

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO: ESTUDIO DE CASO DE CLIMA CÁLIDO HÚMEDO PARA BARRANQUILLA, COLOMBIA

ALAIN JESÚS JACIR ELJADUE¹

Universidad Autónoma del Caribe

Recibido: 20 de junio de 2023 / Aprobado: 1 de julio de 2023

Publicado: septiembre de 2023

RESUMEN

El trabajo hace referencia a los sistemas de clasificación utilizados durante la historia desde los griegos hasta la actualidad, y luego se abordan las diferentes clasificaciones de climas planteadas por autores bioclimáticos. Y se realiza un ejercicio de clasificación climática de la ciudad de Barranquilla, aplicando el método de diseño bioclimático, para finalmente poder estar en la capacidad de identificar las estrategias de diseño acordes al clima.

Palabras clave: Clasificación climática, clima, temperatura, humedad, precipitación, climas tropicales.

ABSTRACT

The timeline is briefly described in reference to the classification systems used throughout history from the Greeks to the present, and then the different climate classifications proposed by bioclimatic authors are discussed. And a climatic classification exercise of the city of Barranquilla is carried out, applying the bioclimatic design method, to finally be able to identify suitable climate design strategies.

Key words: Climate, classification, temperature, humidity, precipitation, tropical climates

INTRODUCCIÓN

La clasificación climática por parte de los arquitectos es un ejercicio que debe realizarse en todo momento en que se dispone a diseñar. Es un proceso sencillo que se realiza a través de consultas de los datos climáticos del sitio a estudiar y una revisión bibliográfica, en la cual se comparan los datos de las mediciones contra las definiciones de distintos autores sobre las características que debe tener un clima para identificarlo como tal.

Siendo esto parte del proceso de diseño bioclimático que, a su vez, se encuentra en la línea del diseño sostenible, en donde el proyecto adopta las estrategias de diseño que aprovechen o rechacen el clima en el que se implanta, trayendo consigo una edificación lo más cercano posible al confort higrotérmico desde el punto de vista pasivo, y a su vez un ahorro energético durante su uso.

La clasificación climática se apoya en los datos meteorológicos recopilados por la entidad encargada de realizar dichas mediciones en cada país, los cuales pueden consultarse a través de tablas, gráficas y mapas, en el caso colombiano, el IDEAM (Instituto de Meteorología e Hidrología, y Estudios Ambientales) es la entidad encargada de dicho monitoreo.

El estudio del clima para ser tenido en cuenta en el diseño es de vital importancia para ser practicado y aplicado por los arquitectos. Con este ejercicio de estudio de caso, se pretende aclarar cómo realizarlo para que sea de utilidad para estudiantes y profesionales.

Las clasificaciones realizadas por meteorólogos o por profesionales que estudian el clima para efectos de siembra en el agro se basan en los elementos precipitación y temperatura; sin embargo desde la arquitectura es distinto, ya que se considera desde el punto de vista del confort higrotérmico de los usuarios, por lo cual, los arquitectos deben realizar dicha clasificación teniendo como principales elementos del clima, la temperatura y la humedad, pero no quiere decir que no se tenga que estudiar los demás elementos o incluso factores del clima, se debe hacer para la toma de decisiones con relación a orientación, cubierta, espesores de muros, ubicación de ventanas, tamaños de ventanas, etc.

Durante la antigüedad, algunas civilizaciones se dieron a la tarea de clasificar el clima de la tierra, de acuerdo

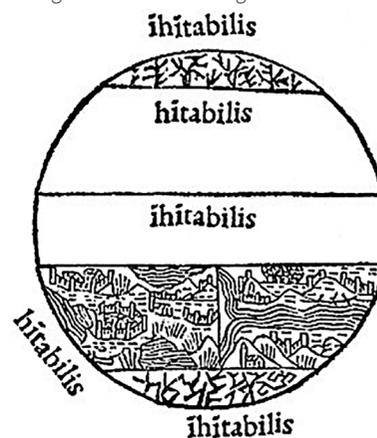
con los conocimientos científicos de su época, como es el ejemplo de los griegos antiguos, quienes realizaron varias clasificaciones climáticas muy parecidas entre sí, aunque cabe resaltar que todas coinciden en que el planeta tierra se dividía en 5 zonas (una zona tórrida, dos zonas templadas, y dos zonas frías) y, a su vez, afirmaban que existían zonas que se encontraban habitadas, y otras en las que era imposible la vida. Posteriormente, se verán variaciones a dicha clasificación, realizadas por Aristóteles, Polibio, Posidonio, Estrabón, y Macrobio. (Olgay, 1998)

Ilustración 1.
Zonas climáticas según Parménides



Fuente: Olcina J. El clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la antigüedad al Siglo XVIII, 19962)

