

Aeropuerto Internacional Daniel Oduber

Diego Garro-Molina, BSc.^{1*} | Karla Cristina Chaves Hidalgo^{1} | Andrés Gamboa Valverde, BSc.^{1**} | Eladio Solano León, MSc.^{2***} | José Pablo Valverde M., MSc.^{1***}**

¹Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica

²Jefe, Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica

Correspondencia

* Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica
Email: dgarro@imn.ac.cr

Información de la Institución

Instituto Meteorológico Nacional, Barrio Aranjuez, Avenida 9 y Calle 17, frente a costado Noroeste del Hospital Calderon Guardia.
Tel: (+506) 2222-5616
Fax: (+506) 2223-1837.
Oficina de Meteorología, Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, Liberia, Guanacaste.
Tel: (+506) 2668-1156

El Instituto Meteorológico Nacional pone a disposición del público en general el análisis de la climatología del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber (cuyo código ICAO es MRLB) durante el periodo 2005-2022 con los siguientes datos:

- Precipitación mensual y horaria
- Temperaturas absoluta y de rocío
- Temperaturas máximas y mínimas diarias
- Velocidad y dirección del viento horarias
- Actividad eléctrica horaria
- Visibilidad horizontal y vertical horarias

Se procesaron los datos incluidos en los reportes meteorológicos de aeródromo (METAR), los cuales cumplen con las normas internacionales del RAC-03 y ANEXO-III de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO por sus siglas en inglés).

PALABRAS CLAVE

RAC-03, ANEXO-III, ICAO, METAR, Climatología

Abreviaciones: METAR, MÉTéorologique Aviation Régulière; ICAO, International Civil Aviation Organization; MRLB, Aeropuerto Internacional Daniel Oduber

* Autor principal.

** Colaboración.

*** Revisores.

Para información online por favor visite www.imn.ac.cr. Para mayor información, contacte:

Instituto Meteorológico Nacional

San José, Costa Rica

Barrio Aranjuez, Avenida 9 y Calle 17.

Frente a costado Noroeste del Hospital Calderón Guardia.

T: 2222-5616 F: 2223-1837

Climatología Aeronáutica: Aeropuerto Internacional Daniel Oduber

Versión: 2023.0

Marzo, 2023

Copyright © 2023 IMN

Todos los derechos reservados

1 | RESUMEN

Con el objetivo de facilitar la toma de decisiones operativas y económicas a cargo de las autoridades aeroportuarias, el Instituto Meteorológico Nacional presenta la: *Climatología Aeronáutica del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber*. Ésta comprende la evaluación del comportamiento de las variables meteorológicas registradas durante el período 2005-2022, mediante las estaciones meteorológicas y aeronáuticas instaladas en el aeródromo, junto a las observaciones realizadas por el personal de observación y pronóstico.

En las siguientes páginas, se analizan en detalle los resultados de la evaluación de cada una de las variables meteorológicas de interés aeronáutico. En el Cuadro 1 se muestra un resumen de las variables meteorológicas en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber por mes.

CUADRO 1 Resumen de variables meteorológicas, MRLB 2010-2022.

Mes	Temperatura máxima extrema (°C)	Temperatura mínima extrema (°C)	Temperatura máxima media (°C)	Temperatura mínima media (°C)	Precipitación total media (mm)	Media de días con precipitación
Enero	36.9	15.5	35.2	17.0	1.1	1
Febrero	37.9	15.1	36.4	17.1	0.4	0
Marzo	38.2	15.9	37.2	17.9	0.5	1
Abril	39.5	17.1	37.8	19.1	56.0	4
Mayo	38.1	17.5	36.8	20.4	209.6	15
Junio	36.0	19.5	34.3	21.2	209.1	18
Julio	36.3	19.0	34.6	20.5	119.8	13
Agosto	37.1	17.9	35.1	20.4	208.6	18
Setiembre	36.2	19.9	34.3	20.7	236.8	22
Octubre	34.4	19.7	33.6	20.8	345.0	22
Noviembre	34.4	16.9	33.3	18.9	125.7	12
Diciembre	36.5	16.0	34.4	18.0	10.6	3
Anual	39.5	15.1	35.3	19.3	1523.2	129

Palabras clave: Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, cambio de viento, climatología aeronáutica, mínimos operativos, variables meteorológicas.

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	8
2.1. Descripción del área	8
2.2. Características de la pista de aterrizaje	12
2.3. Operatividad del aeropuerto	13
3. Metodología	15
4. Variables meteorológicas	17
4.1. Viento	17
4.1.1. Dirección del viento	17
4.1.2. Velocidad del viento	21
4.1.3. Ráfagas de viento	24
4.2. Temperatura	26
4.2.1. Temperatura media	26
4.2.2. Temperatura del punto de rocío	30
4.3. Presión atmosférica	33
4.4. Visibilidad	36
4.4.1. CAVOK	36
4.4.2. Visibilidad horizontal	38
4.4.3. Visibilidad vertical	39
4.5. Hidrometeoros	41
4.5.1. Hidrometeoros de precipitación	41
4.5.2. Tormenta eléctrica (TS ó TSRA)	42
4.5.3. Chubasco de lluvia (aguaceros o SHRA)	44
4.5.4. Lluvia (RA)	45
4.5.5. Llovizna (DZ)	47
4.6. Hidrometeoros de suspensión	49
4.6.1. Niebla (FG)	49
4.6.2. Neblina (BR)	50

Índice de cuadros

1.	Resumen de variables meteorológicas, MRLB 2010-2022.	3
2.	Códigos utilizados para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.	9
3.	Características de la pista de MRLB.	12
4.	Mínimos meteorológicos de vuelo visual en MRLB.	15
5.	Características de las estaciones meteorológicas.	16

Índice de figuras

1.	Ubicación del aeropuerto MRLB. Elaborado por: José Navarro, IMN, 2021.	9
2.	Segmento de carta de visibilidad a un radio de 10 km de MRLB. Adaptado de: Carta de visibilidad Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas, 2021. Escala 1:40000.	10
3.	Puntos de referencia de MRLB. Elaborado por: IMN, 2021	11
4.	Climograma del aeropuerto, MRLB, 2010-2022.	12
5.	Plano de aeródromo de MRLB. Adaptado de [2].	13
6.	Cabecera de la pista 07 en MRLB.	14
7.	Cabecera de la pista 25 en MRLB.	14
8.	Mapa de calor mensual durante las horas de operación del aeropuerto (eje horizontal) para la dirección del viento en MRLB, 2005-2022.	18
9.	Distribución media diaria de la dirección del viento horario en MRLB, 2005-2022.	19
10.	Variación horaria de la dirección del viento por mes para MRLB, 2005-2022.	20
11.	Variación mensual de la velocidad del viento para MRLB, 2005-2022.	21
12.	Distribución media diaria de la velocidad del viento horario en MRLB, 2005-2022.	22
13.	Variación horaria de la velocidad del viento por mes para MRLB, 2005-2022.	23
14.	Variación mensual de la velocidad del viento para MRLB, 2005-2022.	24
15.	Valor medio de ocurrencias de ráfagas de viento por mes: menores a 20 kt (azul), entre 20 y 29 kt (celeste), entre 30 y 39 kt (verde) y más de 40 kt (naranja), para MRLB, 2005-2022.	25
16.	Variación mensual de la temperatura absoluta media para MRLB, 2005-2022.	27
17.	Distribución media diaria de la temperatura absoluta horaria en MRLB, 2005-2022.	28
18.	Variación horaria de la temperatura absoluta media por mes para MRLB, 2005-2022.	29
19.	Variación mensual de la temperatura del punto de rocío media para MRLB, 2005-2022.	30
20.	Distribución media diaria de la temperatura del punto de rocío horaria en MRLB, 2005-2022.	31
21.	Variación horaria de la temperatura del punto de rocío media por mes para MRLB, 2005-2022.	32
22.	Variación mensual de la presión (QNH) media para MRLB, 2005-2022.	33
23.	Distribución media diaria de la presión (QNH) horaria en MRLB, 2005-2022.	34
24.	Variación horaria de la presión (QNH) media por mes para MRLB, 2005-2022.	35
25.	Valores mensuales medios de días con al menos seis reportes con CAVOK y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	37
26.	Valores mensuales medios de reportes con CAVOK durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	37
27.	Valores mensuales medios de días con al menos un reporte de visibilidad horizontal menor a 5000 metros y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	38
28.	Valores mensuales medios de reportes con visibilidad reducida a menos de 5000 metros durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	39
29.	Valores mensuales medios de días con al menos un reporte de techo de nubes menor a 1500 pies y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	40
30.	Valores mensuales medios de reportes con techo de nubes menor a 1500 pies durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	40

31. Valores mensuales medios de días con los diferentes tipos de precipitación (DZ: llovizna, RA: lluvia, SHRA: chubasco de lluvia, TSRA: tormenta eléctrica con precipitación o sin ella) que se reportan en MRLB, 2005-2022.	42
32. Valores mensuales medios de días con tormenta eléctrica y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	43
33. Valores mensuales medios de reportes con tormenta eléctrica durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	43
34. Valores mensuales medios de días con chubascos de lluvia y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	44
35. Valores mensuales medios de reportes con chubascos de lluvia durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	45
36. Valores mensuales medios de días con lluvia y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	46
37. Valores mensuales medios de reportes con lluvia durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	46
38. Valores mensuales medios de días con llovizna y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	47
39. Valores mensuales medios de reportes con llovizna durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	48
40. Valores mensuales medios de días con niebla y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	49
41. Valores mensuales medios de reportes con niebla durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	50
42. Valores mensuales medios de días con neblina y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.	51
43. Valores mensuales medios de reportes con neblina durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.	51

2 | INTRODUCCIÓN

El Aeropuerto Internacional Daniel Oduber es el segundo aeropuerto más importante del país y uno de los cuatro aeropuertos internacionales de Costa Rica, fue oficialmente inaugurado el 10 enero de 1975, por el Lic. Daniel Oduber, presidente de la República en el período 1974-1978.

En Circular del 3 de febrero de 1981, emitida por el Sr. Manuel Emilio García D. director General de Aviación Civil, comunica que, en acuerdo tomado por la Comisión Nacional de Nomenclatura, adscrita al Instituto Geográfico Nacional, por artículo 3, cap. II de la sesión No.82 del 15 de febrero de 1980, publicado en La Gaceta, número 78 del 24 de abril de 1980, el Aeropuerto Internacional de Llano Grande de Liberia ha sido formalmente denominado en memoria y homenaje al benemérito don Tomás Guardia, razón por la cual, se debe utilizar el nombre Aeropuerto Internacional Tomás Guardia, Liberia.

Posteriormente, el 5 de octubre de 1995, el Ing. Nelson Rodríguez Gonzalo, director General del Consejo Técnico de Aviación Civil, emite una nota a la Comisión Nacional de Nomenclatura con el objeto de que consideren el nombre del Lic. Daniel Oduber Quirós, para denominar así el Aeropuerto Internacional de Liberia.

Es así, como en acuerdo tomado por la Comisión Nacional de Nomenclatura en su artículo tercero de la Sesión ordinaria No.207, celebrada el día 17 de octubre de 1995, acuerda por mayoría simple el cambio de nombre al Aeropuerto Tomás Guardia Gutiérrez de Liberia por Aeropuerto Internacional Daniel Oduber. [5]

El aeropuerto opera durante 18 horas diarias (6:00 a.m. a las 00:00 a.m) durante los 365 días del año. El Instituto Meteorológico Nacional brinda el servicio de meteorología aeronáutica requerido para su seguridad, regularidad y eficiencia operativa. El ente encargado de la administración del aeropuerto es la Dirección General de Aviación Civil (DGAC)

En la AIP-Costa Rica [2], se especifican los reglamentos de tránsito locales para este aeropuerto:

1. Tránsito VFR solamente para vuelos de instrucción.
2. Operación nocturna a solicitud de la administración.
3. Mínimos meteorológicos para helicópteros.
 - a. Visibilidad: 800 metros
 - b. Techo: 500 pies

La industria aeronáutica requiere de una conexión vital con los gobiernos para garantizar la seguridad aérea, de ahí la necesidad de establecer un código para reconocer cada aeropuerto y así diferenciarlo entre los demás. A cargo de dicha designación estuvo la Organización de Aviación Civil Internacional -OACI- (ICAO por sus siglas en inglés) que se basó en la ubicación geográfica por regiones (no está demás señalar, que dicho código también se utiliza para localizar estaciones meteorológicas) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA por sus siglas en inglés), que utiliza una nomenclatura sin un patrón único: puede recurrir al nombre de la ciudad donde se sitúa el aeropuerto, al nombre de este, entre otras opciones. Los códigos internacionales que indican el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber se detallan en el Cuadro 2.

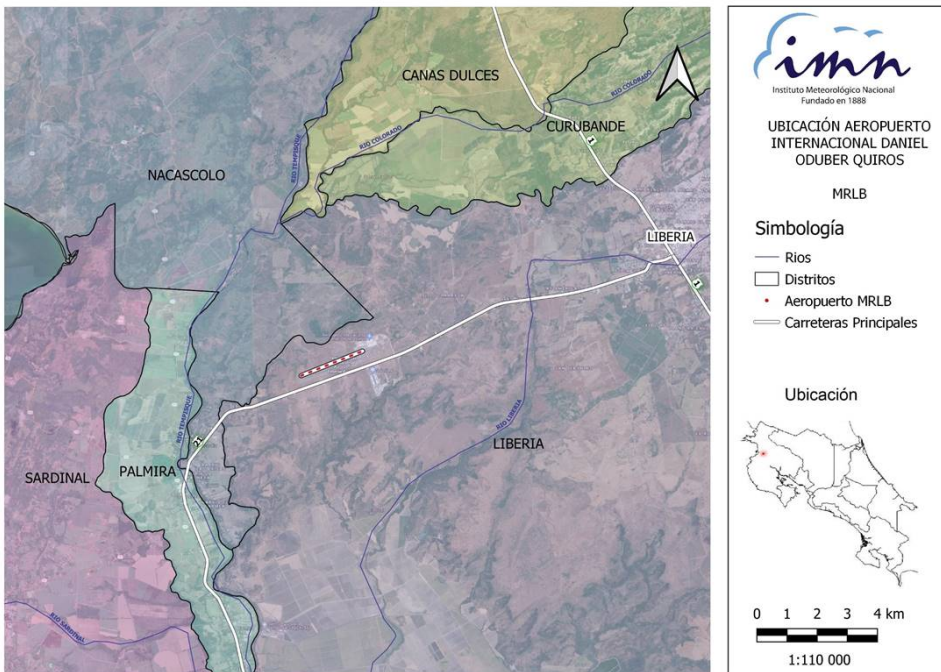
2.1 | Descripción del área

El Aeropuerto Internacional Daniel Oduber se emplaza en las coordenadas geográficas: 10°35'36.22596", -85°32'40.13232"(EPSG:4326 WGS 84, centro geométrico de la pista, coordenadas proyectadas: -9374086.98, 1118200.80 EPSG:3827 WSG 84 / Pseudo-Mercator), y se ubica en la República de Costa Rica, provincia: Guanacaste,

CUADRO 2 Códigos utilizados para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

Organización	Códigos del aeropuerto
IATA	LIR
OACI	MRLB

cantón: Liberia, distrito: Llano Grande, a 13km al suroeste de la ciudad de Liberia, y a 217 kilómetros al noroeste de la capital San José (ver Figura 1).

**FIGURA 1** Ubicación del aeropuerto MRLB. Elaborado por: José Navarro, IMN, 2021.

En la Figura 2 se observan algunos puntos de referencia a 10 km de radio, donde cada circunferencia delimita un radio de 1 km.

La ubicación estratégica del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber le permite ser un impulsor del desarrollo turístico del Golfo de Papagayo y las acogedoras playas de la Península de Nicoya. El arribo a este aeródromo es la forma más rápida de llegar a lugares turísticos como Tamarindo, Playa Negra, Golfo de Papagayo, Mal País, Playa Flamingo, Playa Samara, Monteverde, Volcán Arenal y el Parque Nacional Marino Las Baulas.

Otro aspecto relevante, es que cuando las condiciones del tiempo son adversas en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, es utilizado como un aeródromo alternativo para las aeronaves que llegan al país.

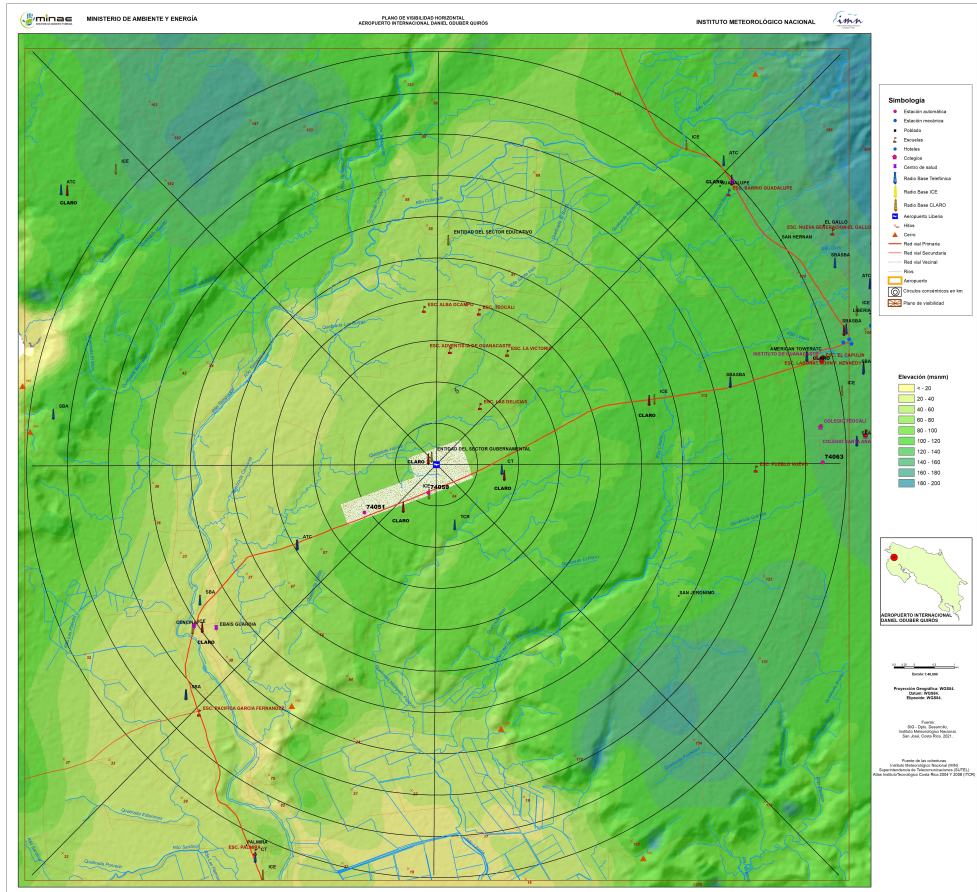


FIGURA 2 Segmento de carta de visibilidad a un radio de 10 km de MRLB. Adaptado de: Carta de visibilidad Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas, 2021. Escala 1:40000.

