

QUALIFICACIÓ: EXCELLENT CUM LAUDE

A BARCELONA, 11 DE JUNY 2003

~~Tesis  
11~~

EL VOCAL  
FRANCISCO NUNEZ

EL VOCAL  
FERNANDO ARANDA NUNEZ

EL VOCAL,  
JAVIER MARTIN VIDE

EL PRESIDENT  
JAVIER AELLA

EL SECRETARI  
JOSEP I. DE LLORENS DURAN

Universitat Politècnica de Catalunya  
Departament: Construccions Arquitectòniques I  
Programa: Àmbits de recerca en l'energia i el medi ambient a l'arquitectura

Anexo de la tesis doctoral

Los **árboles para vivir**. Un paradigma de arquitectura ambiental en el trópico

Doctorando: Ailsa Álvarez S.

Director y Tutor: Dr. Rafael Serra Florensa



## Contenido

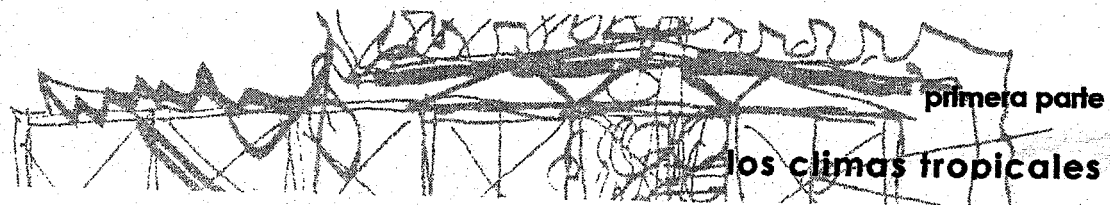
presentación	v
<b>primera parte. Los climas tropicales</b>	
La región de los trópicos	9
Clima tropical	10
Características generales	11
Características particulares	13
Zonas climáticas tropicales	15
América tropical	16
La zona tropical de América del Sur	17
Venezuela - región geográfica	23
Características climáticas generales	25
Zonas climáticas de Venezuela	30
Resumen del clima de Venezuela	40
Región climática norte de Venezuela	43
Características climáticas generales	43
Metodología del análisis climático	44
Resumen climático por estaciones	47
Barcelona - Puerto La Cruz	48
Caracas	51
Barquisimeto	54
<b>segunda parte. El confort en la arquitectura</b>	
El confort térmico en la arquitectura	61
Zonas de bienestar térmico	66
Bienestar térmico en climas tropicales	70
Estudios de bienestar térmico en Venezuela	70
<b>apéndice</b>	
Fuente de las ilustraciones	79
Especificaciones del equipo de medición	81
Tablas de mediciones de los parámetros ambientales	
Casa RR	85
Casa El Tarantín	89
Casa Clarena	93
Cronología Fruto Vivas	97
<b>Bibliografía</b>	107

## **Presentación**

El presente anexo agrupa en una primera parte, información sobre la región climática del trópico, desde sus aspectos generales hasta las características climáticas de Venezuela, donde se sitúa la propuesta de vivienda 'árboles para vivir' del arquitecto Fruto Vivas, objeto de estudio de esta investigación.

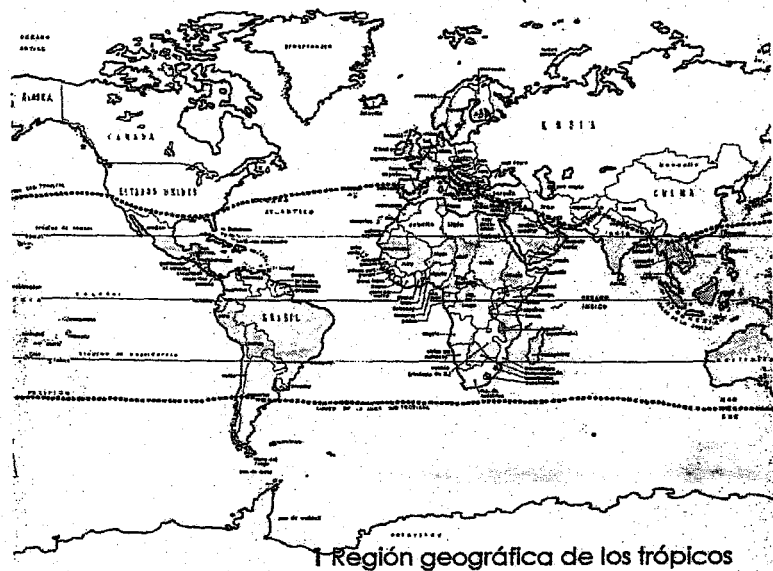
En una segunda sección, se exponen algunas consideraciones sobre el bienestar térmico de las personas en climas cálidos-húmedos y sus implicaciones en el proceso de diseño ambiental de las edificaciones en la zona del trópico. Se presta especial interés en los estudios de bienestar térmico realizados en Venezuela, los cuales han servido de referencia en el análisis climático cuantitativo de los casos estudiados.

Para finalizar, se incluye la descripción de los instrumentos de medición utilizados en el proceso de la investigación, así como las planillas de los registros de los parámetros ambientales de cada uno de las tres viviendas presentadas en el análisis climático cualitativo. Asimismo, se presenta una cronología del arquitecto Fruto Vivas.



primera parte

los climas tropicales



## La región de los trópicos

El ámbito de los trópicos en términos geográficos, está definido por la extensa franja terrestre comprendida entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio es decir, entre los paralelos 23,5° latitud norte y sur [1]. Estas líneas divisorias indican un espacio terrestre con unas particularidades climáticas típicas y distintivas de otras regiones - rangos de temperatura, niveles de humedad, niveles de precipitación, circulación atmosférica, vientos - que están relacionadas con otras características comunes como la vegetación, la fauna, la agricultura, la composición de los suelos que a su vez, tienen efecto sobre las actividades económicas del hombre que también diferencia estas regiones del resto del mundo.

La región de los trópicos, tiene un considerable interés geográfico porque, su clima condiciona la actividad económica de cerca del 45% de la población mundial y alrededor de un 60% de ésta, habita en las regiones cálidas húmedas. Muchos de los países tropicales forman parte del grupo de naciones menos desarrolladas, sus economías se basan principalmente en la actividad agraria para consumo interno y en la extracción de materias primas. Fuera de estos países, son pocos los que desarrollan una actividad industrial y comercial significativa.

Algunas de las naciones del trópico se encuentran en zonas de alto riesgo climático, perturbadas periódicamente por tempestades tropicales, huracanes, lluvias torrenciales, sequías que causan graves daños humanos y económicos en la región.

No solo el ambiente de los trópicos se ve afectado por estas circunstancias climáticas excepcionales, también la actividad humana ha ejercido una importante modificación sobre el paisaje natural que ha provocado cambios climáticos, no solo apreciables en el área tropical sino con graves implicaciones a nivel mundial. Tal es el caso de la deforestación indiscriminada de los bosques tropicales, materia prima muy cotizada en el mercado mundial, por su calidad y bajo costo de producción.

### **Clima tropical**

La climatología divide el espacio terrestre en dos grandes ámbitos climáticos definidos en base a su balance energético: el ámbito intertropical, con excedente calorífico, dentro de los paralelos 30° norte y sur, y el ámbito de latitudes medias y altas, a partir de los 40° norte y sur hacia los polos, con déficit energético<sup>1</sup>. Para este trabajo se adopta la definición geográfica de la zona intertropical, planteada anteriormente.

Estas zonas por su cercanía con la línea ecuatorial también se les conoce como regiones de bajas latitudes. Las líneas de los Trópicos no delimitan con rigurosa exactitud los límites climáticos del mundo intertropical ya que fuera de estas líneas paralelas a 23,5° norte y sur, se encuentran lugares con comportamientos climáticos similares a la de zonas tropicales. Por otro lado, lugares cercanos al ecuador poseen realidades climáticas diametralmente opuestas entre sí como son los casos, de la región permanentemente lluviosa de la Amazonía y la región seca de África oriental.

