manera trihoraria. Se observó que a partir de las 10 am el viento predominante es del norte y así se mantiene hasta las 10 pm, hora a partir de la cual la dirección del viento predominante cambia

al sur, hasta que empieza a incrementarse durante las primeras horas de la mañana el viento con dirección norte. Las mayores velocidades medias durante todos los horarios tuvieron direcciones desde el norte hasta el este-nordeste. Estas fueron mayores en las horas comprendidas entre las 10 pm y 12 am. A medida que avanzó la mañana los vientos variables débiles se incrementaron hasta las 9 pm para luego disminuir su frecuencia durante la madrugada. Las calmas son pocos frecuentes, teniendo un incremento de solo un 0,3% durante la tarde (1 pm-6 pm).

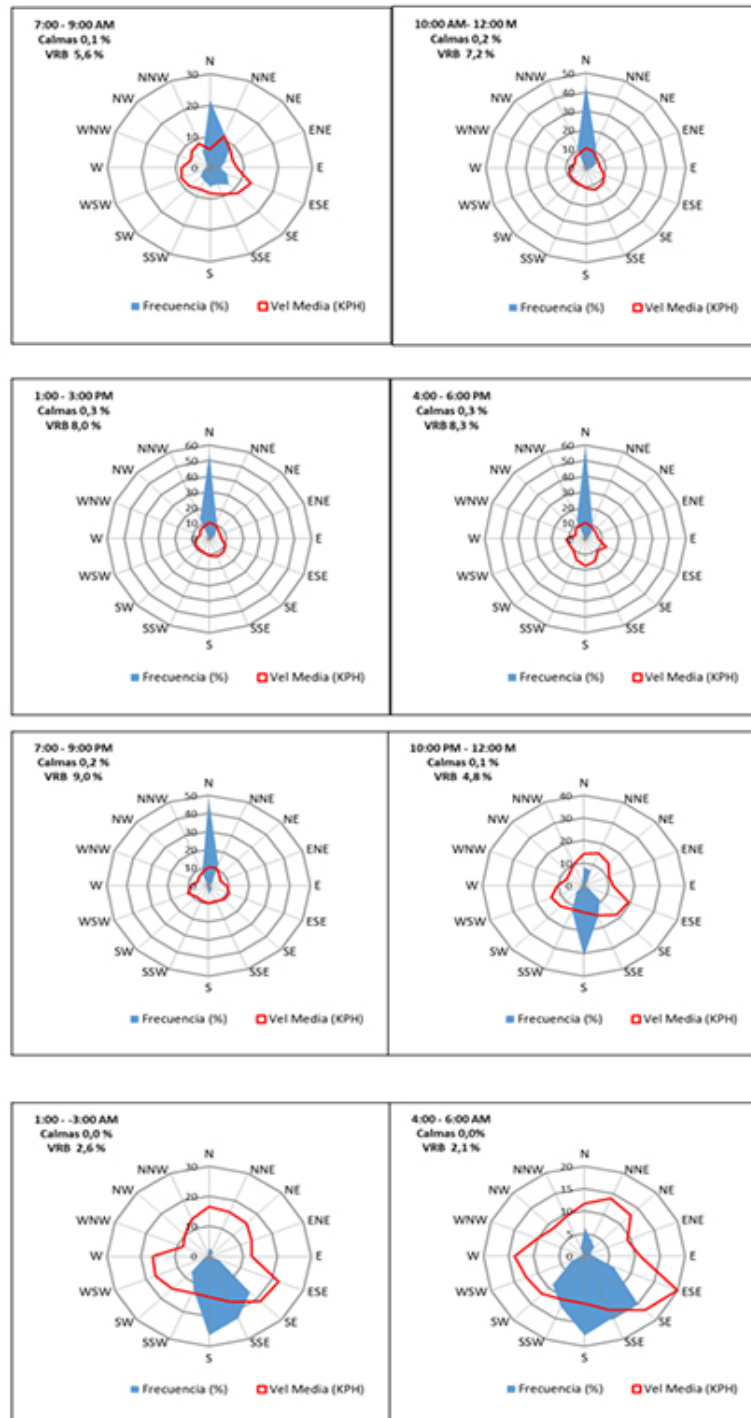


Figura 8. Rosas de los vientos trihorarias

CONCLUSIONES

1. Se observan máximos de acumulados de precipitación, números de días en los que precipitó y reportes de tormentas eléctricas en los meses de mayo, septiembre y octubre.
2. El rango de visibilidad horizontal superior a 5000 m es el más frecuente y el de altura de la base de la nube es el rango 1501-5000 m.
3. La cobertura nubosa más significativa para la aviación (BKN y OVC) solo está presente en un 0.9% en todo el periodo, siendo más frecuentes en los meses de abril y mayo.
4. Las direcciones del viento más frecuentes oscilaron entre el norte-noroeste al norte-nordeste y alcanzaron la máxima velocidad media en los rumbos este-sureste y sureste de 17 km/h.
5. Las velocidades medias máximas se presentaron en el rumbo este-sureste, en los meses de enero, febrero y diciembre con una velocidad media máxima de 22 km/h en enero

REFERENCIAS

- Ahrens, C. D., 1998. *Essentials Of Meteorology: an invitation to the atmosphere*. Segunda ed. s.l.:Wadsworth Publishing Company.
- Bernal, G., Rosero, M., Cadena, M., Montealegre, J., & Sanabria, F. 2007. *Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y cuenca alta del Río Tunjuelo*. Colombia, Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM-Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Madrid (Barajas)*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Fuerteventura*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Lanzarote*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Alicante*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Armería*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Asturias*.