En la Figura 3 se muestran algunos puntos de referencia ubicados hacia el este y noreste del aeródromo, donde destaca la ciudad de Liberia.

El clima en Costa Rica "es modificado por diferentes factores como el relieve (la disposición de las montañas, llanuras y mesetas), la situación con respecto al continente (condición ístmica), la influencia oceánica (los vientos o las brisas marinas, y la temperatura de las corrientes marinas) y la circulación general de la atmósfera" [15]; debido a estos factores se definen dos grandes regímenes climáticos: Pacífico y Caribe.

El Aeropuerto Internacional Daniel Oduber forma parte del régimen Pacífico, que se caracteriza por tener una estación seca y una lluviosa bien definidas.

La estación seca se extiende desde diciembre hasta marzo, siendo el mes más seco y cálido. Abril es un mes de transición hacia la época lluviosa, la cual inicia formalmente para el mes de mayo. El periodo húmedo se extiende hasta octubre y en noviembre se da la transición hacia la época seca. Se presenta una disminución relativa en la cantidad de precipitaciones durante los meses de julio y agosto (veranillo o canícula) cuando se intensifica la velocidad de los

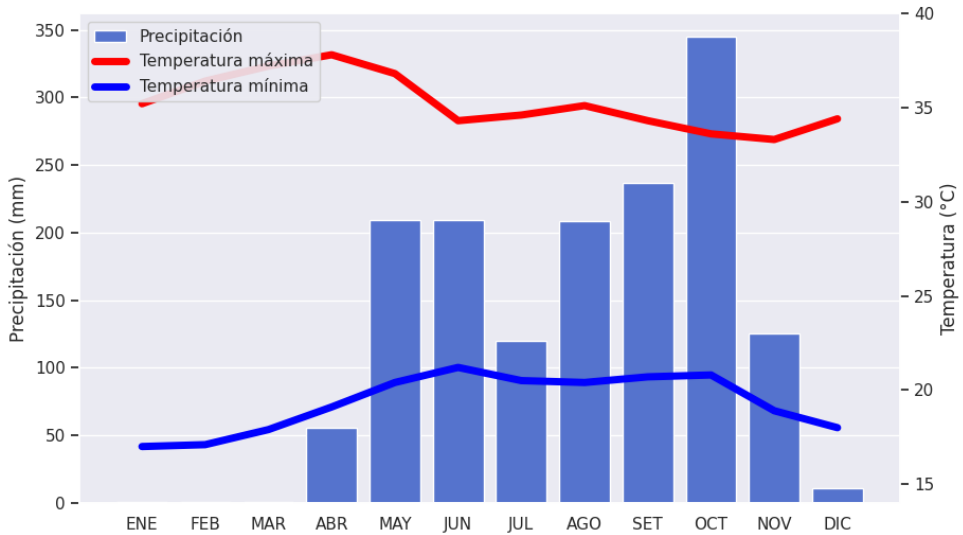


FIGURA 4 Climograma del aeropuerto, MRLB, 2010-2022.

2.2 | Características de la pista de aterrizaje

Con base en una sección de la Carta de Aterrizaje MRLB AD 1 (ver Figura 5) la pista de aterrizaje mide 2747 metros (2.747 Km) de longitud y 45 metros de ancho. Su orientación es de noreste a suroeste (250°-070°). La cabecera del sector oeste se denomina "07" y la del sector este "25".

En el Cuadro 3 se muestran las principales características de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

CUADRO 3 Características de la pista de MRLB.

Pista	Coordenadas WGS84	Dimensiones	Material	Elevación máxima
07	N10°35'20,97974" W085°32'22,68950"	largo 2747 m - ancho 45 m	Asfalto	76 msnm
25	N10°35'51,403836" W085°31'57,74386"			83 msnm

En las Figuras 6 y 7, se observan las cabeceras de las pistas 07 y 25 respectivamente.

AIP
COSTA RICA

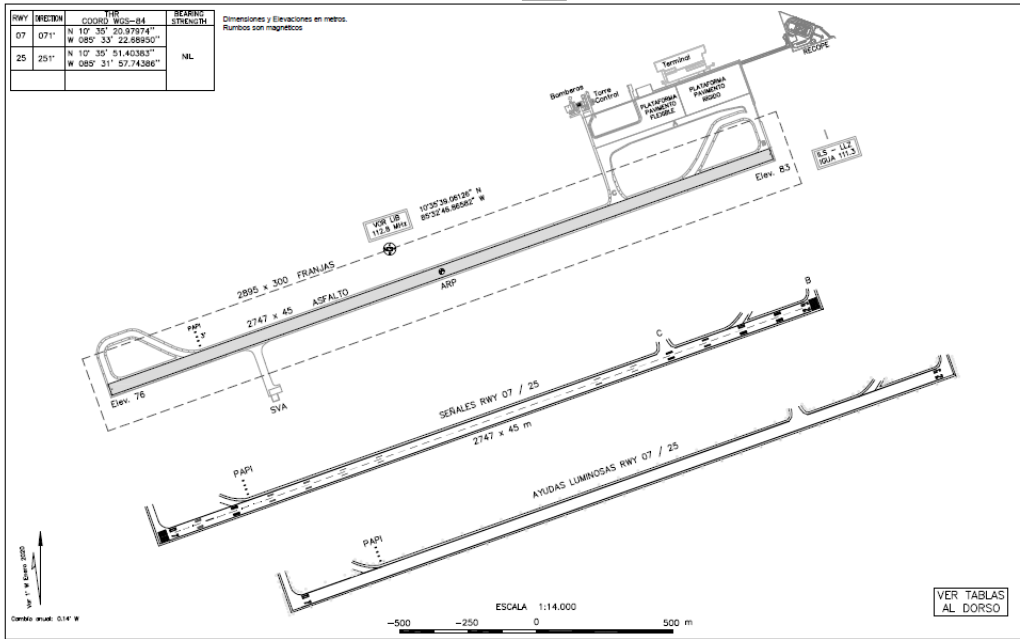
MRLB AD 1
28 JAN 21

PLANO DE AERODROMO

N 10° 35' 38.22596" ELEV. 83 m
W 089° 32' 40.13233"

TWR
118.8
GND
121.7

LIBERIA / DANIEL ODUBER Q. INTL



AIS / MAP



SUP No. 09 / 21

FIGURA 5 Plano de aeródromo de MRLB. Adaptado de [2].

2.3 | Operatividad del aeropuerto

El área de aterrizaje de helicópteros del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber opera visualmente desde la salida y hasta la puesta del Sol. Desde 1975 el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) brinda el servicio de meteorología aeronáutica requerido para las operaciones y la seguridad de conformidad con lo establecido por Organización de Aviación Civil Internacional. Cabe destacar que los mínimos meteorológicos¹ correspondientes han sido establecidos a partir de los sistemas de ayuda disponibles, así como los obstáculos del terreno y visibilidad. En el Cuadro 4 se observan los valores de los mínimos operativos para aproximación visual (VFR).

¹Mínimos meteorológicos: son los criterios mínimos para la utilización del aeródromo, convenidos entre las autoridades meteorológicas y los explotadores interesados [3].



FIGURA 6 Cabecera de la pista 07 en MRLB.



FIGURA 7 Cabecera de la pista 25 en MRLB.

CUADRO 4 Mínimos meteorológicos de vuelo visual en MRLB.

Aproximación	Pista	Techo de nubes	Visibilidad horizontal
Visual (VFR)	07 25	1500 ft (460 m)	5000 m

3 | METODOLOGÍA

Según las recomendaciones de OACI [3], el periodo de datos analizados fue de 18 años, entre el 2005 y el 2020 inclusive, durante los cuales a través de los reportes meteorológicos aeronáuticos METAR² se registraron datos horarios, los 365 días del año, de 1200UTC a las 0600UTC. Los datos extraídos fueron:

- Dirección y velocidad del viento
- Visibilidad
- Tiempo presente
- Nubosidad
- Temperatura
- Temperatura del punto de rocío
- Presión atmosférica

Dichos datos fueron almacenados siguiendo las normas internacionales, en las hojas climatológicas MET1, donde se incluyó la información recopilada por los observadores aeronáuticos correspondientes a estas variables [11].

Adicionalmente, los datos de precipitación acumulada, temperaturas máximas y mínimas fueron extraídos de las estaciones meteorológicas del IMN. En el Cuadro 5 se observa la ubicación y las características de sus sensores de la estación Campbell P-07.

Una vez obtenidos todos los datos, estos fueron revisados y cuando se detectaron anomalías o variaciones significativas, fueron cotejados con los METAR y los resúmenes meteorológicos generados por el Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica (DMSA) del IMN, para determinar si fueron provocadas accidentalmente o si reflejaban los verdaderos efectos del sistema climático.

Después de tener los datos verificados y corregidos, se aplicaron técnicas estadísticas para el análisis de la información, obteniendo los valores típicos diarios, mensuales y en algunos casos, horarios, lo que permitió generar gráficos que representan la tendencia de las diferentes variables durante el periodo de estudio.

²METAR corresponde al acrónimo del francés 'Météorologique Aviation Régulière', son los reportes meteorológicos emitidos cada hora.

CUADRO 5 Características de las estaciones meteorológicas.

Ubicación			
CAMPBELL (P-07)			
Coordenadas		10°35'20" N 85°33'08" O	
Altura		78 msnm	
Equipo			
Tipo de sensor	Marca	Modelo	Emplazamiento
	CAMPBELL	CAMPBELL	
Anemómetro Veleta	RM Young	5106	A 10 m
Temperatura Humedad relativa	Vaisala	HMP155	A 2 m
Presión atmosférica	Vaisala	CS106	A 1.8 m
Precipitación	Hidrological Services	TB4MM	A 1.5 m
Tiempo presente	-	-	A 2 m
Ciclómetro	-	-	A 0.5 m
Visibilidad	-	-	A 2 m

4 | VARIABLES METEOROLÓGICAS

Se analizaron diversas variables meteorológicas, lo que permitió establecer su comportamiento a lo largo del periodo de tiempo estudiado. A continuación, se detallan los resultados.

4.1 | Viento

El viento es el movimiento del aire con respecto a la superficie terrestre, al ser una magnitud vectorial, debe constar de dirección y velocidad [4]. "Se entiende por dirección la orientación desde donde viene el viento"[17].

4.1.1 | Dirección del viento

Según la Agencia Estatal de Meteorología [4], la oscilación del viento puede variar en intervalos de 45°, los cuales son definidos a partir de la rosa de los vientos:

- Norte (N): dirección entre 337.5° y 22.5°;
- Noreste (NE): dirección entre 22.5° y 67.5°;
- Este (E): dirección entre 67.5° y 112.5°;
- Sureste (SE): dirección entre 112.5° y 157.5°;
- Sur (S): dirección entre 157.5° y 202.5°;
- Suroeste (SO): dirección entre 202.5° y 247.5°;
- Oeste (O): dirección entre 247.5° y 292.5°;
- Noroeste (NO): dirección entre 292.5° y 337.5°;

Cuando la oscilación del viento vaya a ser de más de 45°, ésta se definirá en intervalos de 90° de la siguiente forma:

- Norte (N): dirección entre 315° y 45°;
- Este (E): dirección entre 45° y 135°;
- Sur (S): dirección entre 135° y 225°;
- Oeste (O): dirección entre 225° y 315°;

La Figura 8 muestra el comportamiento general de la dirección del viento para cada mes del año durante las horas de operación del aeropuerto. Se denota como el viento del este-sureste predomina durante las primeras horas de la mañana entre las 06:00 y las 09:00 horas y durante las noches. En la época lluviosa, desde mayo hasta octubre, en horas de la tarde entre las 12:00 y las 18:00 horas predominan vientos del sur-suroeste, lo cual corresponde al ingreso de la brisa marina proveniente desde la región costera del Pacífico de nuestro país.

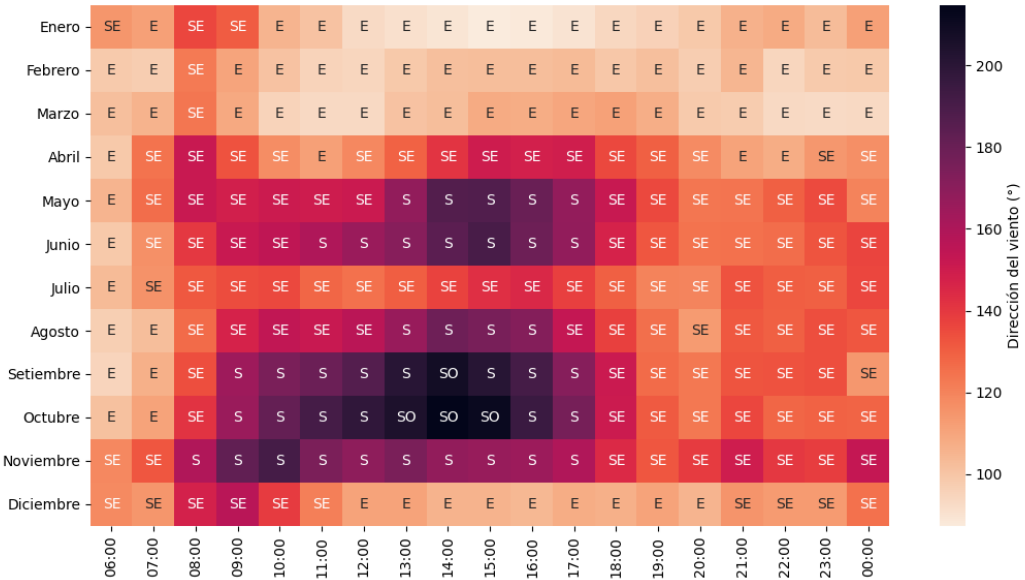


FIGURA 8 Mapa de calor mensual durante las horas de operación del aeropuerto (eje horizontal) para la dirección del viento en MRLB, 2005-2022.

A continuación se muestra el comportamiento de la dirección del viento de una forma más detallada (Figura 9). Desde diciembre hasta mediados de abril el viento dominante proviene del este (de colores azul y morado), dirección propia de los vientos alisios que se aceleran durante el invierno boreal producto de la tendencia a la baja en las temperaturas y el arribo de sistemas frontales al Mar Caribe y el Norte de Centroamérica. Desde principios de mayo y hasta la segunda semana de noviembre, la brisa marina se hace presente con vientos del sur y suroeste durante las horas de la tarde (colores naranja y rojo), contribuyendo al aumento de la humedad atmosférica en estos meses.

La Figura 10 complementa lo comentado hasta ahora, mostrando una dirección del viento del este-sureste dominante desde diciembre hasta abril; y desde mayo hasta noviembre un cambio de la dirección del viento, que para los primeros meses tiende a presentarse hacia el final de la tarde (14:00 y 16:00 horas), mientras que para los restantes meses se presenta a horas más tempranas (12:00 y 18:00 horas). La excepción se presenta para el mes de julio, mes caracterizado por presentar la señal de fenómeno conocido como la Canícula, en el cual los vientos alisios se aceleran, disminuyendo la ocurrencia de viento con otras direcciones como la del suroeste.