---

<sup>1</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, *Climatología básica*, Editorial Ariel, Barcelona, 1999, p. 280.

Los límites latitudinales de las zonas climáticas de los trópicos por tanto, no son permanentes, fluctúan, están determinados por las condiciones de circulación atmosférica general, masas de aire, zonas de presión y características térmicas. El desplazamiento de estos márgenes varía en relación a la movilidad y a la amplitud de estos factores en determinados períodos del año, no delimitan un cambio brusco de los climas sino que son espacios de transición gradual entre distintas zonas climáticas. Para aproximarnos al clima tropical será práctico reconocer algunos rasgos climáticos generales.

### **Características generales**

Las regiones con climas tropicales se caracterizan principalmente por carecer de un invierno climático. La ausencia de una estación fría, no está determinada exclusivamente por una isoterma media anual específica es decir, los rangos de bajas temperaturas no son suficientes para delimitar estos climas.

Sin embargo, varias clasificaciones climáticas han planteado valores térmicos mínimos que caracterizarían los climas tropicales, así Köppen propuso la isoterma media anual de los 18°C como mínimo, Miller maneja la temperatura media anual de los 20°C, otros expertos reducen aún más el rango, en este sentido, Péguy propone que las temperaturas medias mensuales no sobrepasen los 15°C.

De aplicar estos límites térmicos quedarían excluidas del dominio de los trópicos regiones de montaña que, debido a los niveles de altitud y otros factores orográficos, mantienen unos rangos de temperatura media anual que están por debajo de estos valores, aún a pesar de esta característica térmica no se distingue en estas regiones una clara estación invernal. La definición térmica general que más se aproxima a la situación en los trópicos, ofrecida por Troll, es la que relaciona la amplitud térmica anual con los rangos de temperatura media diaria, que está condicionada a que

la variación media diaria sea considerablemente mayor que el rango de temperatura anual <sup>2</sup>.

La oscilación anual de la temperatura es otro rasgo climático vinculado con la ausencia de un invierno térmico en los climas tropicales debido a que la fluctuación de la isoterma media anual es muy baja. Contrario a lo que ocurre con los rangos de temperaturas medias diarias en determinados meses del año, donde el promedio de oscilación de temperatura entre el día y la noche, supera notablemente la amplitud térmica del año. Con cielos despejados pueden registrarse diferencias diarias de temperatura de hasta 8° C, y cuando esto ocurre se dice que las noches son el invierno de los trópicos <sup>3</sup>.

No obstante, estas condiciones térmicas solo se cumplen en el área continental de la región tropical, no así en la zona oceánica donde las variaciones de temperatura son mínimas, tanto diarias como anualmente. En esta uniformidad térmica interviene la homogeneidad de la temperatura del gran volumen de agua de los océanos, que ocupa alrededor de un 80% de la superficie de los trópicos, formado por los océanos Pacífico, Atlántico e Indico.

Para definir la banda atmosférica de bajas presiones intertropicales se usa el término de Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que es el área de encuentro o enfrentamiento de los vientos alisios procedentes de los máximos subtropicales de ambos hemisferios, con características físicas similares, de temperatura y humedad. Anteriormente, a esta franja de bajas presiones o vaguada ecuatorial, se le denominaba Frente Intertropical, pero ahora, esta expresión se aplica solo en áreas continentales de África del norte y Asia meridional. Este gran flujo de aire del este, afecta una banda de 25° de latitud en cada hemisferio, son vientos del NE o ENE en el hemisferio norte y de SE o ESE en la mitad sur. La posición variable del ZCIT a

---

<sup>2</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 329.

<sup>3</sup> Mc GREGOR, Glenn; NIEUWULT, Simon *Tropical Climatology*, John Wiley & Sons, Chichester, England, 1998, p. 3.



lo largo del año, unido a otros factores geográficos generales, condicionan los regímenes de lluvias, que suelen ser abundantes según la época del año.

La presencia de las lluvias es otro elemento atmosférico que sin duda, determina las variaciones estacionales en el ámbito intertropical. En efecto, existen una amplia variedad climática relacionada a la cantidad de precipitación y a su distribución estacional.

En este sentido, los expertos han propuesto distintos valores pluviométricos relacionados con el número de meses en que se registran las lluvias y en algunos casos, los han asociado con las temperaturas medias de la región, con el propósito de delimitar aún más, la variedad de los climas en el trópico. En este sentido, Péguy propone el término de mes cálido y húmedo, en el cual se debe cumplir que el nivel de precipitación media del mes en cuestión, debe multiplicar mínimo por cuatro su temperatura media, de aquí deriva una clasificación en función del número de meses que responde a estas condiciones <sup>4</sup>.

### **Características particulares**

Hasta ahora se ha hecho referencia de los rasgos climáticos generales del ámbito intertropical, pero a medida que reducimos la escala de observación se advierten una serie de gradaciones y contrastes en los climas, que están asociados a las diversas relaciones entre los distintos elementos climáticos con los componentes geográficos de cada región.

Las clasificaciones climáticas han ordenado estos matices y variantes, según los factores ambientales que las producen de forma que, se pueda identificar y denominar las distintas variedades de climas. Además de conocer el comportamiento climático de una región podremos utilizar esta información climática en beneficio de la sociedad, por ejemplo para la agricultura y la ecología. En este sentido, estudios realizados sobre la adecuación humana al medio ambiente se han apoyado sobre estos datos

---

<sup>4</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 329.

meteorológicos y han valorado la influencia de las condiciones climáticas sobre el bienestar térmico del hombre por tanto, sobre sus actividades. Al respecto, la arquitectura se ha servido de esta información climática para aplicarla al diseño del acondicionamiento ambiental de los edificios.

La gran variedad de situaciones climáticas en las regiones tropicales, ha provocado que la denominación genérica de sus climas en ocasiones sea confusa, cuando se han incluido regiones cercanas al Ecuador, con claros componentes de climas secos dentro de los climas "ecuatoriales" o siempre lluviosos. Los especialistas han asociado el término "tropical" a muchos matices y variantes según los rasgos regionales, a esto se debe que, la terminología sea abundante y rica en calificativos, clasificaciones que distinguen entre el clima tropical atenuado, clima tropical y clima hipertropical (Péguy); clima tropical húmedo, tropical semiárido, desierto tropical tórrido y ocasionalmente clima mediterráneo tropical (Papadakis); clima tropical marítimo, tropical continental y tropical monzónico (Miller); clima tropical seco y húmedo, clima tropical seco, clima subtropical húmedo y clima subtropical seco propuesta por Strahler.

Sobre este aspecto, existe una clasificación de los climas tropicales planteada por G.A. Atkinson en 1953, basada en relación de dos factores atmosféricos, la temperatura y la humedad del aire, que a su vez, tienen gran influencia sobre el confort térmico del ser humano en estas latitudes. En función de estos parámetros se pueden distinguir tres zonas climáticas: el clima ecuatorial templado húmedo, el clima desértico o semi-desértico cálido-seco y el clima tropical de altitud, con otros climas intermedios <sup>5</sup>.

En el ámbito arquitectónico esta información climática tiene especial interés ya que representa una de las consideraciones iniciales para el proceso de diseño en este tipo de climas a efectos de lograr las condiciones máximas de confort para los ocupantes mediante el acondicionamiento natural de los edificios.

---

<sup>5</sup> KOENIGSBERGER, O.H. (et al) *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*, Paraninfo, Madrid, 1977, p. 40.

## **Las zonas climáticas tropicales**

La zona intertropical, en términos climáticos y geográficos se puede dividir en tres grandes áreas o dominios climáticos, el Asia Tropical, África Tropical y la América Tropical, incluida la gran superficie de agua formada por los océanos Pacífico, Atlántico e Indico, en las cuales, es posible reconocer todas las denominaciones climáticas anteriores <sup>6</sup>.