Ilustración 2.
Regiones climáticas según Sacrobosco



Fuente: Olgay, Arquitectura y Clima, 1998

Ilustración 3.
 Zonas climáticas según Macrobio



Fuente: Olgay, *Arquitectura y Clima*, 1998

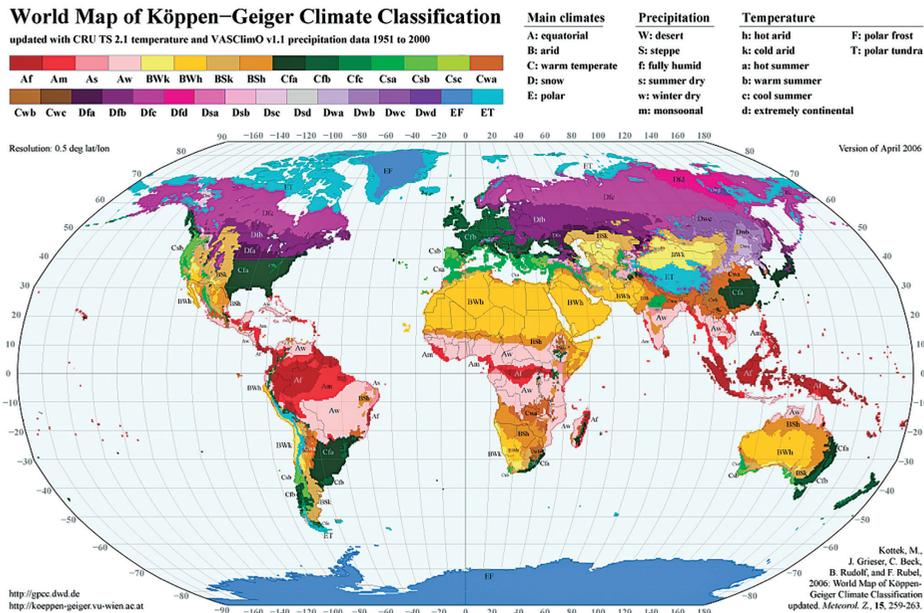
Más adelante, en 1220, durante la edad media, el inglés Juan de Sacrobosco publicó la obra titulada *De Sphaera mundo* que sostenía que la tierra era esférica y, a su vez, la dividía en tres zonas (cálida, templada y fría); posteriormente durante la edad moderna se elaboraron mapas térmicos, siendo el alemán Alexander Von Humboldt quien, a partir de la temperatura y la latitud clasificó la tierra en siete zonas (tórrida ecuatorial, caliente, cálida, templada, fría, invernada, gélida). (Olgay, 1998)

Más recientemente en el año 1900, el geógrafo ruso de origen alemán y especialista en climatología, Wladimir Peter Köppen, creó la clasificación climática Köppen-Geiger, la cual modificó en 1918, y posteriormente en 1936 la suscribió junto con Rudolf Geiger, la cual consistía en una división de cinco tipos de clima generales, subdivididos en un total de treinta clases de climas, los cuales presentan a su vez varias letras que indican el comportamiento de temperatura y precipitación, y a su vez están asociadas con el tipo de vegetación existente. (Lacomba, 1991)

De igual forma, se sabe que en muchas culturas se desarrollaron formas de predicción del clima por parte de habitantes de zonas rurales: según el servicio de información alimentaria y pesquera (Gobierno de México, 2018) los mayas y los aztecas empleaban el método de las cabañuelas. Según la Real Academia Española (RAE, 2022), las cabañuelas se definen como el “cálculo popular basado en la observación de los cambios atmosféricos en los 12, 18 o 24 primeros días de enero o agosto para pronosticar cada uno de los meses del mismo año o del siguiente”.

A su vez, además de las cabañuelas, también se utilizaron desde hace varios siglos otros métodos que además de la observación de las condiciones del tiempo,

Ilustración 4.
 Clasificación climática según Köppen



Fuente: kottek_et_al_2006.gif 1200x789 (vu-wien.ac.at; 2023)

también observaban los cambios físicos y biológicos en que se encontraban las especies animales y vegetales, método utilizado por culturas indígenas en América del Sur y en algunas regiones de Europa.

Según la Red de Agroindustria Rural del Perú (Senamhi, 2018), los descendientes de los incas utilizan un método de observación en el que involucran el sol, la luna, el viento y algunas especies animales, plantas, y la constelación de Pléyades para predecir el clima durante el año, y según el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) (2018), son los yachachiqs, conocedores y portadores del conocimiento ancestral del clima, quienes llevan a cabo dicha práctica ancestral, y con quienes, en el año 2018, realizaron pronósticos en conjunto con los ingenieros y meteorólogos peruanos.

Actualmente, estos métodos son utilizados por personas que trabajan en el campo y en las zonas rurales de gran parte del mundo, pero cabe resaltar que no es un método basado en la ciencia y que, además, no son sistemas de clasificación climática sino métodos para predecir del clima.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, los arquitectos bioclimáticos se han basado en la clasificación climática de Köppen, para establecer sus propias definiciones y características de cada clima.

Al realizar una revisión bibliográfica de textos de gran relevancia en bioclimática, de autores que ahondan en los diferentes tipos de climas (algunos autores solamente en climas cálidos) desde el punto de vista del confort y el diseño arquitectónico, el presente trabajo se desarrolla sobre los climas cálidos-húmedos.