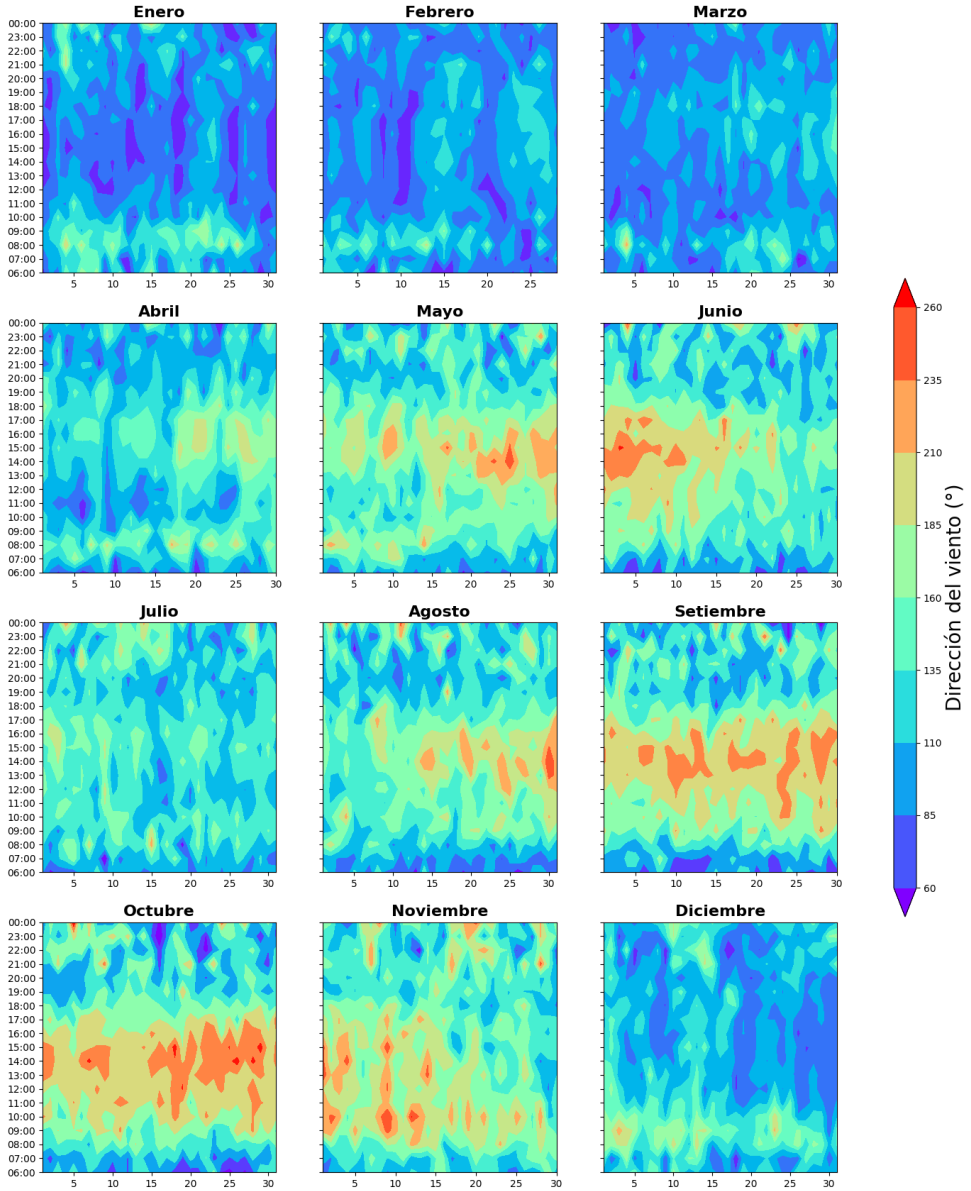


FIGURA 9 Distribución media diaria de la dirección del viento horario en MRLB, 2005-2022.

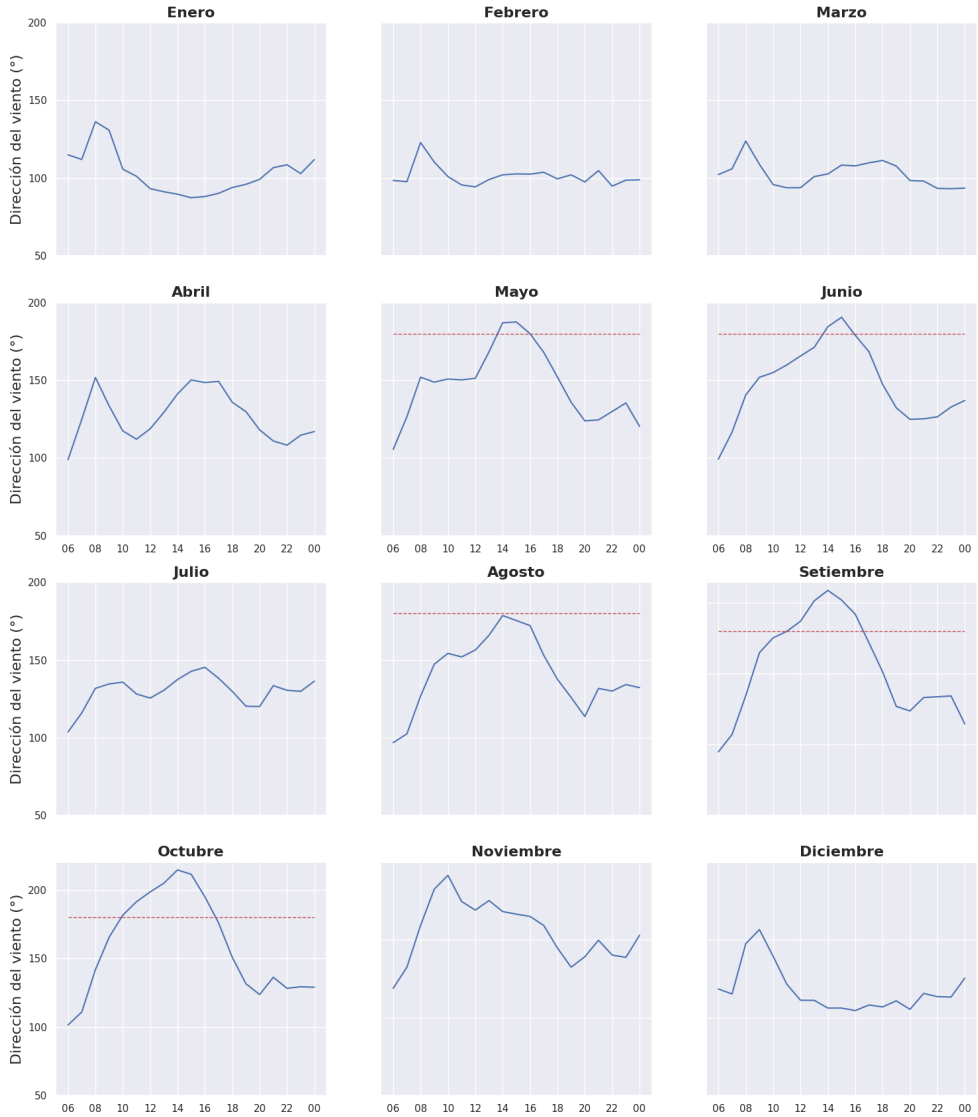


FIGURA 10 Variación horaria de la dirección del viento por mes para MRLB, 2005-2022.

4.1.2 | Velocidad del viento

La velocidad del viento se representa en nudos (kt), que constituye la unidad oficial para expresar la rapidez del viento, donde:

$$1 \text{ kt} = 0,514 \text{ m/s} = 1,853 \text{ km/h}$$

En la Figura 11 se presenta el promedio mensual de la velocidad del viento. Los meses de enero a marzo son los más ventosos. A partir de abril se muestra una disminución hasta llegar a junio. En julio durante la canícula, los vientos alisios se aceleran ligeramente por lo que se puede apreciar un aumento en la velocidad del mismo. Se da una segunda disminución a partir de agosto hasta llegar a un mínimo en octubre. Luego en noviembre, durante la transición hacia la época seca, los vientos aumentan su velocidad nuevamente.

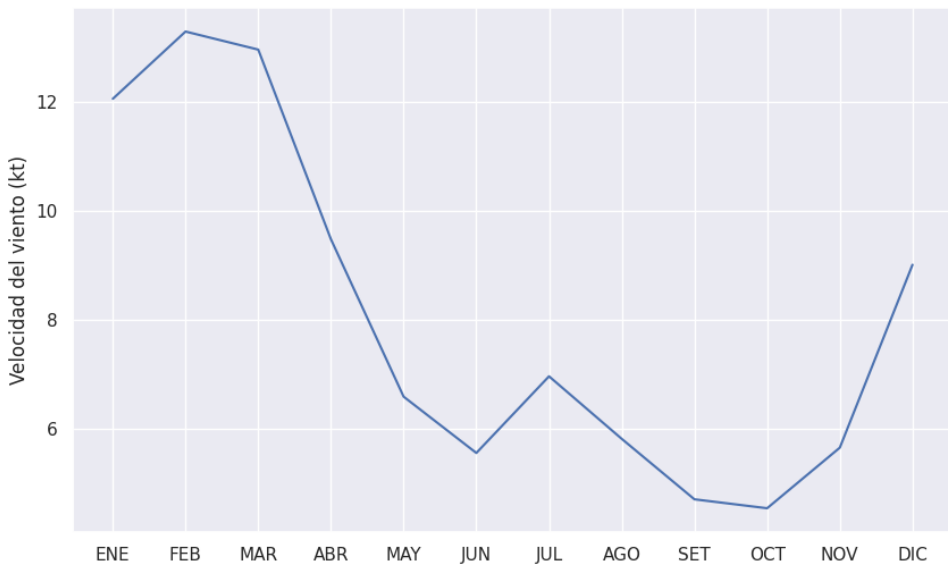


FIGURA 11 Variación mensual de la velocidad del viento para MRLB, 2005-2022.

Un panorama más detallado se muestra en las Figuras 12 y 13, donde se aprecia que durante los meses de la época lluviosa la velocidad del viento tiende a ser mucho más baja (colores azules y morados), que en los meses de la época seca donde los vientos alisios alcanzan valores promedios diarios de hasta 20 kt, alejando la Zona de Convergencia Intertropical de nuestro país (colores rojos).

Además, se puede observar específicamente en la Figura 13, que el máximo de la velocidad del viento durante el día y para cada mes se presenta entre las 12:00 y las 16:00 horas.

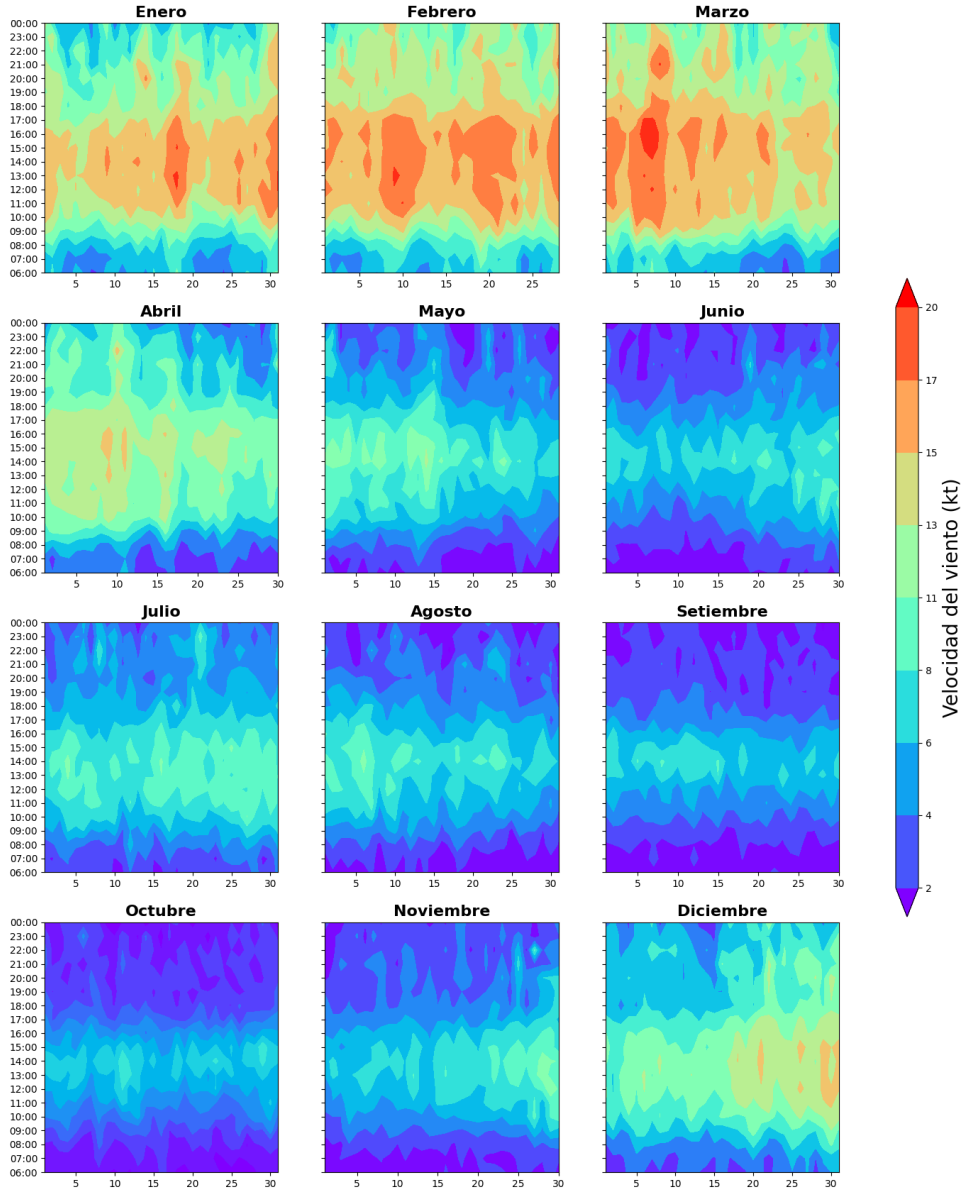


FIGURA 12 Distribución media diaria de la velocidad del viento horario en MRLB, 2005-2022.

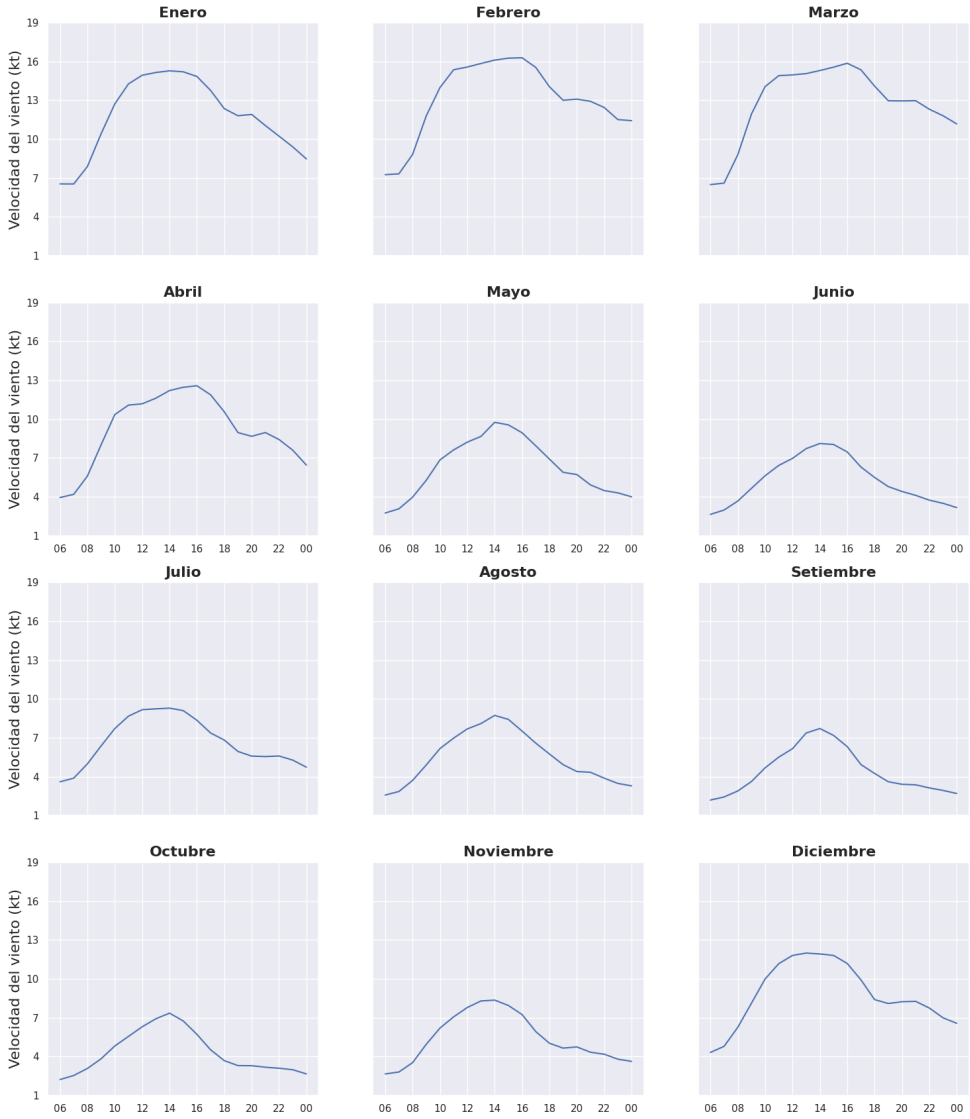


FIGURA 13 Variación horaria de la velocidad del viento por mes para MRLB, 2005-2022.

4.1.3 | Ráfagas de viento

Desde el punto de vista aeronáutico se tiene que las ráfagas son "las variaciones respecto a la velocidad media del viento durante los últimos 10 minutos y se reportan cuando éstas excedan en 10 kt a la velocidad media" [3].

Al igual que con la velocidad del viento, se puede observar en la Figura 14 que las ráfagas máximas suceden durante los meses de la época seca, desde diciembre y hasta abril, siendo los meses de enero a marzo cuando se presentan los máximos. Mientras que el mínimo extremo se da en setiembre, cuando predominan los vientos del sur-suroeste en MRLB durante el día y que por lo general son vientos que no presentan ráfagas.

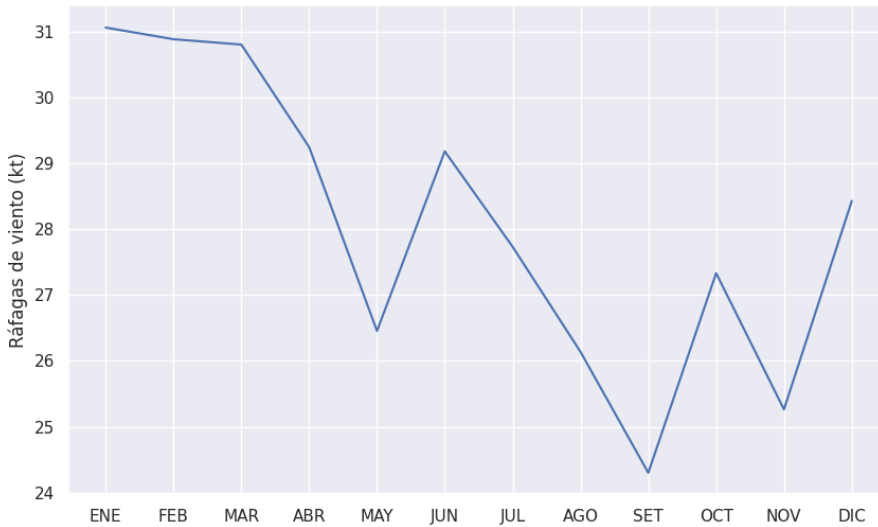


FIGURA 14 Variación mensual de la velocidad del viento para MRLB, 2005-2022.