Cada una de estas grandes áreas continentales presentan características típicas de los trópicos en relación a las condiciones de la circulación atmosférica, de radiación solar, temperatura a gran escala sin embargo, la influencia de las condicionantes geográficas generales como la distribución de las superficies terrestres y acuáticas, produce comportamientos climáticos distintos entre las fachadas este y oeste de los continentes con respecto al interior. De esta manera, la circulación atmosférica y los elementos climáticos presentan rasgos particulares como consecuencia de la influencia marítima, la disposición del relieve y del perfil del litoral, que distinguen y configuran las distintas regiones climáticas <sup>7</sup>.

En Asia Tropical, la presencia de los monzones afecta considerablemente los climas de toda la región asimismo, la distribución entre las superficies de tierra y de mar y los niveles de altitud. Debido a la influencia de los monzones se puedan identificar en estas regiones distintas estaciones con temperaturas definidas. Otras particularidades climáticas asociadas a los monzones en esta zona, son la gran inestabilidad de la precipitación interanual y la presencia de los ciclones tropicales.

A diferencia de Asia, el clima de África Tropical aparte de estar condicionado por dos sistemas de monzones totalmente distintos en su naturaleza a los de Asia, se encuentran áreas al centro y al sur del continente, que están libres de la influencia de los monzones. Los ciclones tropicales son prácticamente inexistentes en la región africana debido a

---

<sup>6</sup> Mc GREGOR, Glenn; NIEUWULT, Simon, op. cit. p. 265.

<sup>7</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 281.

que la temperatura de los mares que rodean el continente en esta zona, no es particularmente cálida.

Por último, el clima de la región tropical de América está condicionado por la presencia de los huracanes y por la proporción entre las superficies marinas y continentales junto con la variabilidad del relieve topográfico que interviene como factor modificador del clima a gran escala.

Dentro de esta región de América se encuentra Venezuela, país donde se sitúa geográficamente el desarrollo de esta investigación por tanto, la exposición de los rasgos generales de esta área servirán de introducción al análisis de la situación climática del país.

### **América tropical**

La región tropical de América, a su vez se puede subdividir en tres regiones a saber: el área del Caribe, la América Central y la región Suramericana [2].

El clima del Caribe, entre los paralelos 12° y 27° latitud norte, está dominado por los vientos alisios o vientos marítimos del noreste, las oscilaciones anuales de temperatura son mínimas como consecuencia de la influencia moderadora del océano.

Los huracanes son un elemento climático inconfundible en esta zona debido a las altas temperaturas del océano. Este fenómeno es frecuente entre junio y noviembre, con mayor presencia en el mes de septiembre.

La región tropical de América del Sur, está determinada principalmente por la elevada y continua cordillera de los Andes, que se extiende de norte a sur, paralela a la costa del Pacífico.

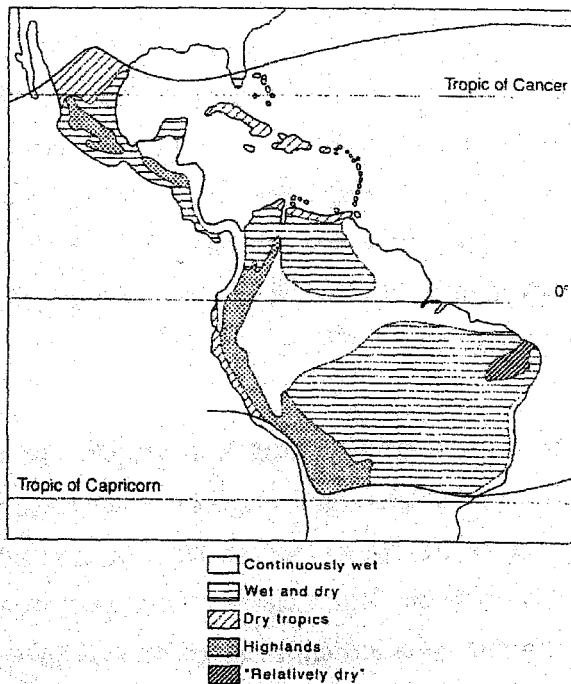


Figure 11.22 Climatic regions in tropical America

## 2 Regiones climáticas de América tropical.

Esta cadena montañosa determina tres subdivisiones geográficas y climáticas, que son la estrecha franja al oeste entre las montañas y el océano Pacífico; los climas propios de las región montañosa andina y una zona más llana al este de la cordillera andina.

### La zona tropical de América del Sur

La región de América del Sur, al este de la cordillera de los Andes, es la zona tropical más extensa del continente. Sus características geográficas intervienen notablemente en la formación de los climas de la región, entre sus particularidades destacan las llanuras de los ríos Orinoco y Amazonas, con una depresión de poca profundidad en la Cuenca del Amazonas, caracterizada por la abundante vegetación del bosque pluvioso, la cual, representa cerca del 30% de la superficie de esta área del continente.

Los climas de esta región están afectados por los movimientos estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) o la franja de bajas presiones ecuatoriales, área en la cual confluyen los vientos alisios provenientes de los máximos subtropicales de ambos hemisferios que regulan la periodicidad pluviométrica a lo largo del año. En ciertas áreas se observa una alteración estacional de las direcciones del viento sin embargo, esto afecta poco las propiedades de los vientos debido a esto, el término monzón no es aplicable en esta zona.

Los vientos del noreste y sureste del océano Atlántico, según de que hemisferio provengan, predominan y se transforman en vientos ecuatoriales que recogen la gran cantidad de vapor de agua que se acumula sobre el exuberante bosque lluvioso ecuatorial en la Cuenca del Amazonas, provocando las abundantes y frecuentes precipitaciones a lo largo del año en la región sur.

Este desplazamiento estacional de la circulación atmosférica común en el área de los trópicos, unido a los efectos orográficos, la distribución de superficies terrestres y acuáticas, y la disposición de la línea del litoral, regulan la naturaleza y el comportamiento de las lluvias durante el año, que son en definitiva las que establecen los contrastes estacionales en el ámbito intertropical.

### **La precipitación**

En efecto, la presencia de las lluvias en el trópico es tan relevante que prácticamente las variaciones climáticas están determinadas en función de la cantidad y de la distribución anual de las precipitaciones, no en vano el ámbito intertropical también es conocido como el mundo de las lluvias.

A través de los niveles de pluviosidad se pueden reconocer dos tipos de climas con sus respectivas variedades regionales: los climas hipertropicales o ecuatoriales, continuamente lluviosos y los climas tropicales, con dos períodos anuales definidos por las lluvias: la estación seca, en los meses con

lluvias reducidas y otra estación húmeda o lluviosa, con altos niveles de precipitación <sup>8</sup>.

Este doble modelo de las precipitaciones ha servido para que algunas clasificaciones climáticas nominen a este tipo de clima tropical también como climas mixtos o regiones cálidas-secas y cálidas-húmedas.

El perfil climático de esta región de América del Sur expresa claramente esta diversidad climática de los trópicos. Así, el clima ecuatorial lluvioso predomina en la zona de la Cuenca del Amazonas, Guyana y el litoral de Brasil, caracterizado por precipitaciones copiosas y constantes durante todo el año.

El nivel de precipitación anual más bajo está sobre los 1.500 mm <sup>9</sup>, este alto índice de lluvias está determinado no solo por la influencia del paso dos veces al año de la Convergencia Intertropical y por las masas de aire ecuatorial, sino por la abundancia en la región de bosques, ríos, y pantanos que producen enormes cantidades de vapor de agua. En efecto, la humedad relativa en estas zonas rebasa el 90-95% en las noches, la cual puede disminuir en el día hasta el 70-75%, sin embargo, sigue siendo muy alta <sup>10</sup>.