Según Alan Konya (1981), los climas cálidos se clasifican en regiones cálidos-húmedas (ecuatorial y tropical marino), regiones mixtas con temporadas cálidos-húmedas y cálidos-secas (tropical continental o sabana, y zonas altas tropicales), regiones cálidos-secas (desierto árido, semiárido) y regiones subtropicales (mediterráneo, húmedo). Este autor define cada clima desde las variables de localización geográfica y vegetación, variaciones estacionales, temperatura del aire, humedad relativa, precipitaciones, estado del cielo y radiación solar, viento y otras características.

El clima cálido húmedo ecuatorial corresponde a aquellos localizados entre los 5° y 10° del Ecuador, (Konya A,

1981) que puede darse también en latitudes más altas, y hace énfasis en que la vegetación es exuberante y de rápido crecimiento. Cuenta con pequeñas variaciones estacionales durante el año, con dos temporadas, una lluviosa y una seca. Se presentan temperaturas máximas anuales diurnas de alrededor de los 30°C, y temperaturas mínimas anuales nocturnas de alrededor de los 24°C, variaciones diarias de aproximadamente 8°C, y anuales de 1° a 3°C. La humedad relativa casi durante todo el año es del 65%, y con variaciones de 55% hasta 100%, y la presión de vapor entre 2500 y 3000 N/m². En la precipitación, pueden presentar entre los 2000 y los 5000 mm. Presenta un estado de cielo con bastantes nubes y brumas durante todo el año, aunque con momentos en que las nubes no tapan el sol. La radiación solar es difundida por las nubes, pero también por la alta presencia de contenido de humedad del aire, y la radiación reflejada del terreno es pequeña. Presenta periodos extensos de calma de viento, y en las ocasiones que se presente, es suave, y durante un periodo determinado del año, se entra en la temporada de influencia de los vientos Alisios.

El clima cálido-húmedo tropical marino corresponde a aquellos localizados en las costas tropicales, por ejemplo, en Brasil, América Central, Madagascar, entre otros. Cuenta con vegetación de bosque húmedo, presenta pequeñas variaciones estacionales. Se presentan temperaturas máximas anuales a la sombra de 28°C, y temperaturas mínimas anuales durante la noche de 21°C, y las variaciones diarias y anuales son también pequeñas, pero un poco más amplias que las regiones ecuatoriales. La humedad es alta y varía entre el 55% y el 100%, con una presión de vapor de entre 1800 y los 2500 N/m². En la precipitación, pueden presentar lluvias anuales altas. El cielo, a diferencia que la región ecuatorial, con frecuencia se presenta despejado, aunque muy oscuro y en algunas ocasiones nublado antes y durante las tormentas. La radiación solar es intensa, prácticamente directa, y con poco componente difuso. Al ser sitios localizados en las costas, el viento a barlovento es moderadamente fuerte, y llega a presentar huracanes en ocasiones.

Según Johan Van Lengen (2022), se pueden presentar los climas llamados trópico húmedo, trópico seco, y zona templada. No describe directamente los climas, sino que describe cómo se debe diseñar y construir en estos climas para poder aprovecharlos o rechazarlos; por

ejemplo, sugiere que, en el trópico húmedo, los edificios deben contar con cubiertas inclinadas para poder evacuar las aguas de las lluvias, muy propias de estas regiones, se deben contar con aleros para protección del sol y las lluvias y se debe contar con buena ventilación; también describe detalladamente cómo debe hacerse la estructura en caso de utilizar materiales naturales no industrializados presentes en el ambiente natural.

Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V. (1973), describen seis tipos de climas, apoyándose en la descripción de estos, desde las variables climáticas de la temperatura del aire, humedad relativa, condiciones del cielo, radiación solar, velocidad del viento, vegetación y características especiales. Los climas que describen son: clima cálido-húmedo, clima de isla cálido-húmedo, clima desértico cálido-seco, clima desértico marítimo cálido-seco, clima compuesto o monzónico, clima tropical de tierras altas.

Las regiones con clima cálido-húmedo se encuentran cerca del cinturón del Ecuador, extendiéndose 15° de latitud hacia el norte y hacia el sur, por ejemplo, ciudades como Lagos, Singapur, Quito, entre otras, y cuentan con una pequeña variación estacional durante todo el año, y con periodos de lluvia y secos, con ocurrencias de vientos fuertes y tormentas eléctricas.

En las regiones con clima cálido-húmedo, la temperatura del aire a la sombra llega a tener durante el día una media máxima entre 27°C a 32°C, pero ocasionalmente podría exceder dichos valores. Durante la noche la temperatura media mínima varía entre los 21°C y 27°C. Los rangos de temperatura diarios y anuales son muy pequeños. La humedad relativa es alta, sobre el 75% durante todo el tiempo, pero puede variar entre el 55% y 100%, la presión de vapor en esta región es entre 2500 y 3000 N/m². La precipitación es alta durante todo el año, presentando meses muy intensos, la lluvia anual puede tener valores entre los 2000 y 5000 mm. El cielo se encuentra bastante nublado durante todo el año, cubriendo entre el 60% y 90%, el cielo puede brillar con luminancias de 7000 cd/m² o incluso más cuando se encuentra ligeramente nublado. La radiación solar es parte reflejada y parte dispersa, debido a la presencia de nubes y del contenido del vapor en la atmósfera, y la que logra llegar hasta la tierra, es difusa, pero es fuerte y puede generar resplandor. La velocidad del viento es típicamente lenta, con periodos de calma frecuentes,

pero fuertes vientos pueden ocurrir durante las tormentas de lluvias, y se han llegado a registrar ráfagas de viento de 30m/s. Cuentan con una o dos direcciones predominantes. La vegetación crece rápidamente en estas regiones.