Los valores de las ráfagas de mayor ocurrencia durante el año en MRLB se encuentran entre 20 kt y 30 kt, primordialmente durante los meses de diciembre a abril y adicionalmente el mes de julio (barras celestes en la Figura 15). Las ráfagas registradas entre 30 kt y 39 kt se presentan más durante los meses de enero, febrero y marzo, de forma menos frecuentes en abril, julio y diciembre (barras verdes en la Figura 15). No se presentan ráfagas superiores a 40 kt de forma ocasional en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

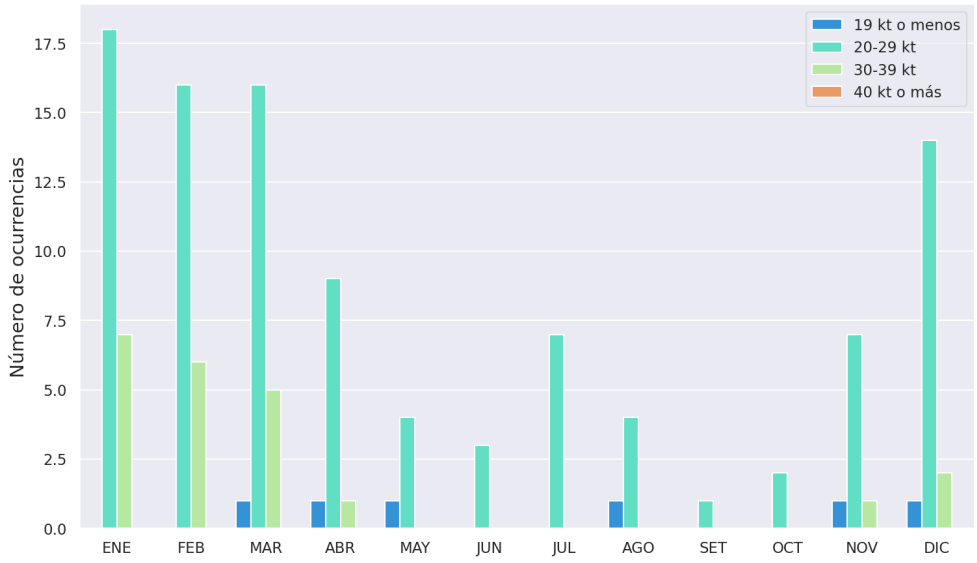


FIGURA 15 Valor medio de ocurrencias de ráfagas de viento por mes: menores a 20 kt (azul), entre 20 y 29 kt (celeste), entre 30 y 39 kt (verde) y más de 40 kt (naranja), para MRLB, 2005-2022.

4.2 | Temperatura

La temperatura es "la condición que determina el flujo de calor de un cuerpo a otro, medido en alguna escala de temperatura por medio de cualquiera de los diversos tipos de termómetros" [13]. En el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, la temperatura es registrada de forma continua con un termómetro emplazado a 2 metros del suelo, debidamente protegido de la radiación directa y con adecuada ventilación. En Costa Rica la temperatura es medida en grados Celsius, donde:

$$1\text{ }^{\circ}\text{C} = 33,8\text{ }^{\circ}\text{F} = 274,15\text{ K}$$

"El régimen de temperatura de un lugar, desde el punto de vista físico, está definido como el balance entre la radiación de onda corta y la de onda larga, que en gran parte está condicionada por la nubosidad prevaeciente" [17], también está influenciada por la altitud, latitud, distancia a cuerpos de agua, contrastes entre las superficies terrestres y marítimas, y la cobertura del suelo, asimismo, puede verse alterada por la llegada de masas de aire frías o cálidas.

A lo largo del tiempo se produce una variación en la temperatura, lo que permite definir dos ciclos, uno diurno ocasionado por la rotación terrestre, y otro anual a causa de la traslación de la Tierra [16].

En el ciclo diurno, la temperatura superficial varía en función del número de horas de insolación, por lo que se registran contrastes entre la temperatura del día y la noche; las temperaturas más elevadas son registradas durante el día, y las más bajas por la madrugada, generalmente. Del Cuadro 1 sabemos que la variación promedio en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber es de 16°C.

El ciclo anual no es tan marcado en las regiones tropicales, donde se presentan pequeñas variaciones a lo largo del año.

4.2.1 | Temperatura media

La temperatura media mensual para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber (Figura 16), presenta un valor máximo en el mes de abril, mes en el cual hay poca humedad en la atmósfera, viento más débil respecto a los tres meses anteriores, pocas nubes y por tanto mucha radiación solar, por lo que las temperaturas durante el día tienden a ser muy elevadas. La temperatura media mensual más baja se da en octubre, mes más lluvioso del año y uno de los meses más húmedos según el Cuadro 1, donde las temperaturas tienden a disminuir durante los eventos de precipitación intensa y formación nubosa durante el día.

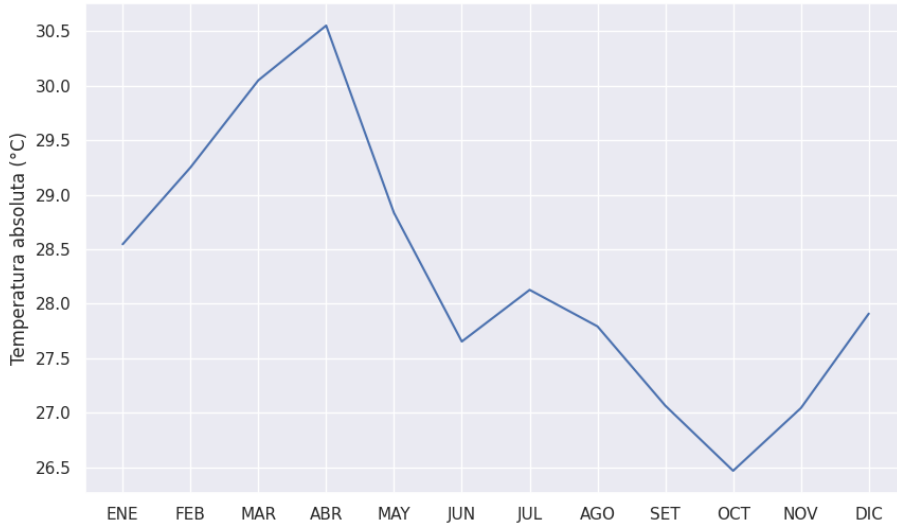


FIGURA 16 Variación mensual de la temperatura absoluta media para MRLB, 2005-2022.

En la Figura 17 se muestra la distribución media diaria de la temperatura horaria para cada mes del año. Se puede notar que de enero a abril las temperaturas más cálidas se dan entre las 10:00 y las 16:00 hora local, con un máximo de hasta los 36°C que varía entre las 13:00 y 14:00. Mientras que a partir de junio y hasta diciembre este rango se reduce en una hora, las temperaturas más cálidas durante estos meses se dan entre las 11:00 y las 15:00 hora local, con un máximo alrededor de las 13:00. A partir de mayo y hasta octubre, los días con precipitación aumentan considerablemente (ver Tabla 1), estas precipitaciones ocurren generalmente en horas vespertinas lo que disminuye las temperaturas considerablemente. Por otra parte, las temperaturas más bajas se dan, de acuerdo a las horas de operación, entre las 06:00 y las 07:00 hora local, con sus valores mínimos alrededor de las 06:00. (ver Figura 17).

En la Figura 18 se presenta el promedio horario de la temperatura por mes. Los meses de la época seca y el mes de transición de abril, son los que presentan valores mayores de temperatura promedio horaria, estas varían entre los 32°C y 34°C para horas en el rango de las 12:00 a las 15:00. Por el contrario, las temperaturas medias por hora más bajas se presentan de enero a marzo, y durante noviembre y diciembre, variando entre los 21°C a 23°C en las primeras horas de la mañana. Cabe destacar que valores inferiores como los destacados en el cuadro 1, suelen ocurrir para las últimas horas de la madrugada, horas en las que aún no inician operaciones en dicho aeródromo.

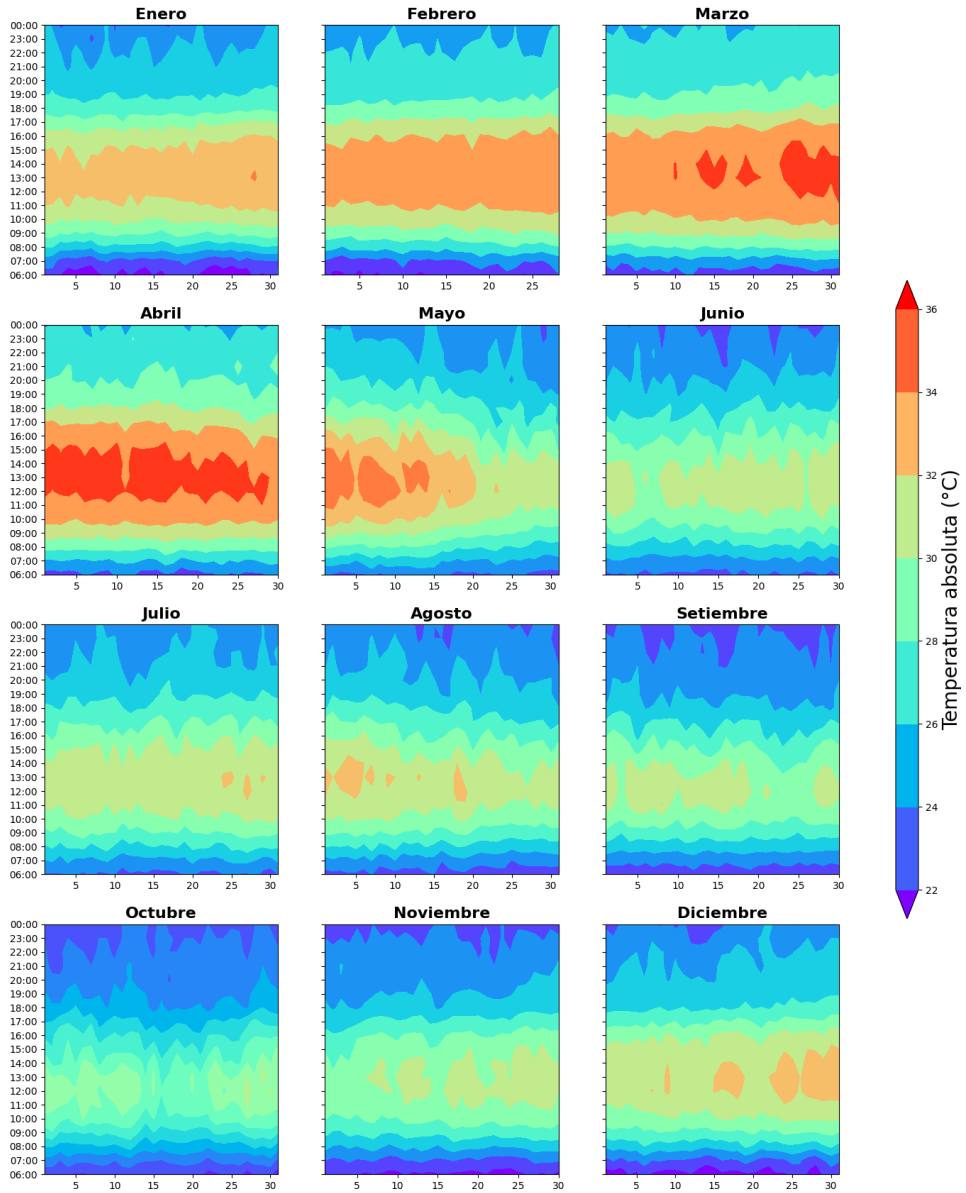


FIGURA 17 Distribución media diaria de la temperatura absoluta horaria en MRLB, 2005-2022.

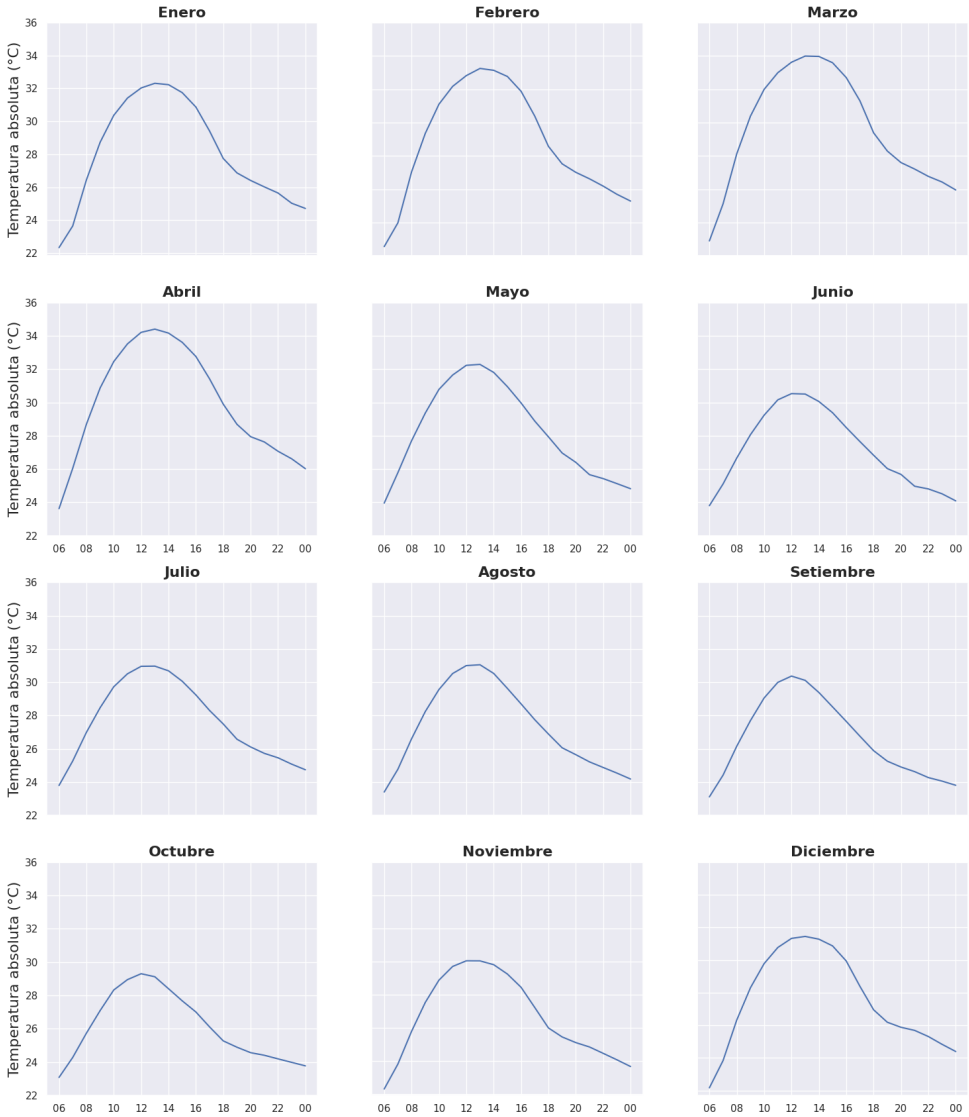


FIGURA 18 Variación horaria de la temperatura absoluta media por mes para MRLB, 2005-2022.

4.2.2 | Temperatura del punto de rocío

La temperatura del punto de rocío es "el valor de la 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" [9]. Una definición menos técnica sería: es la temperatura a la cual se debe enfriar el aire para que el vapor de agua contenido en él se condense en agua líquida o se forme escarcha.

La temperatura del punto de rocío media mensual en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber (Figura 19) presenta dos máximos durante el año. Ambos se presentan durante los meses más lluviosos de la Vertiente del Pacífico del país, que son setiembre y octubre (ver Cuadro 1). Se refleja también en esta tendencia de la temperatura del punto de rocío el periodo canicular durante el mes de julio, cuando las precipitaciones se ven reducidas y hay menos humedad en la atmósfera. Los valores más bajos de la temperatura del punto de rocío se presentan de enero a abril, correspondientes a los meses de la época seca en MRLB.

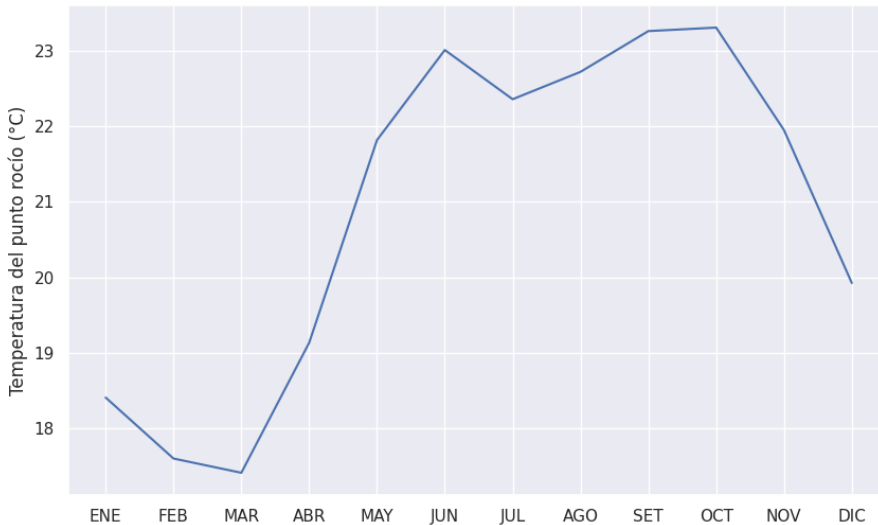


FIGURA 19 Variación mensual de la temperatura del punto de rocío media para MRLB, 2005-2022.