Las temperaturas se caracterizan por su uniformidad anual, la media anual se sitúa alrededor de los 27° C, la oscilación térmica anual apenas alcanza los 2°C en zonas continentales, casi inapreciable en estaciones insulares.

Sobre esta igualdad térmica intervienen no solo el equilibrio anual de las horas del día y de la noche y la elevada posición del sol, con ángulo mayor

---

<sup>8</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 330.

<sup>9</sup> Mc GREGOR, Glenn; NIEUWULT, Simon, op. cit. p. 261.

<sup>10</sup> MARTYN, Danuta *Climates of the World. Developments in Atmospheric Science*, University of Warsaw, Elsevier, Poland, 1992, p. 306.

de 60°, sino el efecto moderador del alto porcentaje de humedad y de nubosidad durante todo el año.

En el mes de julio los valores térmicos rondan los 24°C en la cuenca del Amazonas, cerca de 26°C en el Delta del Orinoco y disminuye con la altitud en regiones de montañas de Guyana hasta los 20°C. Sin embargo, la oscilación térmica diaria es notablemente superior a la anual, la cual puede alcanzar hasta los 8°C, debido a esta situación, es popular la expresión de las "noches invernales" en estas regiones ecuatoriales así como, notoria la ausencia de una estación fría.

La vegetación característica de esta región es el bosque tropical lluvioso, denso y siempre verde, sobre terrenos con alto contenido de hierro típicos de la zona. En zonas de costa, el bosque no supera los 15 m de altura y está formado por manglares.

A medida que la latitud aumenta y nos alejamos de las regiones ecuatoriales con climas lluviosos, se produce una variación gradual en el clima debido a la disminución en la cuantía de las lluvias, que se les conoce como climas ecuatoriales de transición o subecuatoriales<sup>11</sup> que indican el paso hacia los climas tropicales propiamente dicho, caracterizados por la alternancia de dos estaciones o temporadas anuales: una seca y otra lluviosa. En esta zona de América del Sur, este clima se reconoce en regiones situadas entre los 5° y 10° latitud norte y sur, extendiéndose a latitudes más altas en algunas zonas

Los cambios estacionales de esta variedad climática, también quedan establecidos por la cantidad de lluvia registrada y su reparto durante el año. Los niveles de precipitación anual fluctúan entre los 600 y 1.500 mm de lluvia, puede variar favorecidos por los efectos del relieve hasta alcanzar valores cercanos a los 2.000 mm. La vegetación se ha adaptado a estas condiciones climáticas, de doble estación, siendo común de estas regiones

---

<sup>11</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 334.



el paisaje de sabana, que incluye una gran variedad de formaciones vegetales tropicales.

El cambio de las condiciones atmosféricas que se experimenta en estas regiones a lo largo del año, está ligado a los movimientos estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical, estos desplazamientos definen las temporadas de las lluvias en la región, que como se ha indicado, se distinguen dos períodos: una estación seca, con muy pocas lluvias que coincide con el invierno en el hemisferio correspondiente y otra estación lluviosa, más fresca durante el verano.

Generalmente, en la zona septentrional del continente, el período más seco está comprendido entre octubre y marzo, con unos niveles de precipitación bajos. Mientras que en la región al sur del Ecuador, la estación seca se registra entre los meses de marzo y octubre, con predominio de los vientos de componente sureste.

Fuera de este esquema, se encuentra la zona del Caribe, al norte del continente, que presenta claras características de clima cálido seco en virtud de la tendencia a la limitada cantidad de lluvia registrada debido en parte, a la exposición de los vientos marinos del nordeste, más secos y calurosos, durante casi todo el año.

Esta región seca, en términos de precipitación, incluye toda la costa de Venezuela, desde la Península de Paria, hasta la ciudad de Cartagena, en Colombia (62°-75°30'W), con un límite sur, aproximado, en los 10°30'N. En esta zona, se registra un promedio de precipitación de 900 mm anuales, que no representa ni la mitad de los valores de otras regiones tropicales semejantes como, la región central de Filipinas que tiene un promedio de 2.400 mm anual (1969), Indonesia se acerca a este rango con 2.300 mm (1955) o la zona próxima de América Central que mantiene un media de 3.000 mm anuales <sup>12</sup>.

---

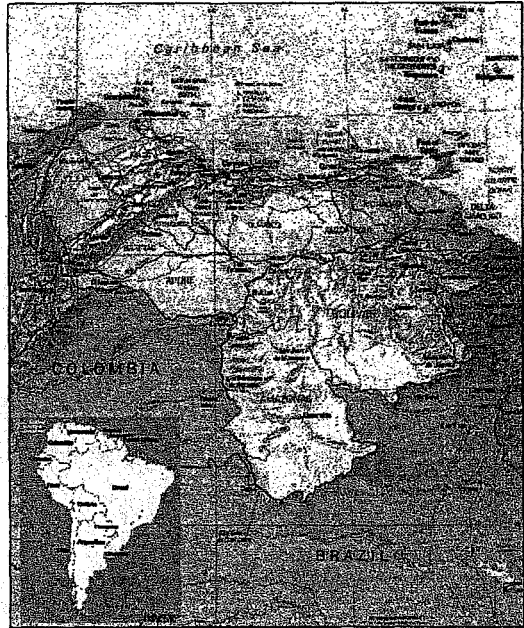
<sup>12</sup> SCHWERDTFEGGER, Werner (Ed.) *World Survey of Climatology*, volume 12, "Climates of Central and South America", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York. 1976, p. 348.

En la zona norte de Venezuela, la lluvia puede aparecer en dos períodos del año, entre octubre y diciembre, cuando los vientos del este son menos fuertes y principalmente, de mayo a julio, cuando la Zona de Convergencia Intertropical está bastante cerca del área.

Las áreas del litoral o de las islas del Caribe mantienen una regularidad térmica anual, al estar bajo la influencia del efecto termorregulador de las masas oceánicas. Los valores térmicos medios, generalmente no sobrepasan los 27° C estos valores pueden disminuir de forma considerable, en función de la altitud. Asimismo, las temperaturas varían notablemente en los meses previos a la temporada lluviosa, que se caracteriza por un aumento brusco de los valores térmicos.

### **Comentarios**

A través, de los rasgos climáticos de América del Sur específicamente la zona oriental de la cordillera andina hemos trazado un marco general de las características de los tipos de clima en esta región septentrional del trópico que nos aproxima a la situación climática de Venezuela a partir de aquí, la investigación se orienta al análisis de los factores climáticos que configuran el clima general del país para luego reconocer los matices y las variedades de los climas locales de tres regiones particulares de la zona norte.



3 Mapa de Venezuela

### Venezuela – región geografía

Venezuela se encuentra en el extremo más septentrional de América del Sur, entre las latitudes  $01^{\circ}$  -  $12^{\circ}$  norte y  $60^{\circ}$  -  $73^{\circ}$  de longitud oeste. La superficie total es de  $912.050 \text{ Km}^2$ , limita al norte con el Mar Caribe y el océano Atlántico, al sur con Brasil, al este con la Guyana y al oeste con Colombia [3]. La variedad de su topografía interviene de manera decisiva en la formación de los diferentes tipos de climas del país al punto que, su relieve nos permite dividir el territorio en tres amplias regiones: la zona del litoral al norte, la zona de los llanos al centro y la zona de Guayana al sureste del país <sup>13</sup>.

La primera zona al noroeste, formada por la Cuenca de Maracaibo al oeste, la elevada Cordillera de Mérida con desarrollo noreste-suroeste y propio al norte, se encuentra la Cordillera de la Costa que se extiende de este a oeste. Debido a los bajos niveles de precipitación en la región litoral el clima se considera seco, sin embargo, el generalizado alto contenido de

---

<sup>13</sup> SCHWERDTFEGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 326.

humedad en el aire de esta franja norte definen la situación climática como, cálida y húmeda.