Las regiones con clima de isla cálido-húmedo se encuentran localizadas dentro del cinturón ecuatorial y en la zona de vientos alisios, un ejemplo de estas son las islas del Caribe, las filipinas y otros grupos de islas en el pacífico.

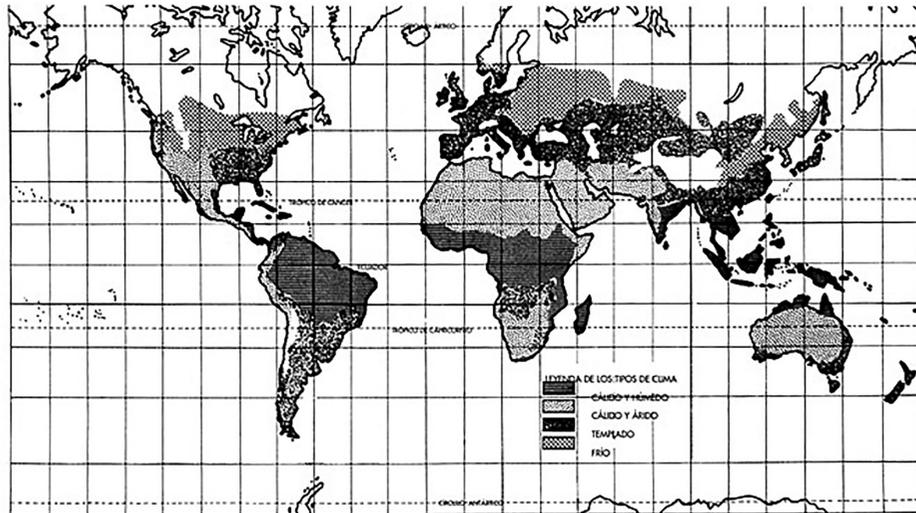
Las variaciones estacionales en el clima de isla cálido-húmedo son insignificantes. La temperatura media máxima del aire a la sombra durante el día oscila entre los 29°C y los 32°C y rara vez se elevan por encima de la temperatura de la piel. Durante la noche la temperatura media mínima puede llegar hasta los 18°C, pero normalmente se encuentra entre esta cifra y los 24°C, la variación de temperatura diurna es de 8°C y el rango anual está en los 14°C. La humedad relativa varía entre el 55% y el 100%, la presión de vapor se presenta entre los 1750 y los 2500 N/m². La precipitación es alta, entre 1250 y los 1800 mm anualmente, y puede llegar hasta los 250mm durante el mes más lluvioso. Las condiciones del cielo son normalmente claras o con algunas nubes y con alto brillo, excepto durante las tormentas. Cuando se presentan los cielos azules, la luminancia es baja, entre los 1700 y 2500 cd/m². La radiación solar es fuerte y directa, con un componente débil difuso cuando el cielo está claro, pero varía mientras este cubierto de nubes. Con respecto al viento, la velocidad de los vientos alisios puede alcanzar velocidades de alrededor de 6 a 7m/s, aliviando un poco el malestar provocado por el calor y la humedad del ambiente. Y la vegetación es menos exagerada y verde que en las zonas cálido-húmedas. Y como características especiales, en estas zonas se presentan ciclones tropicales o huracanes con velocidades de viento desde 45 hasta 70 m/s.

De acuerdo con Szokolay, S. (2014), existen 4 clases de climas, climas fríos, climas templados, climas cálidos-seco, y clima cálidos-húmedos.

En el clima cálido-húmedo es donde se encuentra mayor dificultad para diseñar proyectos arquitectónicos, debido a que las temperaturas medias máximas puede que no lleguen a tan altos valores como los que

Ilustración 5.

Zonas climáticas simplificadas por Víctor Olgay, basado en el sistema de Köppen.



Fuente: (Olgay, V. *Arquitectura y Clima*, 1998)

se presentan en el clima cálido-seco, pero la variación diurna es muy pequeña, al menos menor de 5°C, por lo que se descarta el efecto de la masa térmica. La humedad es alta, por lo que los sistemas pasivos de enfriamiento evaporativo tampoco pueden utilizarse, ya que incrementarían la humedad, aunque el enfriamiento evaporativo indirecto si se puede utilizar, debido a que no adiciona más humedad al aire de suministro. Los climas cálido-húmedos están localizados alrededor del ecuador, donde el paso del sol está cerca del zenith, por lo que el techo recibe una muy fuerte radiación directa.