Se analiza también la distribución media diaria de la temperatura del punto de rocío horaria por mes (ver Figura 20). El ciclo diario de la temperatura de rocío es mucho más visible desde finales de abril hasta octubre cuando hay más humedad debido a la cercanía de la Zona de Convergencia Intertropical.

La Figura 21 muestra el promedio horario de la temperatura del punto de rocío para cada mes. En la figura se muestra una señal propia del ciclo diario, en la cual disminuye el valor de esta temperatura en horas de la mañana alrededor de las 06:00 horas de los meses de época lluviosa (mayo a noviembre). Para el caso de los meses de época seca (diciembre a abril), el valor mínimo de la temperatura del punto de rocío es alrededor de las 12:00 horas.

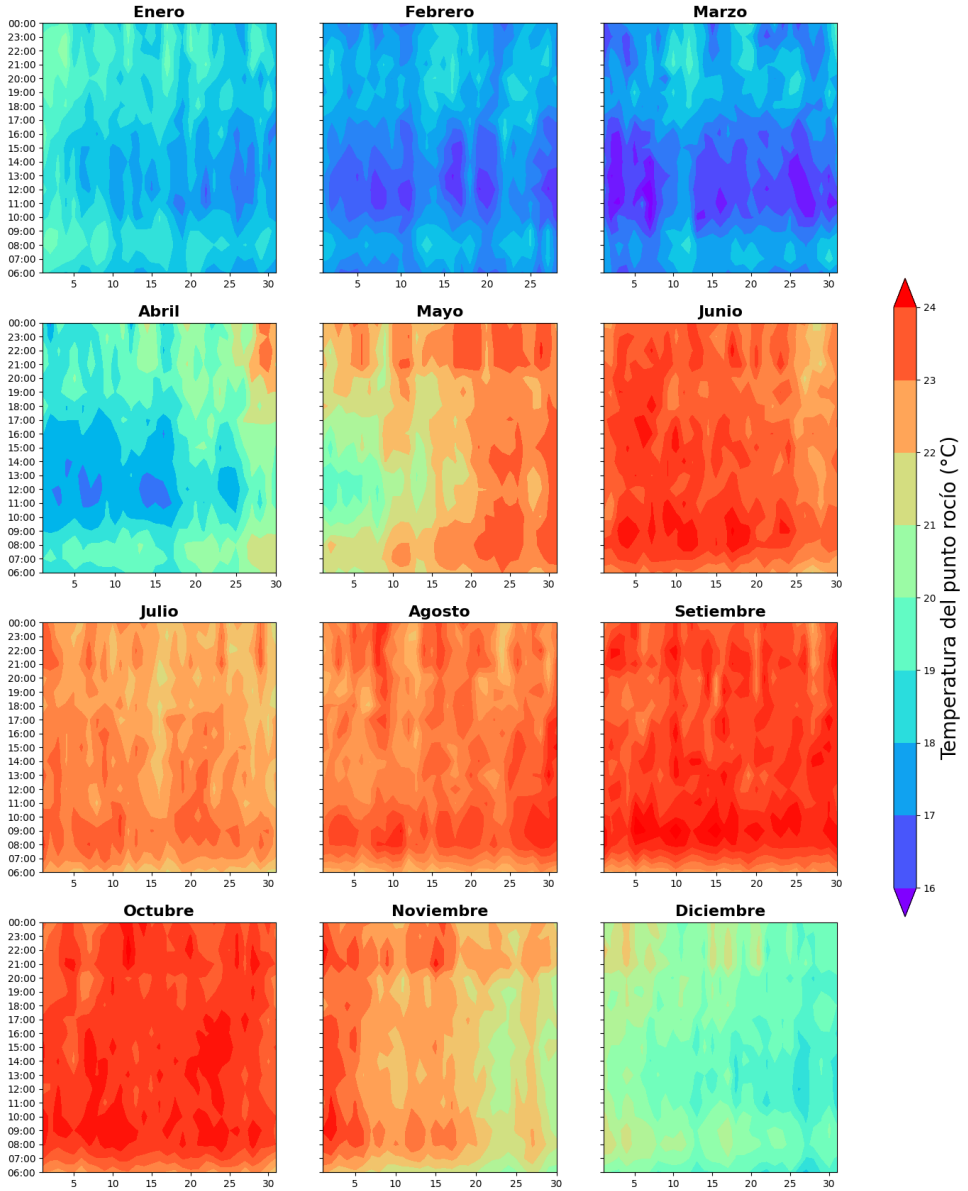


FIGURA 20 Distribución media diaria de la temperatura del punto de rocío horaria en MRLB, 2005-2022.

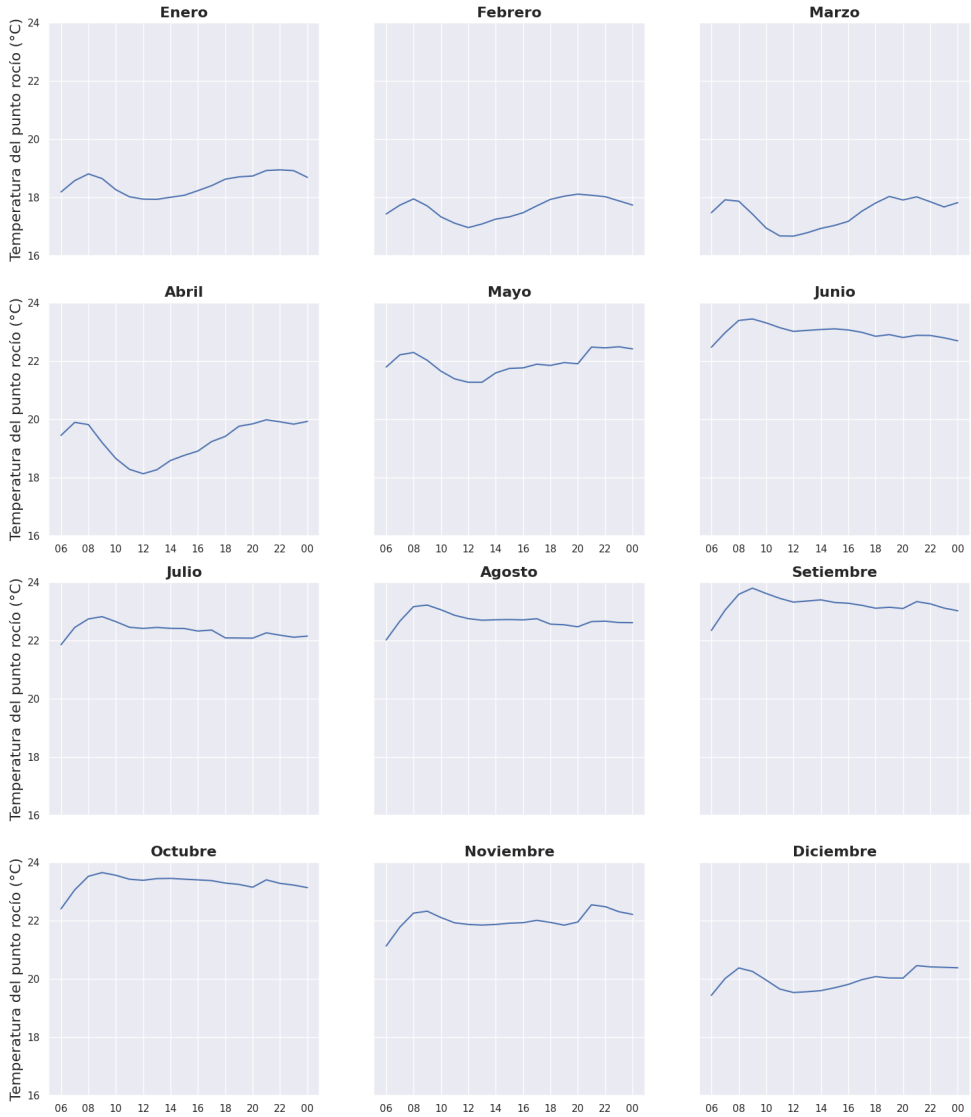


FIGURA 21 Variación horaria de la temperatura del punto de rocío media por mes para MRLB, 2005-2022.

4.3 | Presión atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza "ejercida por la atmósfera en virtud de su peso sobre una superficie dada" [13]. La presión atmosférica puede ser medida en milibares, pascales o pulgadas de mercurio, donde:

$$1 \text{ atmósfera} = 1013,2 \text{ hPa} = 29,92 \text{ inHg}$$

Los aeropuertos internacionales de Costa Rica brindan la presión al nivel del mar (QNH) calculada a partir de la presión atmosférica en la estación en todos los reportes METAR y SPECI. Esta información se facilita en unidades de pulgadas de mercurio (inHg).

La variación de la presión (QNH) a lo largo del año en MRLB es irregular e influenciada externamente por factores/sistemas de gran escala (empujes fríos, ciclones tropicales, bajas presiones, etc.) lo que da alcance a sus valores extremos. Por otro lado, es más representativa y homogénea su variación horaria, la cual muestra un ciclo diurno bien marcado. La variación media mensual se puede observar en la Figura 22. El QNH más bajo se presenta durante el mes de abril, alrededor de 29.81 inHg. A partir de este mes empieza a aumentar, presentándose durante los meses de julio y setiembre los valores más altos. Durante este mes comienza a bajar, hasta noviembre, donde alcanza un valor cercano a 29.825 inHg.

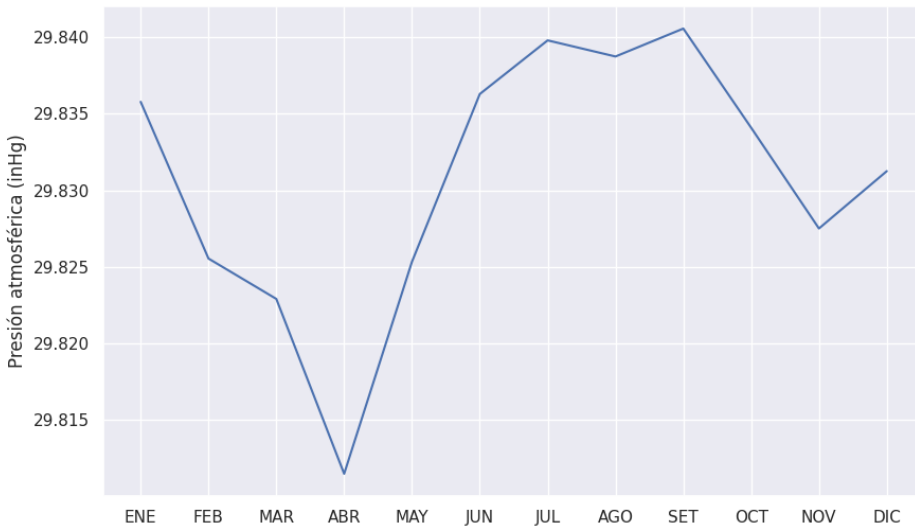


FIGURA 22 Variación mensual de la presión (QNH) media para MRLB, 2005-2022.

La Figura 23 muestra la distribución media diaria de la presión atmosférica horaria (QNH) reportada en MRLB por mes, lo que deja ver el ciclo diurno en la estación. Se denotan dos máximos relativos, el primero entre las 08:00 y las 10:00, y el segundo entre 21:00 y 23:00 horas, además el mínimo se presenta entre las 14:00 y las 16:00. También se

aprecia claramente en la figura, como los los mínimos desde febrero hasta mediados de mayo son más profundos que el resto de los meses.

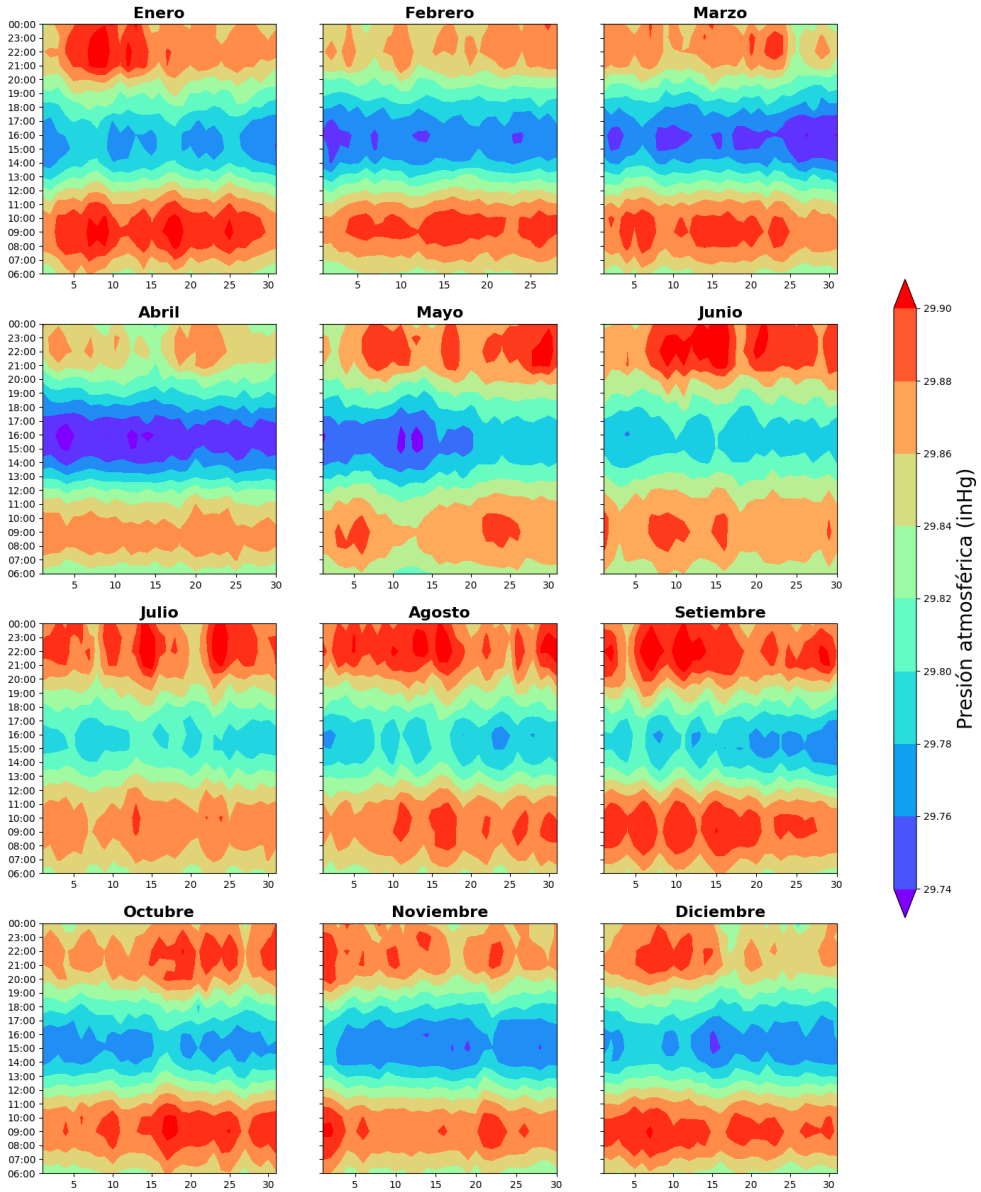


FIGURA 23 Distribución media diaria de la presión (QNH) horaria en MRLB, 2005-2022.

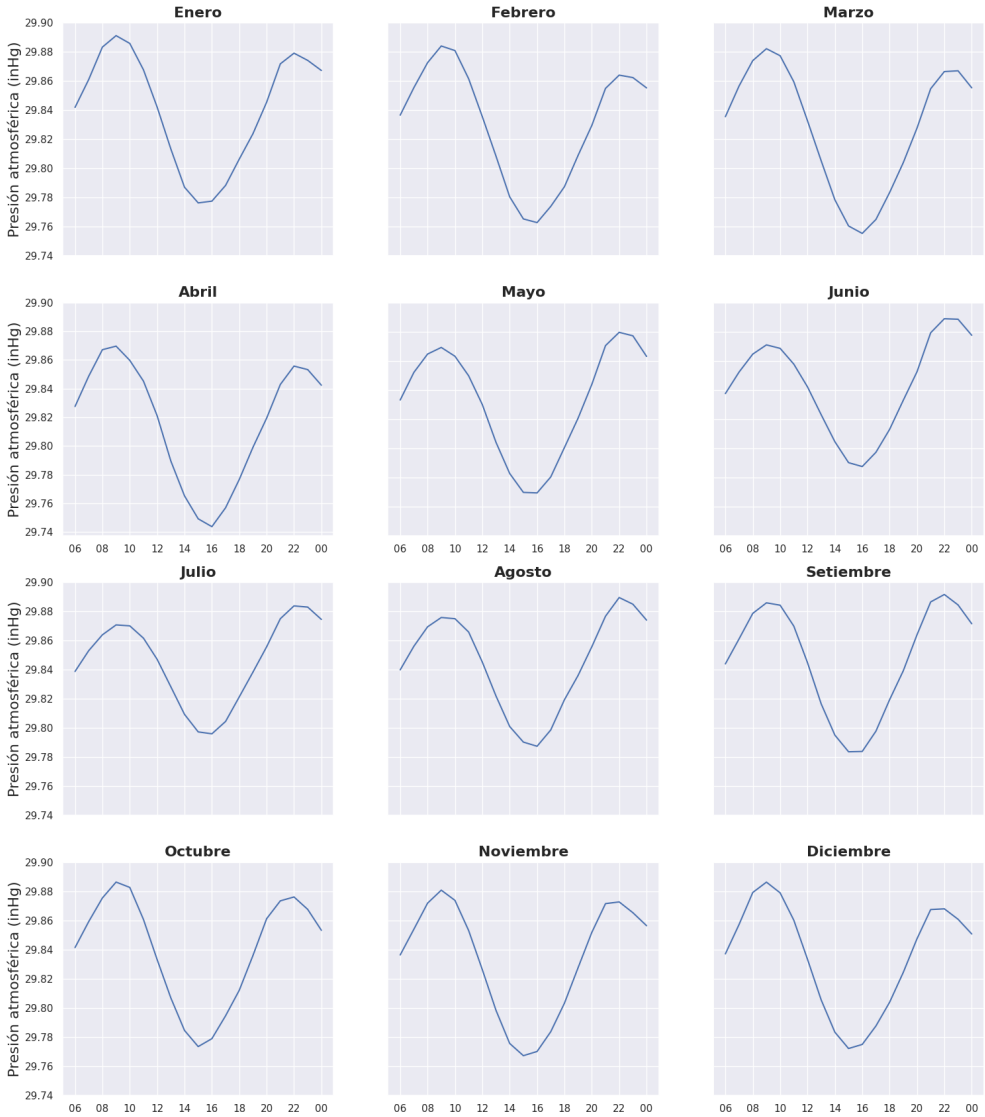


FIGURA 24 Variación horaria de la presión (QNH) media por mes para MRLB, 2005-2022.