La zona al centro, conocida como los llanos por sus bajos niveles de altitud que no exceden los 300 metros, está formada por la Cuenca de los ríos Orinoco, Apure y Meta. El clima está caracterizado por dos marcados períodos: de lluvia y de sequía. En esta región climática destaca la vegetación de sabana con algunos crecimientos de árboles a lo largo de las riberas de los ríos, los manglares y pantanos son típicos de la región del delta del Orinoco y en los niveles más altos es característico el *arbusto del chaparral*.

La zona sureste, es la región montañosa de Guayana que representa entre un 30 y 50% de la superficie total del país, con altos niveles de precipitación durante todo el año debido a que está bajo la influencia de la zona de convergencia intertropical. Los niveles de altitud de las montañas van de los 400 a los 1.400 metros, en determinados sectores las elevaciones pueden llegar a los 2.000 metros. La vegetación característica de la región son los bosques pluviosos que generalmente se encuentra en cotas de montaña menores de los 600 metros, también son frecuentes las estepa de montaña y las zonas de sabana.

La altitud resulta el principal factor modificador de las temperaturas y del clima venezolano. La vegetación refleja esta diversidad topográfica ya que se observa desde la vegetación semidesértica en la costa oriental del Golfo de Venezuela, pasando por los bosques pluviosos en las faldas de la Cordillera de la Costa hasta llegar al arbusto y prado de montaña, el frailejón, en las elevadas montañas de la Cordillera Andina.

En este sentido, la relación efectiva que existe entre los elementos climáticos, de la biotemperatura, la precipitación y la humedad del aire con respecto a la variación local de la vegetación está expresado en el Mapa Ecológico de Venezuela preparado por Holdridge en 1965. Este estudio presenta una distribución geográfica de las 22 zonas de vida o

formaciones vegetales reconocidas en el territorio y plantea, al mismo tiempo, la lógica implicación que tienen los factores climáticos sobre otros elementos naturales del medio ambiente, como la fauna inclusive en algunas actividades del hombre y sobre factores físicos, como el tipo de suelo, relieve o características hídricas de la región. A través, de esta información se puede verificar los distintos tipos climáticos del país <sup>14</sup>.

### **Características climáticas generales**

El clima en Venezuela es netamente tropical, con las variantes climáticas asociadas a las particularidades regionales. Antes de establecer una clasificación de las variedades climáticas que se encuentran en el país, será oportuno considerar la influencia que ejercen los factores climáticos de la radiación solar y la circulación atmosférica sobre la región, en la configuración del clima a escala general. Para luego analizar, la interrelación de los diferentes elementos climáticos junto a otras variables locales que definen las distintas variedades de climas del país.

### **Radiación solar**

La radiación solar de onda corta es el elemento climático fundamental en la formación del clima. La latitud es un factor que influye considerablemente en la cantidad de radiación solar que recibe la superficie de la tierra y está en relación directa a la proximidad con la línea ecuatorial. De este manera, a menor distancia del Ecuador mayor es la intensidad de la incidencia solar y a medida que, la latitud aumenta éste factor tiende a disminuir hasta ser casi imperceptible en los polos.

Con respecto a esto, las regiones de bajas latitudes -en teoría- son las zonas de máximo calentamiento al tener mayor incidencia solar todo el

---

<sup>14</sup> EWEL, John *Zonas de vida de Venezuela: memoria explicativa sobre el mapa ecológico*, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Caracas, 1968, pp. 15-17.

año, sin embargo, el alto porcentaje de días con cielos nublados propios de esta franja, modifican cuantitativamente estos valores.

La cantidad promedio de radiación de onda corta anual que llega a la superficie superior de la atmósfera a nivel del Ecuador es de 853 ly/día, en latitudes a 10°N el valor es 842 ly/día y se reduce a medida que se aleja del Ecuador, así a los 20° de latitud norte se recibe un promedio de 806 ly/día <sup>15</sup>.

Pero, cuando la radiación atraviesa la atmósfera, esta por sus propiedades absorbentes y reflexivas disminuye cerca de un 50% la radiación de onda corta que llega a la superficie de la tierra. De esta manera, se explican los elevados valores de radiación solar anual que incide sobre la superficie de Venezuela, tal como se verifica en la TABLA I, estos promedios representan un poco más de la mitad de la radiación que llega a la superficie de la atmósfera.

Los promedios registrados en las diferentes estaciones mantienen esta relación casi constante, ya que, el progresivo alejamiento con respecto a la línea del Ecuador no es suficiente para producir grandes variaciones en la intensidad de radiación solar recibida en la superficie.

**TABLA I**  
Promedios mensuales de radiación de onda corta (ly/día)

Estación	Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
Santa Elena	04°36'N	448	479	509	512	427	416	442	465	502	479	456	415	462
S. Fernando	07°53'N	424	464	470	410	344	334	364	376	399	407	414	413	402
Mérida	08°35'N	509	537	562	565	501	487	521	544	542	492	492	492	520
Barcelona	10°27'N	467	509	548	543	507	478	502	507	516	487	453	438	496
Coro	11°25'N	478	543	590	580	546	543	568	581	576	491	467	453	535

Medida de la incidencia de radiación solar directa más difusa en la superficie horizontal a nivel de la tierra. Fuente: World Survey of Climatology, Vol.12, p. 327.

<sup>15</sup> SCHWERDTFEGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 327.

Sin embargo, la altitud si influye de forma directa sobre el aumento de la incidencia de la radiación solar, esto queda demostrado en las estaciones de San Fernando y Mérida, si bien comparten casi la misma latitud, se nota un registro mayor de radiación solar en Mérida debido a que la ciudad se encuentra a 1.495 metros de altitud.

Otro rasgo que acompaña la extensión latitudinal (01° y 12° N) de la región venezolana, es la igualdad de duración que existe entre la duración del día y la noche. Sin embargo, estos valores pueden verse afectados tanto temporal como espacialmente, por las notables diferencias de nubosidad del cielo que es característico de las regiones tropicales.

La mayor cantidad de insolación solar, generalmente, se registra entre los dos primeros meses del año en la región al sur de los llanos, en Puerto Ayacucho (05°36'N, 73 msnm.) donde se ha llegado a medir una máxima media mensual de 11.4 horas al día mientras que, en Caracas (10°30'N, 835 msnm.) el valor alcanzó en ese período (1961-1990) las 10.9 horas.

El promedio mensual de duración de insolación, para ese período, en casi toda la región venezolana alcanzaron las 200 horas <sup>16</sup>. La incidencia solar de la zona noreste, es considerablemente elevada, con respecto al resto del país. En Coro (11°25'N, 16 msnm.) se registraron valores promedio alrededor de 3.000 a 3.200 horas anuales, en el período señalado (1961-1990).

### **Circulación atmosférica**

La circulación atmosférica sobre Venezuela está afectada por la influencia de la hondonada intertropical de bajas presiones ecuatoriales, donde convergen los vientos alisios del noreste y del sureste.

---

<sup>16</sup> Salvo que se indique lo contrario, todos los datos climatológicos de Venezuela han sido tomados de las *Estadísticas Climatológicas de Venezuela, Período 1961 – 1990*, Fuerza Aérea Venezolana, Servicio de Meteorología, publicación especial N° 5, Caracas, 1993.

Como consecuencia, entre diciembre y abril la mayor parte del país está bajo el influjo de la zona del alisio del noreste donde se producen marcadas inversiones de temperatura en una franja comprendida entre los 1.500 a 2.000 msnm, conocida como la zona de inversiones del alisio. Al sobrepasar este nivel, el aire carece de humedad con lo cual el proceso convectivo de creación de nubes es reducido definiendo la temporada seca en Venezuela.