Según Olgay, V. (1998), existen cuatro clases de zonas climáticas: fría, templada, cálida-árida y cálida-húmeda. ya que no se cuenta con una descripción generalizada de los tipos de clima sino con descripciones de climas de ciudades en específico, a continuación, se tomaron las generalidades del cálido-húmedo a partir del estudio climático de la ciudad de Miami. (Olgay, 1998)

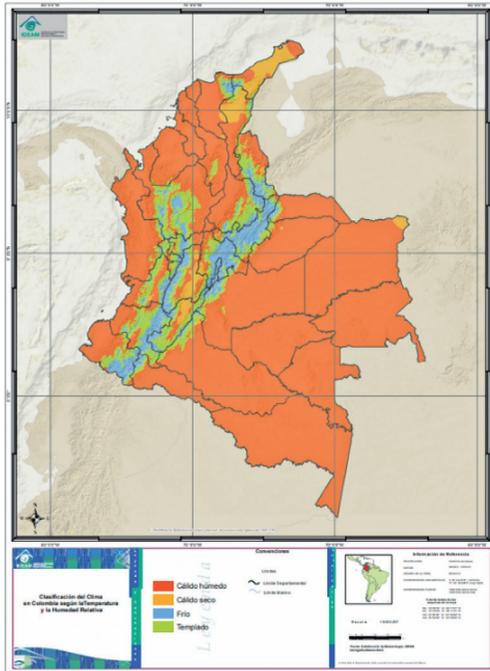
En la región cálida-húmeda se presentan temperaturas altas, con oscilaciones diarias de temperatura de unos cuantos grados. Presenta condiciones altas de asoleamiento, con gran proporción de radiación difusa. El viento presenta velocidades bajas, con presencia de calma y en algunas ocasiones brisas ligeras. Presenta dos temporadas, una lluviosa y una seca, y con relación a la humedad relativa y presión de vapor son relativamente altas.

Koenigsberger, O.H., Mahoney, C.T. and Evans, M. (1971) describen que cuando los climas se clasifican en húmedos o secos, se debe tener presente que existen unas zonas intermedias, clasificándolas como húmedas (arriba de 70%), subhúmedas (entre 50 y 70%), semi seco (entre 30 a 50%), árido o seco (menor de 30%).

Según el informe preparado por el grupo de climatología y Agrometeorología de la subdirección de Meteorología del IDEAM, en Colombia en el año 2011 se tenían cuatro clasificaciones climáticas, las cuales son Caldas-Lang, Lang, Holdridge, y Martone. La clasificación de Caldas-Lang define que se tienen 28 clases de climas, en contraste la clasificación Lang define que se tienen seis clases de climas, y por otro lado Holdridge define que se tienen 26 clases de climas, y a su vez la clasificación Martone define que se tienen 6 clases de clima.

Para efectos de establecer los parámetros y lineamientos a ser aplicados por diseñadores y constructores en el ahorro de agua y energía como resultado de las medidas activas y pasivas para la construcción sostenible, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, MINVIVIENDA, (2015) expidió la Resolución N° 0549 de 2015, en cuyo artículo sexto se adopta, como zonificación climática, la Clasificación del Clima en Colombia según Temperatura y Humedad Relativa elaborada por el IDEAM (s.f.)

Ilustración 6.
Mapa de climas de Colombia



Fuente: Resolución N° 0549 de 2015 (MINVIVIENDA, 2015)

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se realizó un ejercicio de clasificación y caracterización climática de la ciudad de Barranquilla, para lo cual se tomaron los datos climáticos oficiales de la página web del IDEAM, de los reportes de climatología del aeropuerto Ernesto Cortissoz localizado en el municipio de Soledad-Atlántico, con los que se analizaron las variables de los elementos climáticos tales como temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, dirección de viento, precipitación, radiación, entre otros, a los cuales se les identificaron los promedios de las medias, y en algunas variables los promedios de las máximas y las mínimas, y se desmenuzan todas las variables climáticas para identificar el comportamiento general del clima durante el año y durante cada mes.

Luego se revisaron las temperaturas y humedades relativas horarias para conocer el comportamiento promedio cada mes en cada una de las 24 horas, esto es posible realizarlo solicitando al IDEAM los valores, o aplicando en este caso el uso de una hoja de cálculo de Excel en donde se ingresan los valores. Con esto se pueden derivar las variaciones de temperatura y humedad del día con respecto a la noche y a su vez de manera anual y en cada temporada.

A partir del análisis de esta información, se pudieron establecer cuáles son las características de sus elementos climáticos, para luego contrastarlo con los datos extraídos de la revisión bibliográfica; con ello, finalmente, se puede establecer el tipo de clima que se presenta en la región objeto de estudio y, así, seleccionar las estrategias de diseño bioclimáticas acordes a dicho clima, y a cada variable.

Es en este punto en donde se definen las decisiones arquitectónicas de acuerdo con el tipo de clima; por ejemplo, una cubierta a dos aguas o una cubierta plana, muros delgados o muros gruesos, ventilación natural o protegerse de la ventilación, tamaños de ventanas, colores, materiales, entre otros.

DISCUSIÓN

En la Tabla N°1 se presentan los datos del clima recopilados durante más de 30 años en la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Ernesto Cortissoz, de la cual se puede concluir que los datos son acordes a las características que se presentan en un clima cálido - húmedo.

En la tabla 1, se puede apreciar que los datos de las medias son muy estables y altos durante todo el año, estando con valores que van entre los 26,6°C el mes más bajo hasta los 28,1°C el mes más cálido, los rangos de temperatura anuales son muy pequeños. Vemos claramente que la humedad relativa cuenta con una media de entre los 77% en el mes más bajo, hasta los 84% en el mes más alto, también podría considerarse estable y alta, debido al alto contenido de vapor de agua en el aire.