En la Figura 24 se presenta el promedio horario de la presión atmosférica por mes. Se denota como el valor mínimo se presenta durante la tarde, entre las 14:00 y las 16:00, mientras que los máximos se presentan alrededor de las 09:00 y las 22:00.

4.4 | Visibilidad

La visibilidad es la máxima distancia a la que puede verse y reconocerse un objeto negro de dimensiones adecuadas, situado cerca del suelo, al ser observado ante un fondo brillante [3].

La visibilidad es uno de los elementos meteorológicos más complejos y subjetivos para estimar, ya que depende de la agudeza visual del observador, de las ayudas disponibles (cartas de visibilidad, imágenes satelitales, sensores), de los obstáculos del campo de observación y por supuesto, de la posición del observador, ya que a mayor altura mayor es el rango de visión. La visibilidad en los aeródromos se clasifica como visibilidad horizontal y vertical.

En el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber debe emitirse en los informes ordinarios y especiales (METAR y SPECI respectivamente) siempre que ocurran cambios para los siguientes criterios:

- Cuando la visibilidad esté mejorando y cambie a, o pase por uno o más de los siguientes valores, o cuando la visibilidad esté empeorando y pase por uno o por más de los siguientes valores:
 1. 800 m
 2. 1500 m
 3. 3000 m
 4. 5000 m, cuando haya una cantidad considerable de vuelos que operen por las reglas de vuelo visual.

Al momento de indicar el valor de la visibilidad se toma como referencia la "visibilidad reinante", excepto cuando se notifica únicamente la visibilidad mínima sin indicarse la dirección, debido a que la visibilidad reinante fluctúa rápidamente.

4.4.1 | CAVOK

Según la Organización de Aviación Civil Internacional [3], para utilizar el término CAVOK³ se deben cumplir los siguientes criterios:

- visibilidad reinante de 10 km o más,
- ausencia de nubosidad de importancia para las operaciones, y
- ausencia de condiciones meteorológicas significativas.

En la Figura 25 se muestra la cantidad de días que en promedio se reporta CAVOK⁴ en al menos 6 reportes no consecutivos, así como el porcentaje mensual que representa. Se observa que la mayor cantidad de días con este comportamiento ocurren entre diciembre y abril cuando las condiciones de humedad en la atmósfera son bajas en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber, reduciendo considerablemente la ocurrencia de precipitaciones e inhibiendo la formación de nubosidad baja.

Esto se complementa con los datos representados en la Figura 26, donde se muestra la cantidad media de ocurrencias de CAVOK por hora. La mayor cantidad de reportes con esta condición se registra en la mañana (desde las 06:00 hasta las 09:00 horas) y primeras horas de la noche (entre las 18:00 y las 20:00), rango en el cual la cantidad de reportes supera las 10 ocurrencias por mes. En otras palabras: durante el mes, se registran más de 10 ocurrencias de CAVOK durante la mañana y primeras horas de la noche.

³CAVOK hace referencia a la expresión en inglés: "Ceiling And Visibility OK".

⁴No necesariamente de manera continua.

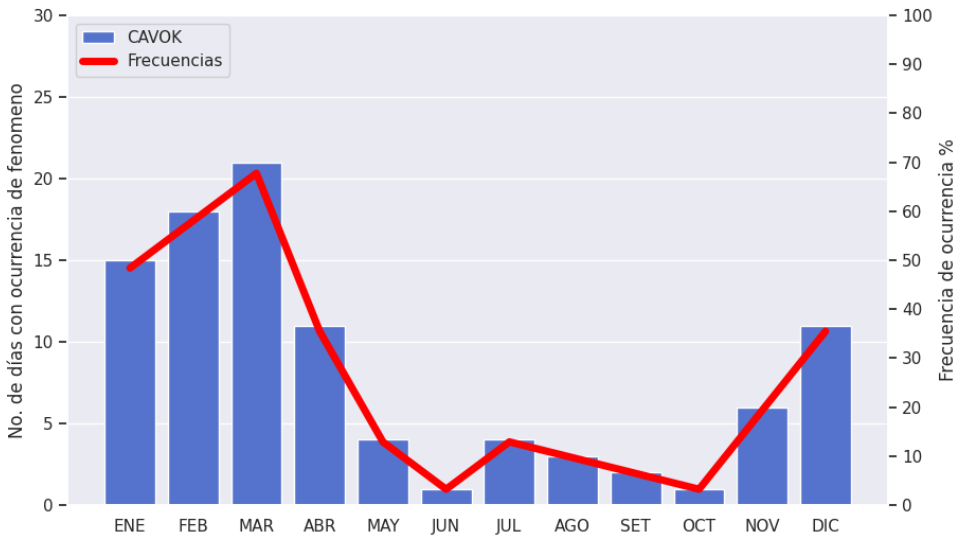


FIGURA 25 Valores mensuales medios de días con al menos seis reportes con CAVOK y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

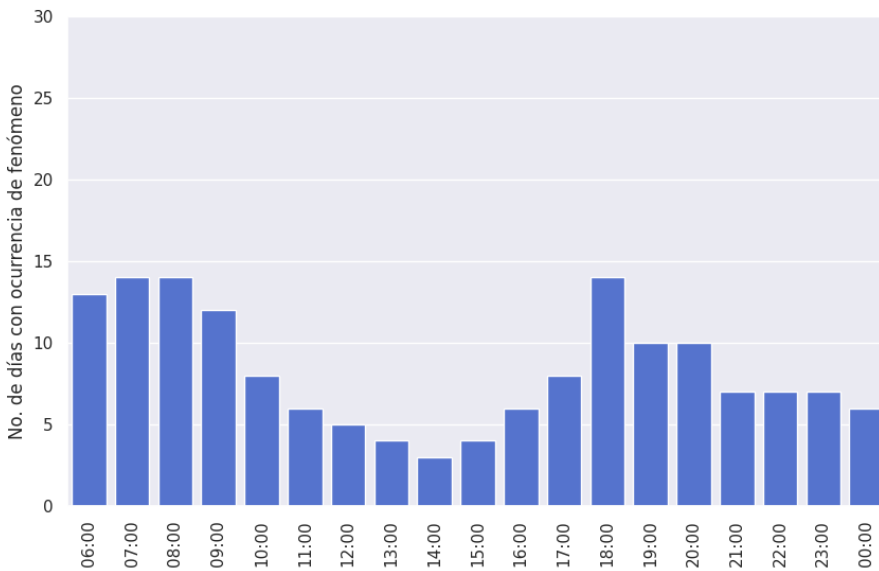


FIGURA 26 Valores mensuales medios de reportes con CAVOK durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.4.2 | Visibilidad horizontal

La visibilidad horizontal "es la distancia máxima a la cual un observador puede ver e identificar un objeto situado cerca del plano horizontal sobre el cual él está apoyado" [4], se expresa en metros, kilómetros o millas náuticas. La visibilidad horizontal puede ser:

- reinante: corresponde a un radio igual o superior a la mitad del horizonte (más de 180°), ó
- secundaria: corresponde a un radio inferior a la mitad del horizonte (menos de 180°).

La visibilidad horizontal óptima para el desarrollo de las operaciones aéreas debe ser igual o superior a 10 km, cuando es inferior a esta distancia, se registra cada kilómetro hasta llegar a 5 km, y de ser inferior a dicha distancia, se considera como visibilidad restringida.

En la Figura 27 se muestra la cantidad mensual media de días con al menos un reporte de visibilidad horizontal reinante reducida a menos de 5000 metros, así como su frecuencia de ocurrencia. La mayor cantidad de reportes se producen durante los meses de setiembre y octubre, meses que tienen la mayor cantidad de días con lluvia según el Cuadro 1. Los meses en los que no se observan ocurrencias de visibilidad reducida son enero, febrero y marzo, cuando las precipitaciones y eventos de oscurecimiento son menos frecuentes.

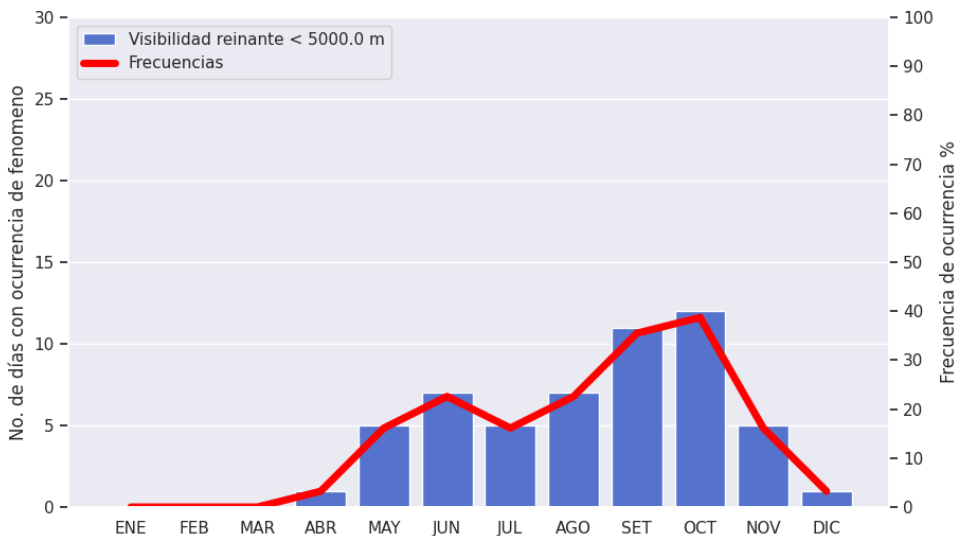


FIGURA 27 Valores mensuales medios de días con al menos un reporte de visibilidad horizontal menor a 5000 metros y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

Para complementar, se adjunta también la Figura 28 que muestra los valores mensuales medios de reportes con visibilidad reducida a menos de 5000 metros durante las horas de operación. De esta sobresale como prácticamente no se reportan eventos, los pocos que se presentan se dan entre las 06:00 y 07:00 horas, los cuales generalmente

están relacionados con fenómenos de oscurecimiento que se presentan en las primeras horas de la mañana en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

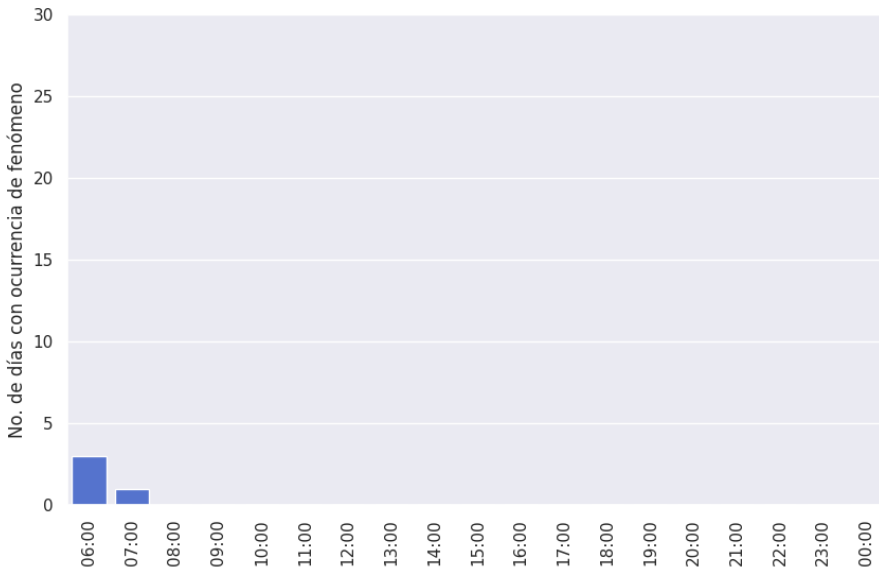


FIGURA 28 Valores mensuales medios de reportes con visibilidad reducida a menos de 5000 metros durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.4.3 | Visibilidad vertical

La visibilidad vertical corresponde a la altura de la base de las nubes y se expresa en pies. Un techo nuboso⁵ donde la visibilidad vertical es igual o inferior a 1500 ft, se considera como visibilidad vertical restringida que limita las operaciones aeronáuticas.

La Figura 29 denota la cantidad de días por mes en los cuales se da al menos un evento de techo menor a 1500 pies en MRLB, así como sus frecuencias de ocurrencia. La mayor cantidad de días con esta condición nuevamente corresponde al mes de octubre por las razones antes expuestas, mayor humedad en la atmósfera propicia mayor nubosidad y techo de nubes bajo. En julio se ve una ligera disminución en la cantidad de ocurrencias debido al periodo canicular.

Los eventos de techo menor a 1500 pies no son tan frecuentes en MRLB, los que se presentan se dan mayormente entre las 06:00 y las 08:00 horas como lo muestra la Figura 30, con valores que oscilan alrededor de 5 ocurrencias. Cabe destacar que según la Figura 29, estos eventos ocurren mayormente durante los meses de la época lluviosa. Mientras que entre las 19:00 y 00:00 casi no hay eventos de techo menor a 1500 pies.

⁵Se considera techo nuboso cuando la capa nubosa presente sobre el aeródromo cubre 5 octas o más del cielo.

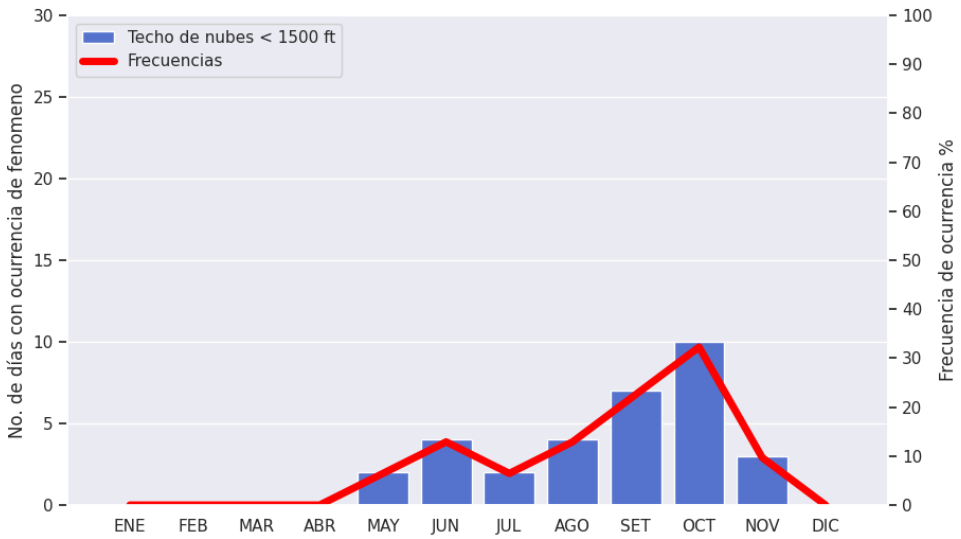


FIGURA 29 Valores mensuales medios de días con al menos un reporte de techo de nubes menor a 1500 pies y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

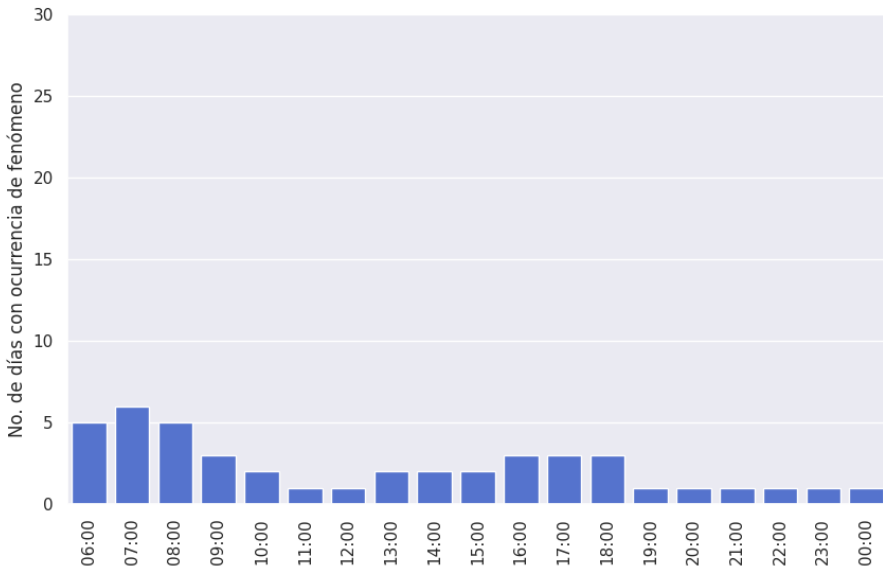


FIGURA 30 Valores mensuales medios de reportes con techo de nubes menor a 1500 pies durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.5 | Hidrometeoros

Un hidrometeoro consiste en un "meteoro formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera, están en suspensión en ella, son remontadas de la superficie de la Tierra por el viento o son depositadas sobre objetos en la superficie o en la atmósfera libre" [14]. Según la Organización Meteorológica Mundial [10], los hidrometeoros se pueden clasificar en cinco variedades:

1. Partículas en suspensión.
2. Partículas que precipitan (precipitación).
3. Partículas levantadas de la superficie de la Tierra por el viento.
4. Depósitos de partículas.
5. Trombas.