Mientras que el resto del año, de mediados de abril a noviembre, el país se encuentra bajo la influencia de la zona de convergencia intertropical debido al desplazamiento progresivo del sistema de presiones hacia el norte, caracterizado por una actividad intensa en la formación de nubes que determinan el período lluvioso en el territorio.

La zona norte del litoral, está bajo el control de los vientos alisios todo el año que soplan casi paralelo a la línea de costa y la depresión ecuatorial está presente siempre al sur en las regiones montañosas de Guayana.

Los vientos de componente E predominan al levante de los 64°W, como en la estación de Barcelona mientras que, sobre el resto del área más occidental, como es el caso de Maracaibo (71°44'W) los vientos de componente norte están presentes gran parte del año, principalmente de abril a octubre, como se puede verificar en la **TABLA II**.

La presencia de los vientos septentrionales sobre el occidente del país, se justifica por el cambio de posición de la Convergencia Intertropical en el extremo occidental entre los 5 y 10°N.



**TABLA II**

Dirección prevaleciente de los vientos en Venezuela

Estación	Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
S. Fernando	07°53' N	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Mérida	08°35' N	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	ENE	ENE	WSW	WSW	WSW	WSW
Barquisimeto	10°14' N	ENE	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Barcelona	10°27' N	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	SSE	SSE	SSE	SE	ESE	ESE	NNE
Caracas	10°30' N	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE
Maracaibo	10°34' N	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE
Coro	11°25' N	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Fuente: Estadísticas Climatológicas de Venezuela, período 1961-1990.

Las direcciones del viento son variables según las regiones sin embargo, prevalecen los vientos que provienen del Norte (N), del Noroeste (NNE) y del noreste (NE). En las zonas costeras predominan los vientos provenientes del este franco (E), como en Coro, a menos que un accidente geográfico de la costa modifique este patrón como sucede en la ciudad de Barcelona. De la misma manera, en zonas de montaña se observa la modificación del esquema direccional de los alisios por causa de la topografía, como en el caso de Mérida donde predominan los vientos del suroeste.

De esta manera, los vientos alisios del hemisferio norte, de natural secos y calurosos, prevalecen durante la estación seca entre los meses de noviembre a abril mientras que, la depresión ecuatorial está vinculada a la estación lluviosa, comprendida entre los meses de mayo a octubre.

Como se ha señalado, en las características climáticas de América del Sur, el período seco corresponde al invierno en el hemisferio norte mientras que la estación lluviosa coincide con el verano. A menudo esta inversión estacional ha producido confusión cuando los términos de "verano" e "invierno" se han aplicado para denominar las dos estaciones en el clima tropical de esta región. En cualquier caso, conviene especificar que el "verano" es la estación seca o período de sequía, caluroso y con pocas lluvias, que se desarrolla durante los meses de noviembre a abril. Mientras que, el "invierno" es la estación lluviosa o período de lluvias, húmedo y con

temperaturas moderadas, que se disfruta normalmente entre los meses de mayo a octubre.

La simple denominación de dos períodos estacionales basada en el régimen de lluvias anual, está popularmente extendida en Venezuela, sin embargo, no expresa todas las particularidades climáticas relacionadas con las variantes regionales de cada lugar. Esto explica el hecho de que existan zonas que aún cuando mantienen el ritmo de las dos estaciones, seca y lluviosa, pueden presentar variaciones mes a mes en los niveles de lluvia, así como en los registros de la incidencia solar y en consecuencia en las oscilaciones de las temperaturas, con dos picos de máximos y mínimos al año, debido a los desplazamientos de la circulación atmosférica.

### **Zonas climáticas de Venezuela**

Dentro del clima tropical de Venezuela, se pueden distinguir cinco variedades climáticas reguladas por los períodos de lluvia y su relación con los rangos de temperatura.

La zona costera al norte, presenta el tipo de clima marino seco y una pequeña área del litoral al noreste se caracteriza con el tipo marino húmedo. En la zona central de los llanos, es típico la variedad de tipo continental, definido por la marcada presencia de las dos temporadas, seca y lluviosa. La región de Guayana al sur, se identifica con el tipo de clima húmedo continental y por último, la región montañosa de la Cordillera de los Andes y una pequeña área de las montañas de Guayana poseen los rasgos típicos del clima de montaña.

### **Precipitaciones**

La distribución mensual de las lluvias en el territorio, define dos patrones de distribución anual: el modelo de los llanos, en la zona central con un máximo de lluvias que coincide con los meses en que la altura del sol es más elevada y otro de sequía, durante los meses cuando se reduce el

ángulo de incidencia solar. El otro modelo es el semianual o doble, que se diferencia del primer patrón por presentar dos oscilaciones durante el año, alternando períodos lluviosos y secos.

En la zona costera con sus dos variantes climáticas, es común el segundo patrón de lluvias. Por un lado, las zonas con el tipo marino seco se distinguen porque el registro mínimo de lluvias coincide con los meses en que el sol está más alto en el hemisferio y se presenta un segundo período seco en el mes de julio, conocido como el "verano de San Juan", por la proximidad con las fiestas del santo.

En zonas con clima marino húmedo, las precipitaciones están relacionadas con los movimientos estacionales de la depresión ecuatorial. Este modelo doble de lluvias con dos máximos y mínimos también es frecuente en las áreas con climas de montaña y en la región de Guayana, con clima húmedo continental.

La precipitación anual en Venezuela, generalmente, aumenta según nos desplazamos de la línea de la costa hacia el sur del territorio. Esta distribución progresiva de los rangos anuales en sentido norte-sur, indica un rasgo curioso del comportamiento de las lluvias en el país puesto que, comúnmente los máximos de lluvias están relacionados a la gran cantidad de vapor de agua que se produce en regiones próximas al mar.

Sin embargo, en el caso venezolano, esta generalidad se invierte ya que la zona costera presenta los niveles más bajos de lluvias mientras que la región sur, más alejada del mar, se caracteriza por ser la más lluviosa. Comprende rangos de lluvia, que van aproximadamente de los 300 mm al año registrados en las islas del Caribe hasta valores superiores a los 3.500 mm de precipitación propios de la zona sur de Guayana.

De esta manera, las bajas precipitaciones así como, la inclinación hacia un mínimo de lluvias durante los meses de alto-sol (entre junio y agosto) en el hemisferio norte, es un rasgo climático particular y anómalo de esta franja

norte del Caribe, comparado con otras regiones de costa tropical similares en otros continentes y situadas a la misma latitud.

La zona costera al este y el área del Golfo de Maracaibo registran unos niveles de precipitación particularmente bajos, inferiores a 500 mm/año y que se refleja en la aridez del paisaje.

En la zona norte y oeste de Venezuela, los niveles de precipitación más elevados se registran entre octubre y noviembre, un segundo período inferior de lluvias se da entre abril y mayo mientras que, los valores más bajos se observan en enero y febrero. La baja precipitación de estas áreas es consecuencia de la presencia permanente de los vientos alisios y las circulaciones que se desarrollan a lo largo de la cadena montañosa.

Al mismo tiempo, las precipitaciones producidas en la zona de los alisios plantean otro rasgo distintivo, que es la disimetría de las lluvias entre las regiones de barlovento y sotavento de las montañas. Proceso que está relacionado con la incidencia de la orografía así como, a las características del flujo del aire que debe salvar el obstáculo que impone el relieve <sup>17</sup>.

De este modo, se explica la modificación del patrón de lluvias en la zona de montaña de la Cordillera de la Costa, en las laderas de sotavento de la cordillera, la tendencia es a la supresión de la lluvia, acompañado del efecto de la 'lluvia-sombra' <sup>18</sup>. Contrario a lo que ocurre, en las laderas de barlovento de la cadena montañosa, entre los 500 a 1.500 metros de altitud, en las cuales, los registros pluviométricos pueden alcanzar hasta los 2.000 mm anuales. De igual forma, en la costa oriental del país, la presencia del Golfo de Paria y las cuencas de los ríos, provocan un aumento de los registros de lluvia anuales.