En el caso de la precipitación anual que es de 814,4 mm, se aprecia que se presenta un poco por debajo de la media característica de los climas húmedos, pero es necesario recordar que la clasificación debe hacerse por humedad relativa y no por precipitación. El viento predominante muestra un marcado predominio del Noreste, coincidiendo con los vientos alisios, los cuales están presentes en el cinturón cercano al Ecuador, que es la ubicación geográfica de la mayoría de las zonas con climas cálidos-húmedos del planeta: Barranquilla se encuentra localizada geográficamente a 11°, hemisferio norte.

Se aprecia que la velocidad del viento alcanza, en el mes más bajo, 2,2 m/s y llega a 6,1 m/s en el mes más alto, la medida de esta variable es un poco baja en comparación con las velocidades que se esperan de una ciudad con clima cálido-húmedo; sin embargo, a medida que

Tabla 1.
 Datos meteorológicos Aeropuerto Ernesto Cortissoz.

Datos Meteorológicos													
Promedio Variable	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Mínima	°C	23,3	24,4	24,7	24,4	25,8	25,6	24,4	24,4	24,0	24,8	20,0	17,7
Temp. Media	°C	26,6	26,6	26,9	27,5	28,1	28,1	28,0	28,0	27,8	27,4	27,4	27,0
Temp. Máxima	°C	31,3	31,4	31,9	32,7	33,3	33,9	33,7	33,1	32,8	32,3	32,0	31,2
Humedad Relativa Mínima	%	61,6	62,6	62,3	61,2	64,3	63,6	61	68,8	64,1	67,4	58,2	53,5
Humedad Relativa Media	%	78	77	77	78	80	80	80	81	82	84	82	79
Humedad Relativa Máxima	%	94,4	91,4	91,7	94,8	95,7	98,4	99	99,2	100	100	100	100
Precipitación	mm	6	0,3	1,4	25,4	115	79,8	73,8	110	150,3	162,6	68,9	20,9
Precipitación	N. días	1	1	1	3	8	9	6	9	12	15	8	2
Viento predominante	dirección	NE	NE	NE	NE								
Viento velocidad prevalente	m/s	5,6	5,9	6,1	4,8	3,3	2,7	3,2	3,1	2,6	2,2	2,9	4,5
Viento porcentaje de calmas	%	15	16	14	13	12	10	12	12	10	9	10	14
Radiación Solar	Kwh/m2 día	6,4	6,4	6,8	6,0	5,8	5,8	6,3	5,5	5,5	5,2	5,3	5,7
Brillo Solar	h/mes	9	8,5	7,8	7	6	6,5	7	6,8	5,5	5	6,5	8

Fuente: IDEAM (www.ideam.gov.co)

se reduce la proximidad al río Magdalena que bordea por el Este y el Norte a la ciudad, se encontrarán velocidades mayores.

La radiación solar en Barranquilla llega a valores entre 5,2 y 6,8 Kwh/m2/día, propia de localidades cercanas al Ecuador, contando con una fuerte radiación directa, en algunos casos reflejada por los materiales de las superficies ocupadas por la ciudad a las zonas naturales. En lo que tiene que ver con el brillo solar, se aprecia que existe una temporada del año (mayo a noviembre) en la que el brillo solar presenta entre cinco y siete horas - sol, coincidiendo con precipitaciones medias y altas, y

una segunda temporada que va desde diciembre hasta abril con valores que van de ocho a nueve horas sol/día, también coincidiendo con la temporada seca con precipitaciones, temperaturas y velocidades de viento bajas, aunque cabe resaltar que las temperaturas aumentan entre junio y noviembre, tal como se aprecia en la Tabla N° 1.

En la Tabla N° 2, se pueden apreciar los promedios horarios mensuales de las 24 horas, pero solamente temperatura y humedad relativa, que son finalmente las variables utilizadas para la realización de la clasificación del clima que interesa para efectos del presente trabajo.

Tabla 2.
 Temperatura y Humedad Relativa Horaria en Barranquilla.