4.5.1 | Hidrometeoros de precipitación

Los hidrometeoros de precipitación están formados por partículas que alcanzan la superficie terrestre, como la llovizna, lluvia, chubasco de lluvia y/o granizo [8]. La precipitación depende de tres factores: la presión atmosférica, la humedad y la temperatura. Según Cuadrat y Pita [1], para la clasificación de la precipitación se utilizan varios criterios, entre estos el tamaño de las gotas, siendo:

- llovizna: gotas de diámetro inferior a 0.5 mm,
- lluvia: gotas de diámetro entre 0.5 y 3 mm,
- aguacero o chubasco: gotas de diámetro superior a 3 mm y,
- granizo: diámetro entre 5 y 50 mm.

Cabe destacar que si bien la tormenta es definida por la Organización Meteorológica Mundial [10] como un electro-meteoro, en general en las regiones tropicales, las tormentas están asociadas a precipitaciones intensas y se presentan escasos eventos de tormentas secas.

En la Figura 31 se muestra la cantidad de días en los cuales se observaron los diferentes tipos de precipitación en MRLB⁶. Es importante mencionar que durante la época lluviosa, la lluvia es el tipo de precipitación que se presenta de forma más recurrente, mientras que los chubascos son los que menos se observan. Se denota claramente en esta figura el período canicular, donde se presenta una reducción en las precipitaciones, específicamente durante el mes de julio.

⁶Se toma como día con precipitación del tipo especificado si se observó al menos en una ocasión.

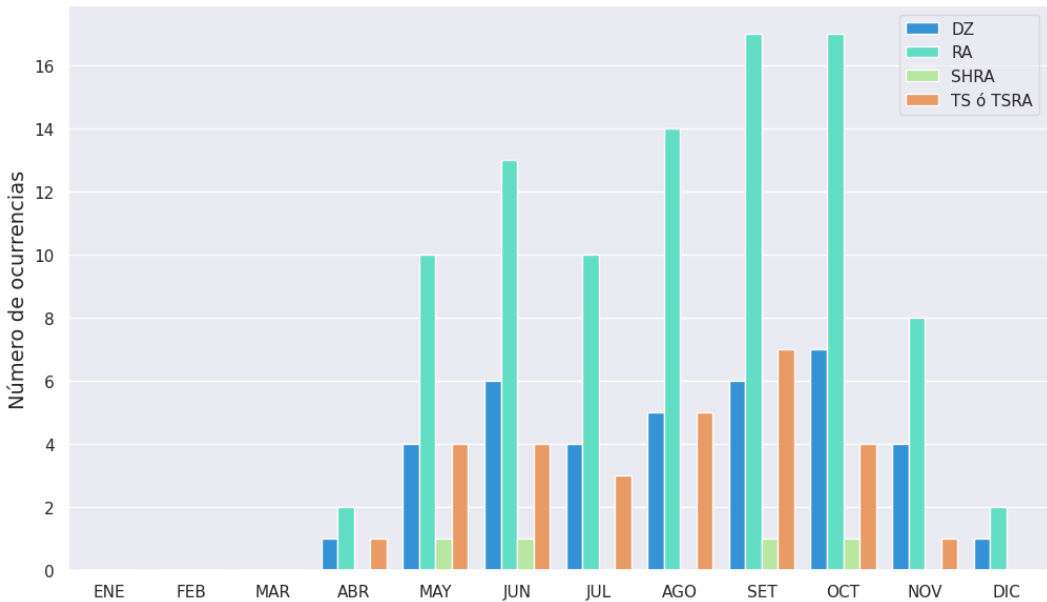


FIGURA 31 Valores mensuales medios de días con los diferentes tipos de precipitación (DZ: llovizna, RA: lluvia, SHRA: chubasco de lluvia, TSRA: tormenta eléctrica con precipitación o sin ella) que se reportan en MRLB, 2005-2022.

4.5.2 | Tormenta eléctrica (TS ó TSRA)

Las tormentas eléctricas son "el resultado de la convección que forma los cúmulos. El ingrediente principal de la convección en los cúmulos es el aire húmedo, más cálido que su entorno, que asciende debido a su menor densidad respecto del aire que lo circunda" [6].

En el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber los reportes de tormenta eléctrica son nulos de diciembre a marzo, de abril a agosto y posteriormente de octubre a noviembre se reportan menos de 5 casos, mientras que el mes de setiembre es cuando se tiene la mayor frecuencia de ocurrencia de este fenómeno (ver Figura 32).

Además, los reportes de tormenta eléctrica tienden a presentarse en su mayoría en horas de la tarde, con probabilidad máxima de ocurrencia entre las 15:00 y 17:00 horas, tal como se puede apreciar en la Figura 33.

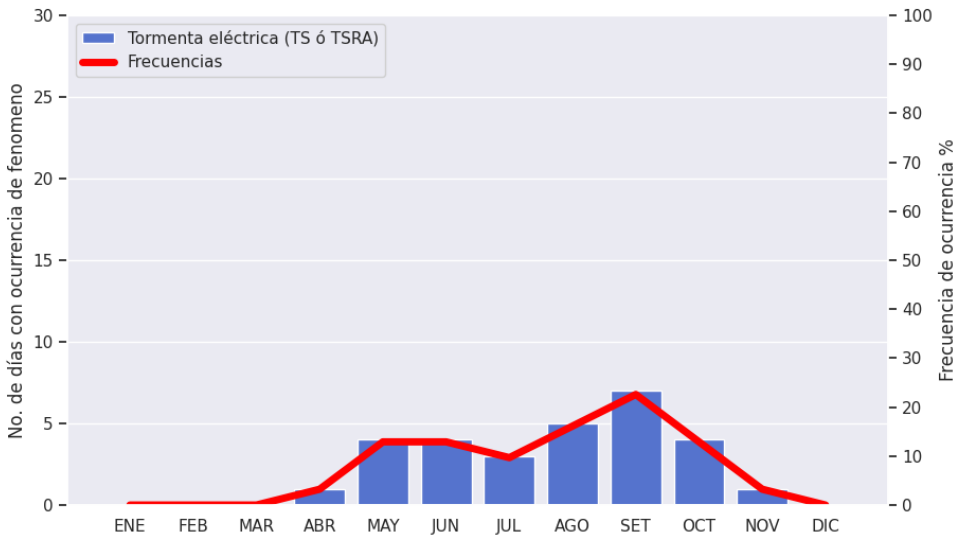


FIGURA 32 Valores mensuales medios de días con tormenta eléctrica y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

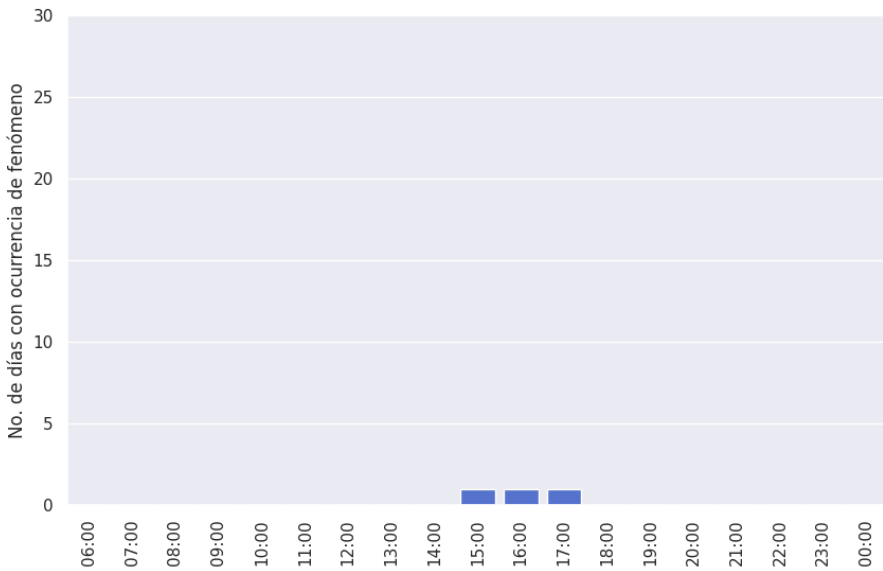


FIGURA 33 Valores mensuales medios de reportes con tormenta eléctrica durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.5.3 | Chubasco de lluvia (aguaceros o SHRA)

Los aguaceros o chubascos son precipitaciones intensas y de corta duración, asociadas con el desarrollo de convecciones térmicas que favorecen el desarrollo de cúmulos. "Los chubascos se caracterizan por sus comienzos y finales bruscos, por sus variaciones violentas y rápidas en intensidad y, lo más frecuente, por el aspecto del cielo" [13].

En la Figura 34 se puede apreciar la cantidad de días por mes en los cuales se reporta en al menos una ocasión chubascos de lluvia (SHRA), así como sus frecuencias de ocurrencia. Como es de esperar, la mayor cantidad de reportes de este fenómeno ocurren entre mayo y noviembre, con una disminución en los meses de julio y agosto debido al período canicular.

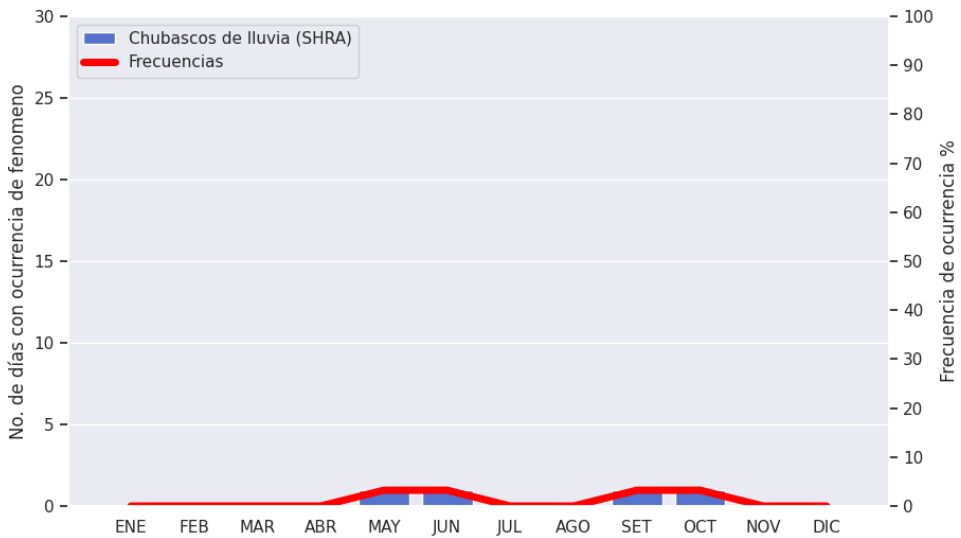


FIGURA 34 Valores mensuales medios de días con chubascos de lluvia y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

La ocurrencia de chubascos de lluvia en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber es escasa, como evidencia la Figura 35, donde el número de días con ocurrencia de este fenómeno es nulo.

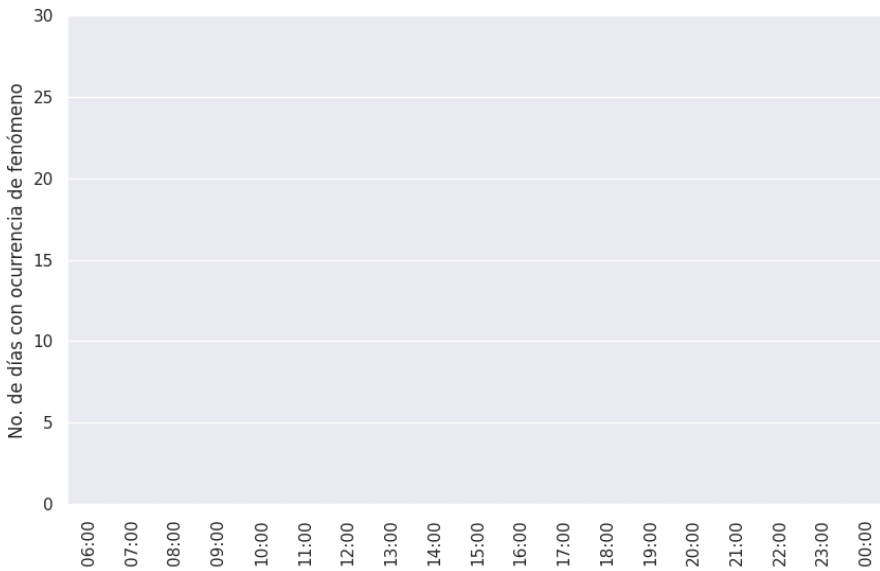


FIGURA 35 Valores mensuales medios de reportes con chubascos de lluvia durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.5.4 | Lluvia (RA)

La lluvia es la forma más común de precipitación, está formada por partículas de agua líquida con pequeñas gotas, pero muy dispersas [13]. Las lluvias pueden producirse por convección asociada a la evaporación y condensación de la humedad, o ser de origen orográfico, cuando las masas de aire cargadas de humedad chocan con laderas montañosas, ascienden y se condensan.

Los reportes de lluvia en MRLB son mucho más frecuentes, para muestra la Figura 36. La mayor cantidad de eventos ocurren entre mayo y noviembre, siendo los meses más lluviosos setiembre y octubre. Nuevamente se puede apreciar como en julio se da una ligera disminución en los casos de lluvia, como consecuencia nuevamente del período de la canícula [7].

Como complemento, se obtuvo un promedio mensual de reportes con lluvia por hora que se visualiza en la Figura 37. La mayor cantidad de ocurrencias de lluvia en MRLB se dan entre las 14:00 y 18:00, con valores máximos a las 18:00 horas.

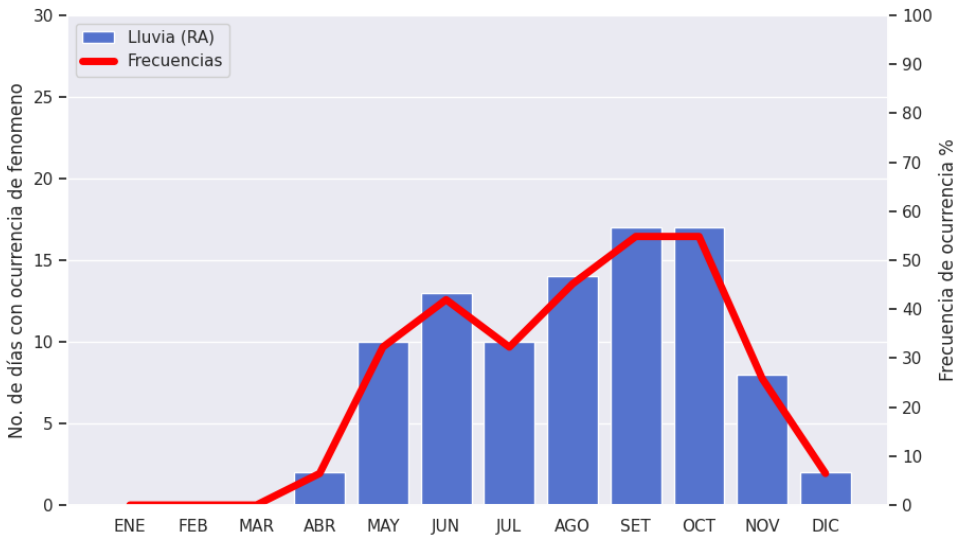


FIGURA 36 Valores mensuales medios de días con lluvia y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

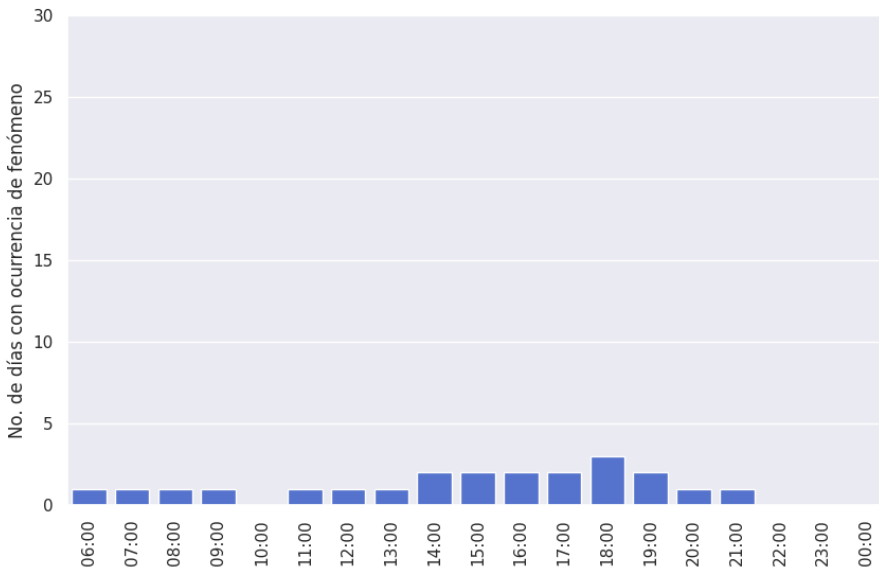


FIGURA 37 Valores mensuales medios de reportes con lluvia durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.5.5 | Llovizna (DZ)

La llovizna se puede describir como precipitación bastante uniforme constituida exclusivamente por menudas gotas de agua (diámetro inferior a 0.5 mm) muy próximas unas con otras [13]. Se forma de nubes cuya base se encuentra a baja altitud y de poca extensión vertical como los estratos y los estratocúmulos. En general, la llovizna tiende a ser menos intensa que la lluvia, pero en ocasiones puede ser suficiente como para generar acumulados de 1 mm de precipitación en una hora.