- Conde Torrijos, V., Ballester Valor, G., Huarte Ituláin, M. T., Sterling Carmona, F., Casado Gómez, J., & Corral Corral, F. 2012. *Climatología aeronáutica. Merilla*.
- De Armas Echevarria, A. M., Cremata Zaldívar, L. & Pérez Hernández, L., 2019. Caracterización de la dirección y fuerza del viento en el Aeropuerto Internacional "Abel Santamaría" en el periodo 2011-2015. *Revista Cubana de Meteorología*, 25(2), pp. 139-150.
- Escrig Barbera, J., Montón Chiva, E., & Quereda Sala, J. 2013. *Climatología aeronáutica del aeropuerto de Castellón* (9). Publicacions de la Universitat Jaume I.
- IACC, 2020. *Regulaciones Aeronáuticas Cubanas*. Sexta ed. s.l.:Instituto de la Aeronáutica Civil Cubana.
- Montealegre, J. 2009. *Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala*.
- OACI. Anexo 3: Servicio Meteorológico para la navegación aérea internacional. Decimosexta. ed. [S.l.]: [s.n.], 2007. p. pp. 8-1. ISBN 92-9194-935-3. Acceso em: 18 mayo 2018.
- Sonora, C. D. 2009. *Matemática 2*. México: Copyright ©, 2009 por Colegio de Bachilleres.
- Valdés, B., A. M. & De Armas Echevarria, 2019. "Caracterización climatológica del viento en el aeropuerto internacional "Juan Gualberto Gómez" en el periodo 2012-2020". *Revista Cubana de Meteorología (proceso de publicación)*.

Beatriz Valdés Díaz. Oficina Principal y de Vigilancia Meteorológica, Empresa Cubana de Navegación Aérea, Ave. Panamericana y Final, Edificio ATC. Boyeros, La Habana, Cuba

Amanda Maria De Armas Echevarria · Oficina Principal y de Vigilancia Meteorológica, Empresa Cubana de Navegación Aérea, Ave. Panamericana y Final, Edificio ATC. Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: amydae2012@gmail.com

Patricia Coll Hidalgo. Oficina Principal y de Vigilancia Meteorológica, Empresa Cubana de Navegación Aérea, Ave. Panamericana y Final, Edificio ATC. Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: pcollhidalgo@gmail.com

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Contribución de autores: Beatriz Valdés Díaz, Amanda Maria De Armas Echevarria y Patricia Coll Hidalgo: **realizaron el análisis formal, conceptualización de la investigación e investigación.** Amanda Maria De Armas Echevarria: **desarrolló la metodología.** Beatriz Valdés Díaz: **realizó la redacción de la primera edición.** Beatriz Valdés Díaz, Amanda Maria De Armas Echevarria y Patricia Coll Hidalgo: **redactaron, revisaron y editaron el manuscrito.**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)