HORA	TEMPERATURA °C												HUMEDAD RELATIVA %											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
1	24,9	25,8	25,6	25,4	26,7	26,8	25,5	25,4	25,1	25,8	22,4	25,4	87,9	85,8	88,0	88,0	92,0	94,3	94,5	95,6	95,5	95,8	91,7	90,1
2	24,5	25,5	25,4	25,2	26,5	26,3	25,2	25,2	24,8	25,5	21,9	25,0	89,3	87,0	88,9	91,7	92,9	95,3	95,6	96,4	96,6	96,8	93,5	91,6
3	24,3	25,2	25,2	25,0	26,3	26,2	25,0	25,0	24,6	25,4	21,5	24,7	90,4	88,0	89,6	92,5	93,6	96,0	96,4	97,1	97,4	97,5	94,9	92,8
4	24,1	25,0	25,1	24,8	26,2	26,0	24,9	24,9	24,5	25,2	21,1	24,5	91,3	88,8	90,1	93,0	94,1	96,6	97,0	97,6	98,0	98,1	96,1	93,8
5	23,9	24,9	25,0	24,7	26,1	25,9	24,8	24,7	24,4	25,1	20,9	24,3	92,0	89,4	90,5	93,5	94,5	97,1	97,5	98,0	98,5	98,6	97,0	94,5
6	23,7	24,8	24,9	24,7	26,0	25,9	24,7	24,7	24,3	25,0	20,7	24,1	92,6	89,9	90,8	93,8	94,7	97,3	97,8	98,3	98,9	99,0	97,7	95,1
7	23,7	24,8	24,9	25,0	26,4	26,3	25,2	25,0	24,3	25,0	20,6	24,1	92,7	89,9	90,8	92,5	93,1	95,4	95,9	97,1	98,9	99,0	97,8	95,3
8	24,2	25,3	26,4	26,7	28,0	28,1	27,1	26,8	26,1	26,3	21,4	24,6	90,6	87,6	84,7	85,6	86,5	87,9	87,8	90,9	91,4	93,3	95,2	93,2
9	25,8	26,8	28,3	28,8	30,0	30,3	29,6	29,0	28,4	28,2	23,8	26,4	84,0	81,6	77,1	76,9	78,3	78,9	77,9	83,0	82,1	85,0	86,8	86,4
10	27,7	28,5	30,0	30,8	31,7	32,2	31,7	31,1	30,5	30,1	26,6	28,5	76,2	74,7	69,9	68,9	71,0	70,9	69,1	75,8	73,4	76,9	76,9	78,1
11	29,5	29,9	31,3	32,2	32,9	33,5	33,2	32,6	32,1	31,5	29,3	30,4	69,1	68,6	64,7	63,3	65,9	65,3	63,0	70,7	67,0	70,7	67,7	70,5
12	30,8	31,0	32,0	32,9	33,5	34,1	34,0	33,3	33,0	32,4	31,2	31,9	63,7	64,1	61,8	60,4	63,4	62,6	59,9	66,0	63,5	67,1	60,9	64,8
13	31,5	31,6	32,2	33,0	33,6	34,2	34,0	33,4	33,2	32,6	32,4	32,7	60,6	61,6	61,1	59,9	63,1	62,3	59,6	67,6	62,6	66,0	57,0	61,4
14	31,8	31,8	31,9	32,7	33,2	33,8	33,6	33,1	32,8	32,4	32,7	33,0	59,7	60,9	62,2	61,3	64,6	64,0	61,4	68,9	63,9	67,0	55,8	60,4
15	31,6	31,6	31,4	32,0	32,6	33,1	32,8	32,4	32,2	31,9	32,4	32,8	60,5	61,8	64,4	64,1	67,2	66,9	64,6	71,4	66,7	69,4	56,8	61,2
16	31,0	31,1	30,7	31,1	31,8	32,2	31,9	31,5	31,3	31,1	31,6	32,2	62,7	63,8	67,4	67,5	70,5	70,6	68,5	74,5	70,3	72,6	59,6	63,5
17	30,3	30,5	29,9	30,2	31,0	31,3	30,8	30,5	30,3	30,3	30,5	31,4	65,7	66,5	70,6	71,2	74,0	74,4	72,7	77,9	74,3	76,1	63,4	66,6
18	29,5	29,7	29,1	29,3	30,2	30,4	29,8	29,5	29,3	29,5	29,3	30,5	69,1	69,5	73,9	74,9	77,4	78,2	76,8	81,2	78,2	79,7	67,7	70,1
19	28,6	29,0	28,3	28,5	29,4	29,6	28,9	28,7	28,4	28,7	28,0	29,5	72,6	72,5	76,9	78,3	80,6	81,7	80,7	84,3	81,9	83,1	72,1	73,8
20	27,8	28,3	27,7	27,7	28,7	28,8	28,0	27,9	27,6	28,0	26,8	28,6	75,9	75,5	79,6	81,4	83,4	84,8	84,1	87,1	85,2	86,2	76,4	77,4
21	27,1	27,6	27,1	27,1	28,2	28,2	27,3	27,2	26,9	27,4	25,6	27,8	79,0	78,2	82,0	84,0	85,8	87,5	87,0	89,4	88,1	88,9	80,4	80,7
22	26,4	27,0	26,6	26,5	27,7	27,7	26,7	26,6	26,3	26,8	24,6	27,0	81,8	80,6	84,0	86,2	87,9	89,8	89,5	91,5	90,6	91,1	83,9	83,6
23	25,8	26,5	26,2	26,1	27,3	27,2	26,2	26,1	25,8	26,4	23,7	26,4	84,2	82,6	85,6	88,1	89,5	91,6	91,6	93,1	92,6	93,0	87,0	86,2
24	25,3	26,1	25,9	25,7	26,9	26,9	25,8	25,8	25,4	26,1	23,0	25,8	86,2	84,4	87,0	89,6	90,9	93,1	93,2	94,5	94,2	94,6	89,6	88,3
Promedio	27,2	27,8	28,0	28,2	29,2	29,4	28,6	28,3	28,0	28,2	25,9	28,0	78,2	77,2	78,4	79,6	81,5	82,6	81,8	85,4	83,8	85,2	79,4	80,0
Oscilación	8,1	7,0	7,3	8,4	7,5	8,3	9,4	8,8	8,9	7,6	12,1	8,9	33,0	29,0	29,7	33,9	31,6	35,0	38,2	30,6	36,3	33,0	42,1	34,9