Las ocurrencias de llovizna en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber son más frecuentes, como es de esperar durante la época lluviosa, de mayo a noviembre, con un máximo de ocurrencias en octubre (ver Figura 38). En el caso de la llovizna se aprecia una disminución en los meses de julio y agosto, además entre enero y marzo, la cantidad de reportes son nulos.

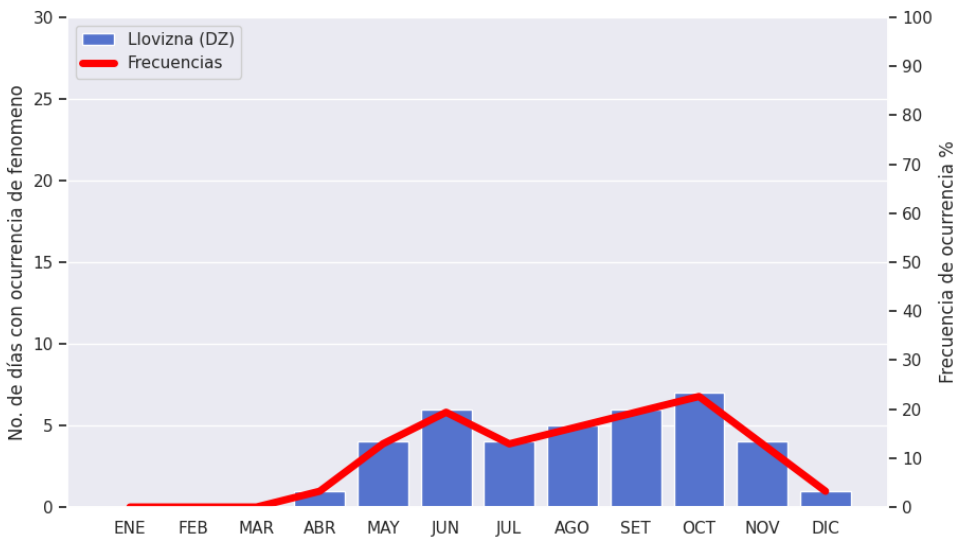


FIGURA 38 Valores mensuales medios de días con llovizna y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

La presencia de llovizna en MRLB se da al final de la tarde, como lo muestra la Figura 39. Mientras que, para las horas restantes la ocurrencia de casos de llovizna es nula. La ocurrencia de este tipo de precipitación obedece a condiciones muy específicas, nubosidad baja abundante de tipo estratos y estratocúmulos, además de un ambiente muy húmedo con temperaturas bajas son las condiciones ideales.

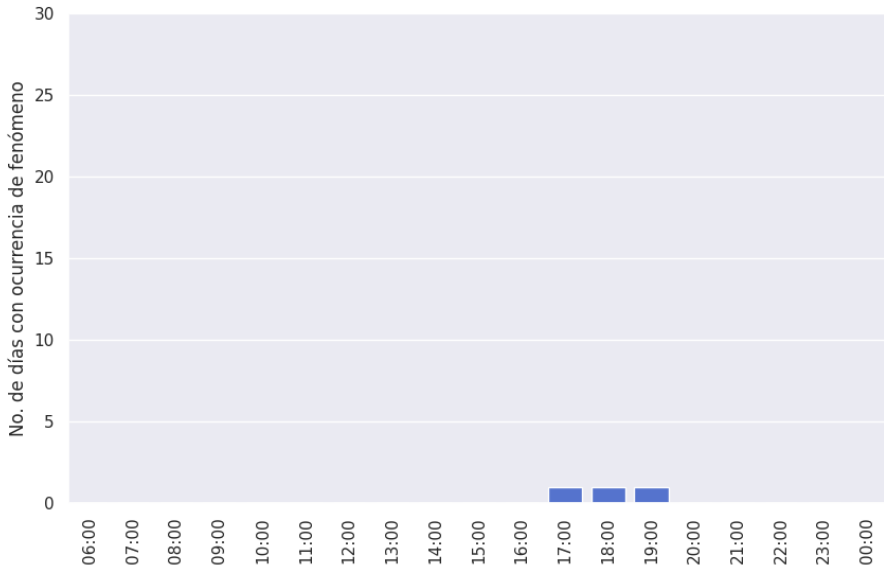


FIGURA 39 Valores mensuales medios de reportes con llovizna durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.6 | Hidrometeoros de suspensión

Los hidrometeoros de suspensión "son partículas suspendidas en la atmósfera, como la neblina o la niebla" [8].

4.6.1 | Niebla (FG)

La niebla está compuesta de gotitas de agua pequeñas (y a veces partículas diminutas de hielo) en suspensión en la atmósfera, que reducen la visibilidad en la superficie terrestre. La extensión vertical de la niebla oscila entre unos pocos metros y varios cientos de metros [8]. La importancia del reporte de este tipo de hidrometeoro para las operaciones aeronáutica recae en que restringe la visibilidad a menos de 1000 m [3].

Nuevamente, los fenómenos de oscurecimiento en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber son mayormente observados durante la época lluviosa, entre mayo y noviembre, como lo muestra la Figura 40 para los eventos de niebla⁷. Además, durante los meses de enero a abril el número de ocurrencias de este fenómeno es nulo, mientras que la mayor cantidad de casos se observa en setiembre y octubre, los meses más húmedos del año (ver Cuadro 1).

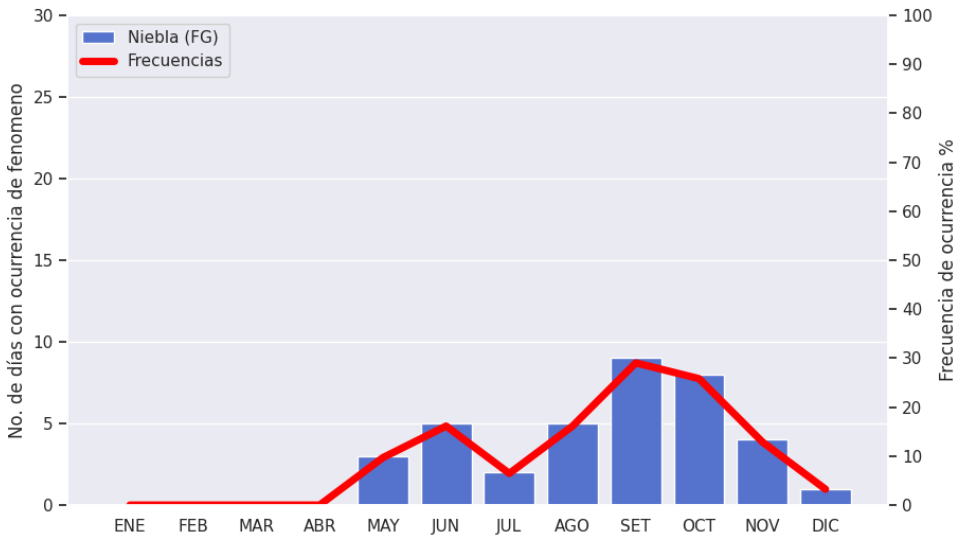


FIGURA 40 Valores mensuales medios de días con niebla y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

En la Figura 41 se muestra la cantidad media de ocurrencias de niebla en MRLB. La mayoría de eventos ocurren durante las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura es más baja y el viento es débil.

⁷Cabe destacar que se añadieron también los eventos de niebla en bancos (BCFG) para obtener una mejor visualización de las ocurrencias, y en algunos casos muy puntuales la niebla en bancos pueden implicar que el aeropuerto se encuentre bajo mínimos operativos debido a la disminución de visibilidad sobre las pistas de aterrizaje.

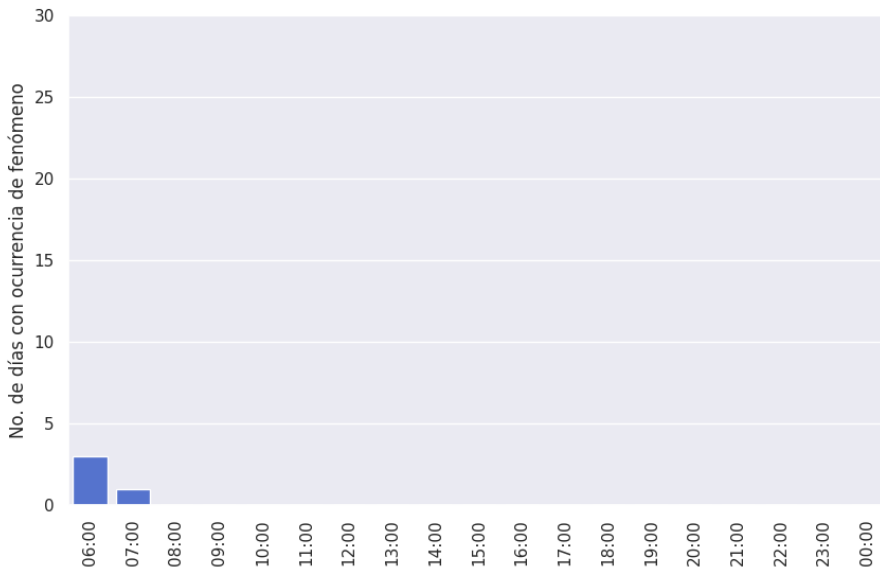


FIGURA 41 Valores mensuales medios de reportes con niebla durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

4.6.2 | Neblina (BR)

La neblina es un tipo de niebla ligera, compuesta de gotitas de agua pequeñas en suspensión en la atmósfera [10], que restringe la visibilidad entre 1000 m y menos de 5000 m [3].

La presencia de restricciones en la visibilidad por medio de hidrometeoros en suspensión es del tipo: Neblina (BR), Bancos de Niebla (BCFG) y Niebla (FG); y está muy relacionado con la entrada de la brisa marina del suroeste y altos contenidos de humedad. Estos fenómenos afectan la visibilidad dentro del rango 5000 a 100 m inclusive; desde mayo hasta noviembre ocurre la mayor cantidad de eventos de neblina en MRLB.

Los casos de neblina muestran un comportamiento bastante similar a los casos de niebla. Como es de esperar, entre los meses de mayo a noviembre son en los que más se reporta neblina (ver Figura 42) con setiembre y octubre encabezando la ocurrencia de eventos, y una ligera disminución en el mes de julio. No se presentan casos entre diciembre y abril. Mientras que la Figura 43 denota ocurrencias nuevamente sólo durante las primeras horas de la mañana.

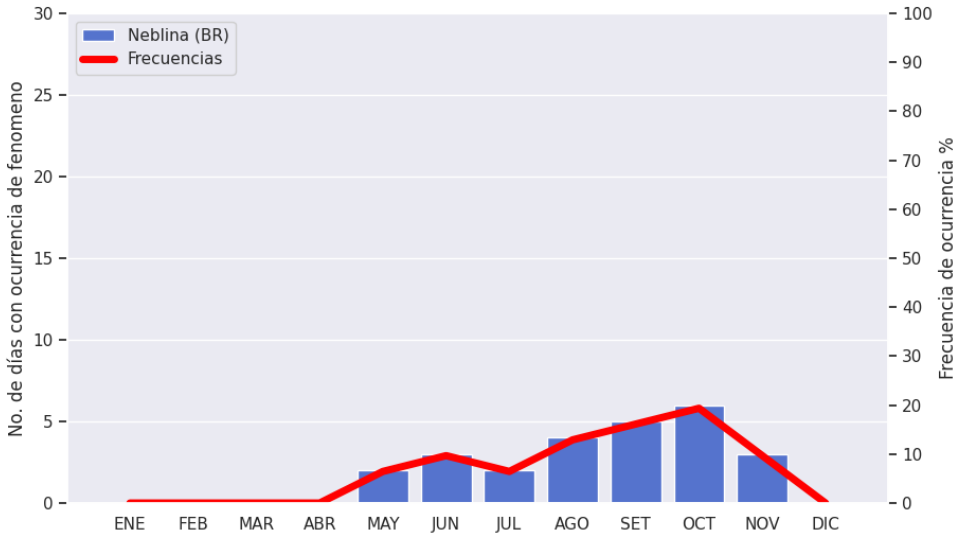


FIGURA 42 Valores mensuales medios de días con neblina y sus frecuencias de ocurrencia en MRLB, 2005-2022.

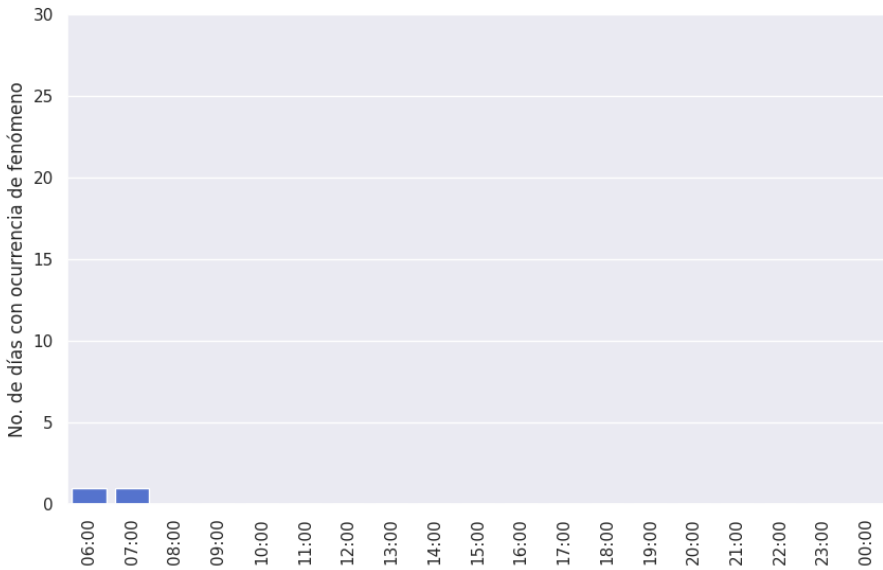


FIGURA 43 Valores mensuales medios de reportes con neblina durante el horario de operación en MRLB, 2005-2022.

Agradecimientos

Al personal de la Oficina de Meteorología del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber del área de observación: Olger Sánchez Orozco, Reinaldo Abarca Lacayo, Federico Murillo Álvarez, Kevin Alonso Pérez Álvarez y Daniel Castro Vázquez por el registro y sistematización de los datos utilizados para la elaboración de este documento.

A Nury Sanabria Valverde por facilitar la carta de visibilidad del aeródromo.

A José Alberto Navarro por suministrar la imagen de la ubicación del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

A Mauricio Ortiz por brindar los datos de las características de la estación del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

Referencias

- [1] José María Cuadrat, *Climatología / José María Cuadrat, María Fernanda Pita*, 1ª ed, Geografía, Cátedra, Madrid, 1997 (spa).
- [2] Dirección General de Aviación Civil, *Aip costa rica - parte 3 aeródromos* (2014).
- [3] Organización de Aviación Civil Internacional, *Anexo 3: Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional*, 2018.
- [4] Agencia Estatal de Meteorología, *Manual de uso de términos meteorológicos*, 2015. Accessed: 03-04-2021.
- [5] Ministerio de Obras Públicas y Transportes, *Aeropuerto internacional daniel oduber- liberia* (2016).
- [6] University Corporation for Atmospheric Research, *Tormentas locales severas tropicales*, 2014. https://www.met.ed.ucar.edu/tropical/synoptic/local_storms_es/navmenu.php?tab=1&page=1-1-0&type=flash.
- [7] Eladio Solano León, *Análisis del comportamiento de los períodos caniculares en costa rica en algunas cuencas del pacífico norte y valle central entre los años 1981 y 2010*, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2015. Tesis de grado para optar por el título de Licenciado en Meteorología.
- [8] Organización Meteorológica Mundial, *Manual de observación de nubes y otros meteoros*, Vol. 1, 1993.
- [9] _____, *Guía de sistemas meteorológicos de observación y distribución de información para los servicios meteorológicos aeronáuticos*, 2014. Accessed: 04-04-2021.
- [10] _____, *Atlas internacional de nubes*, 2017. <https://cloudatlas.wmo.int/es/home.html>.
- [11] _____, *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos*, 2018. Accessed: 03-04-2021.
- [12] Ana Cecilia Muñoz, Wálter Fernández, Jorge A. Gutiérrez, and Eladio Zárate, *Variación estacional del viento en costa rica y su relación con los regímenes de lluvia*, Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos (2002), 1-13. <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/revista/topicosmet20021/html5/index.html?page=1&noflash>.
- [13] Instituto Meteorológico Nacional, *Glosario*. <https://www.imn.ac.cr/glosarioviejo#T>.
- [14] _____, *Glosario meteorológico*. <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/glosariometeorologico/>.
- [15] _____, *Clima, variabilidad y cambio climático en costa rica*, 2008. <http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/publicaciones/CambioClimatico/climaVariabilidadCambioClimaticoCR.pdf>.
- [16] Editorial Planeta, *Clima, condiciones atmosféricas de un lugar*. Accessed: 04-04-2021.
- [17] P. Manso Sayao and A. Vargas Vera, *Climatología del aeropuerto juan santamaría*, Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos (1990), 1-16.