---

<sup>17</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 176.

<sup>18</sup> SCHWERDTFEGGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 359.

Los valores de precipitación en la región de los llanos pueden alcanzar los 1.500 mm anuales, presenta dos temporadas perfectamente definidas durante el año. Por un lado, una estación lluviosa que va de abril a octubre en la cual, el máximo de lluvia se registra en el mes de julio.

En la estación de San Fernando de Apure – 07°41'N, 67°25'W - se ha registrado en el período 1961-90, un promedio mensual de 276 mm de lluvia en ese mes. El resto del año, la relativa ausencia de las lluvias definen la temporada seca y es frecuente que en el primer trimestre del año no se registre lluvia alguna.

La región del sur, la más húmeda, presenta la mayor cantidad de lluvia en el país, con rangos que oscilan entre los 2.000 hasta los 4.000 mm anuales. En la estación de Puerto Ayacucho – 05°36'N - la precipitación total anual registrada es de 2.269 mm, en el período 1961-90.

En esta zona meridional, como hemos señalado, la lluvia es constante todo el año y es común que se presenten dos máximos, el primero entre los meses de mayo a julio y el segundo puede aparecer el último trimestre del año decreciendo en diciembre.

Estos datos confirman la relación inversa de la cuantía de lluvia con respecto a la línea de la costa, la región mientras más alejada se encuentra del litoral registra los mayores niveles de precipitación.

La cantidad de lluvia que se registra en Venezuela se recoge durante pocos días al año, esto representa un rasgo típico de la región y a su vez, demuestra la gran variabilidad de los días en el trópico.

A este respecto, los datos recogidos entre mayo y noviembre del año 1968 en las estaciones de Coro y Puerto Ayacucho, así lo confirman, en solo tres días de lluvia en Coro se recibió el 90% del total anual mientras que en la

zona al sur de los llanos, en Puerto Ayacucho alcanzó el 50% del total de lluvias <sup>19</sup>.

Considerando que en Coro, durante el período lluvioso, la precipitación se concentra en 6 días al mes, lo que supone que el 90% de lluvia se recibió en el 50% del total de días lluviosos mientras que en Puerto Ayacucho, normalmente, con un reparto de lluvias más uniforme como en el resto del país, llueve 21 días al mes por tanto, el 50% de precipitación registrada en el período se recibió en el 14% de los días. Como todos los días lluviosos no son iguales, al promediar estos altos porcentajes de agua recibida no contribuyen a aumentar la cantidad total de lluvia.

Estos grandes volúmenes de lluvia recogidos en tan corto tiempo es un rasgo climático propio de la zona tropical, que se debe, no tanto a los cambios de la circulación atmosférica a gran escala sino a las perturbaciones más pequeñas y transitorias, en concreto, a los densos chubascos y las repentinas tormentas que las acompañan.

### **Temperatura**

La incidencia solar es un condicionante decisivo de la temperatura por tanto, significa que la variación de la radiación solar a lo largo del año condiciona las oscilaciones de los valores térmicos anuales.

En Venezuela, esta correspondencia entre radiación y temperatura queda expresada en zonas altas de montaña donde los cielos están más despejados. Este patrón se modifica en áreas bajas próximas al mar que mantienen temperaturas relativamente estables todo el año debido al impacto que tiene el efecto térmico de la gran masa oceánica. Por otra parte, el alto nivel de nubosidad del cielo puede atenuar el efecto de la radiación solar sobre los valores térmicos.

---

<sup>19</sup> SCHWERDTFEGGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 344.

El relieve representa otro factor de significativo que influye sobre las desigualdades climáticas del país, al disminuir la temperatura conforme aumenta los niveles topográficos.

Con respecto a la influencia de la altitud sobre las condiciones climáticas, específicamente sobre la temperatura, existe el concepto de piso climático que ha sido ampliamente utilizado para la definición climática de la cordillera andina.

En el caso de Venezuela, se distinguen cuatro estratos regionales según la altitud: la tierra helada, a partir de los 3.000 metros de altitud y con 9°C temperatura promedio anual, la tierra fría (2.000 msnm, 15°C de media), la tierra templada (800 msnm, 22,5°C) y la tierra caliente a nivel del mar con una media de temperatura anual de 27,5°C <sup>20</sup>.

Esta denominación en función de altitud varía en otras clasificaciones, donde la tierra cálida comprende zonas hasta una altura de 2.000 metros, la tierra templada entre 2.000 y 3.000 metros, la tierra fría se encuentra entre los 3.000 y 4.000 metros de altitud y cuando se sobrepasan los 4.000 m. se considera como tierra helada <sup>21</sup>.

En cualquier caso, se comprueba que el gradiente térmico vertical [4], o la media anual de disminución de temperatura con respecto a la altitud, está en torno a los 6°C/Km, con pequeñas diferencias anuales asociadas a la variabilidad de la altura del sol.

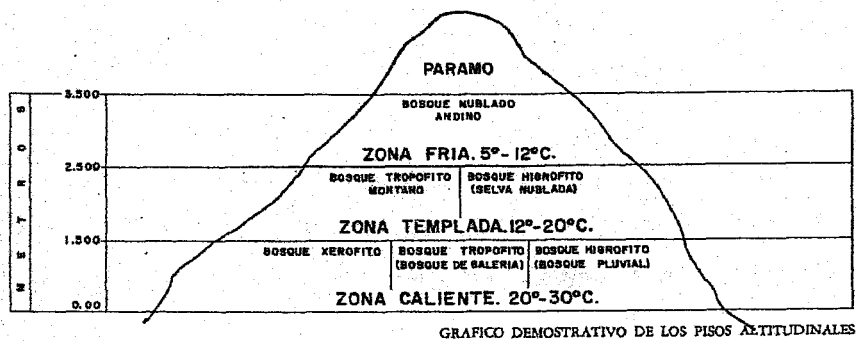
Un estudio sobre "Caracterización de zonas climáticas en Venezuela" realizado por Hobaica M.E. evidencia la distribución desigual de la población en el país. <sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> SCHWERDTFEGGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 339.

<sup>21</sup> GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge, op. cit. p. 283.

<sup>22</sup> HOBAICA, María Eugenia, En GONZÁLEZ, Eduardo (Ed.) *Memorias de la Conferencia Internacional sobre confort y comportamiento térmico de edificaciones*, COTEDI, Maracaibo, 2000.



#### 4 Esquema de los pisos altitudinales en Venezuela

La mayor concentración de población, cerca del 80%, se asienta en zonas climáticas moderadas ubicadas principalmente en la zona norte, en torno a los 500 metros de altitud con una oscilación térmica anual entre 17 y 27°C.

Estos datos indican las necesidades mayoritarias de confort de la población y las líneas de investigación a considerar en el campo arquitectónico para el diseño de los edificios en Venezuela.

Por otra parte, la elevada densidad poblacional se ha convertido en un elemento modificador del clima ya que ha influido en la desaparición de gran parte de los bosques pluviosos reemplazándolos por zonas de cultivo y siembras de otros árboles de menor importancia.

De esta forma se explica el amplio abanico térmico en Venezuela donde las temperaturas mínimas anuales comprenden valores que están por debajo de 0°C en la "tierra helada" en los picos de la cordillera andina con nieves perpetuas, hasta un valor máximo medio anual de 33 °C registrado en Maracaibo (65 msnm.) o en Ciudad Bolívar (43 msnm.).

Las temperaturas máximas absolutas en zonas bajas alcanzan unos grados más que la media, en Maracaibo se ha llegado a los 39,6°C y se ha



sobrepasado los 40°C en regiones como Puerto Ayacucho (73 msnm.) o Ciudad Bolívar.