Fuente: IDEAM (www.ideam.gov.co) y Gómez, Azpeitia, 2016)

En las temperaturas horarios se puede encontrar que la temperatura media del aire llega arriba de 29°C desde las 9 am en los meses de mayo a agosto, y continúa en aumento hasta las 7 pm cuando comienza a descender, por lo que es en estas horas cuando se encuentra por fuera de confort técnicamente; pero cabe resaltar que en los meses de mayo, junio y julio las temperaturas altas pueden llegar hasta las 8pm. Y en los demás meses del año las temperaturas alcanzan por arriba de los 29°C en algunos meses (marzo, abril y septiembre) desde las 10 am, y en otros desde las 11 am (enero, febrero, noviembre y diciembre).

Así mismo, si se analiza la humedad relativa horaria, se observa que, durante el medio día de todos los meses, se presentan las humedades más bajas del día, aproximadamente desde las 10 am hasta las 6 pm, pero de igual manera sigue siendo una humedad relativa elevada.

En la temperatura y humedad relativa horaria se puede apreciar que durante el día y la noche existen unas pequeñas variaciones entre 8°C y 10°C y del 30% a 40%, respectivamente, lo que remite de nuevo a un clima con pocas variaciones, lo que coincide con un clima muy estable.

CONCLUSIONES

Al analizar y caracterizar los datos climáticos uno a uno, se concluye que en la ciudad de Barranquilla se presentan dos temporadas, una lluviosa y una seca, en las cuales la temperatura y la humedad relativa son relativamente estables, sin variaciones diarias ni anuales; así mismo, presenta cielos nublados en épocas de lluvias y cielos despejados en épocas secas. Acompañado de alta radiación solar y alto brillo solar durante la mayoría del año, es por esto por lo que se considera que el clima presente en la ciudad de Barranquilla es un clima cálido-húmedo. (Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V., 1973), (Konya, 1980), (Szokolay, 2014).

Por lo tanto, las estrategias de diseño bioclimáticas para la ciudad de Barranquilla deberán apuntar a la aplicación de medidas pasivas (o activas, en las horas del día en que no se pueden llevar a confort por medios pasivos) que conduzcan a enfriar y deshumidificar, las cuales pueden lograrse por medio de la ventilación natural selectiva nocturna, es decir desde el periodo de tiempo comprendido entre las 8 pm hasta las 9 am para introducir el aire en los momentos en que éste se encuentra con menor temperatura, ya que, si se ingresa

durante las demás horas del día, se tendrían ganancias por ventilación, esto es calendando en vez de enfriar.

Otra forma de enfriar sería evitar el recalentamiento de las superficies mediante la orientación del edificio de forma que las fachadas más largas se ubiquen al norte y al sur, y las fachadas más cortas se localicen al este y oeste, agregándoles elementos de sombreado solar, y minimizar la colocación de ventanas en las fachadas este y oeste. (Jacir, 2018)

Para maximizar la eficiencia de la ventilación natural es conveniente diseñar ventilaciones cruzadas y utilizar la unilateral solamente en casos en que sea imposible la ventilación cruzada.

Con relación a los materiales, es recomendable aplicar materiales porosos, con baja conductividad térmica, muy reflectivos, de color blanco, y con bajo calor específico, evitar la presencia de agua como por ejemplo fuentes, ya que el aire se encuentra saturado por la presencia de alto contenido de vapor de agua en el aire, por lo que el enfriamiento por evaporización debe restringirse.

REFERENCIAS

- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima*. Gustavo Gili. SL.
- Lacomba, R. (1991). *Manual de Arquitectura Solar*. Trillas.
- Servicio de Información Alimentaria y Pesquera del Gobierno de México, (10 de enero de 2018). Las cabañuelas, tradición ancestral para predecir el tiempo. gob.mx/www.gob.mx/siap/articulos/las-cabanuelas-tradicion-ancestral-para-predecir-el-tiempo
- SENAMHI (25 de agosto de 2017). Meteorólogos, yachachiqs y cabañuelas de los Andes. *Senamhi*. www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=697
- Konya, A. (1981). *Diseño en climas cálidos, Manual práctico*. Blume Ediciones.
- Van Lengen, J. (2022). *Manual del arquitecto descalzo*. Talleres de imprentas Peña Santa S.A.
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V. (1973). *Manual of tropical housing and building*. Universities Press (India) Private Limited.
- Szokolay, S. (2014). *Introduction to Architectural Science*. Routledge
- Koenigsberger, O. H., Mahoney, C., y Evans, M. (1971). *Climate and house design*. United Nations, Department of economic and social affairs. Centre for Housing, Building, and Planning (United Nations).
- IDEAM (2020). www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/climas
- Lacomba, R. (1991). *Manual de Arquitectura Solar*. Trillas.
- Jacir, A. (2018). Simulación térmica para explicar la orientación en el diseño arquitectónico: dos estudios de caso. *Revista Arte & Diseño*. Vol 16, (1), 12 – 17, Universidad Autónoma del Caribe.