Por otro lado, en regiones de montañas como Mérida (1.495 msnm.) o la Colonia Tovar (1.790 msnm.) las temperaturas medias anuales no superan los 20°C y se han registrado valores mínimos absolutos de 10°C en Mérida y de 4°C en la Colonia Tovar. A pesar de estos registros, en cualquiera de los casos las oscilaciones térmicas medias se mantienen bajas en el conjunto del año.

Las oscilaciones térmicas anuales en Venezuela son bajas, en general no alcanzan los 5°C, de modo que el clima puede calificarse como isotermo. Así lo demuestra la amplitud térmica anual de nueve estaciones meteorológicas en el año 1990, recogidos en la TABLA III. Para este año se registra una variación mínima de 1,8°C en Barquisimeto y una máxima de 4,2°C en la ciudad de Coro. Al examinar un período más largo (1981-90) este rango se reduce, donde la oscilación máxima de temperatura se acerca a la mínima, siendo la diferencia mínima anual registrada de 1,5°C en Barquisimeto y la máxima de 2,9°C en Maracay.

**TABLA III**  
Oscilación media anual de temperaturas en Venezuela (°C)

Estación	Latitud		Elevación metros	Rango Medio 1990	Rango Medio 1981-1990
	Longitud N	W			
Barquisimeto	10°14'	69°19'	613	1.8	1.5
Ciudad Bolívar	08°09'	63°33'	43	2.7	2.2
Colonia Tovar	10°25'	67°17'	1.790	2.7	1.9
Coro	11°25'	69°41'	16	4.2	2.3
Maracaibo	10°34'	71°44'	65	3.9	2.0
Maracay	10°15'	67°39'	436	3.4	2.9
Maturín	09°45'	63°11'	68	2.7	1.3
Mérida	08°36'	71°11'	1.479	2.5	1.7
San Fernando	07°41'	67°25'	47	4.0	2.8

Fuente de datos: Calculado de las Estadísticas Climatológicas de Venezuela, Período 1961 - 1990. Ministerio de la Defensa.

Sin embargo, ocurre lo contrario con la amplitud térmica diaria que está comprendida entre 9°C a 12°C, excepto en la zona del litoral donde puede disminuir hasta los 6°C.

Un estudio climático en este sentido, correlaciona la oscilación promedio diaria con la altitud donde se expresa variaciones térmicas que están en el orden de 10,9°C en regiones sobre los 100 a 1.000 metros de altitud, 9,8°C en la región de los llanos con elevaciones menores de 100 metros, 9°C en regiones de montaña y puede llegar a registrarse una variación mínima de 7,3°C en regiones por debajo de los 100 metros de altitud, próximas a la costa <sup>23</sup>.

La escasa variabilidad de los valores térmicos diarios en las zonas cercanas al mar es un rasgo característico de la temperatura del litoral caribeño aún cuando, esta franja se caracteriza por la relativa ausencia de nubosidad. De esta forma, las posibles oscilaciones de temperatura diaria asociadas al efecto de la incidencia solar son alteradas por la influencia que ejerce en ella, la alta inercia térmica del océano.

La oscilación anual de temperatura del aire a lo largo de la costa está entre los 26,5°C y 27,5°C, situación que varía un poco en la zona noroeste, en la cuenca de Maracaibo donde el promedio de temperatura anual puede alcanzar los 28,5°C. La proximidad del océano afecta también los promedios anuales de temperatura pero en menor grado.

Asimismo, el proceso de lluvia influye sobre los valores térmicos a corto plazo es decir, la menor o mayor oscilación de la temperatura diaria está condicionada por el momento del día en que se produce la lluvia y por la cantidad registrada. Normalmente, las precipitaciones se presentan en las horas diurnas con lo cual se reduce el efecto moderador sobre las temperaturas.

---

<sup>23</sup> SCHWERDTFEGER, Werner (Ed.) op. cit. p. 339.

## **Humedad**

Los valores de humedad relativa media registrados en Venezuela son altos. Para el período 1961-90, el promedio más bajo es de 72% en San Antonio del Táchira (7°51'N, 72°27'W, 377 msnm.) y el rango medio máximo de 85% se registró en el sur del país, en Tumeremo (7°41'N, 61°27'W, 180 msnm.).

En el litoral central, en Maiquetía los valores se mantienen elevados y constantes durante el año entre el 81 y el 84% de humedad, asimismo, en la ciudad cercana de Caracas, el promedio anual es de 79% de humedad.

La ciudad de Coro, al noroeste, con una media de precipitación anual baja de 364 mm, por el contrario, mantiene una media de humedad relativa elevada alrededor del 76%, sin embargo, otros elementos físicos y climáticos, describen esta zona como una de las más áridas del país.

Algo similar ocurre, en otra zona costera al occidente, en la ciudad de Maracaibo, con una media de precipitación de 580 mm anual (1961-90), la humedad relativa se mantiene a niveles altos, entre el 73 y 81%, durante todo el año.

Si se relaciona este alto nivel de humedad con las altas temperaturas anuales, el tipo de clima de esta región se considera cálido y húmedo, aún cuando registren escasas precipitaciones. Algunas clasificaciones denominan estos climas, como cálidos mixtos, y también, se pueden reconocer en otras regiones del país.

Los datos sobre humedad del aire asociados con los valores térmicos influyen de forma directa sobre el bienestar humano, por tanto, su consideración tiene especial interés a efectos del diseño de los edificios en la zona tropical.

## **Resumen del clima de Venezuela**

Venezuela, situada en la zona intertropical entre 1°-12° N y 60°-73° W presenta características climáticas generales que corresponden al clima tropical, cálido húmedo, con variantes regionales asociadas a la diversidad del relieve topográfico que comprende desde zonas ubicadas a nivel del mar hasta puntos que alcanzan los 5.000 metros de altitud en la Cordillera de Los Andes.

Tal como sucede en la franja tropical, las variaciones estacionales en el país son resultado del régimen de lluvia anual, que definen dos temporadas al año que comúnmente se conocen como el período seco y el período lluvioso.

Las oscilaciones térmicas anuales son poco significativas por lo que el clima venezolano se puede definir como isotermo. La temperatura media anual, variable según la región y el nivel de altitud, ronda entre los 26° y 27°C, con un mínimo de 19°C en zonas de montaña y una máxima media de 27,8°C en la región de costa al noreste. La amplitud de las temperaturas medias anuales está alrededor de los 4°C en muy pocas regiones del país – ver Tabla III-. Sin embargo, la variación diurna de las temperaturas sobrepasan notablemente la variación media anual y puede alcanzar valores entre 12°C y 13°C.

El contenido de humedad relativa del aire es elevado durante todo el año, en la totalidad del territorio, los valores medios están comprendidos entre el 72% y el 85% de humedad. Los registros de radiación solar son elevados sin embargo, pueden sufrir modificaciones como consecuencia de la alta nubosidad del cielo propia de la franja intertropical.

El reparto de las precipitaciones varía según la región destacando la zona norte del litoral por los bajos valores de lluvia mientras que la región al sur posee los registros de lluvia más elevados.

El comportamiento de los vientos también variable de acuerdo con las regiones sin embargo, son comunes las velocidades de viento bajas en la mayor parte del territorio con unos valores promedio que están entre 1,5 m/sg y pueden alcanzar los 6,1 m/sg en las regiones insulares y en las penínsulas al norte.

### **Comentarios**

Hasta ahora se han estudiado las características climáticas generales de Venezuela lo que permite al arquitecto plantear las estrategias de diseño bioclimáticas básicas para lograr espacios adecuadamente acondicionados al clima del trópico para alcanzar el bienestar de los ocupantes en estas zonas.

Aún así, cada región climática presenta diferencias espaciales y temporales que conviene revisar en un análisis detallado a fin de lograr las mejores condiciones de confort en los espacios.

A partir de aquí, el marco geográfico de este estudio se reduce solo a la región norte de Venezuela donde se exponen los rasgos climáticos de las tres ciudades – Barcelona-Puerto La Cruz, Caracas y Barquisimeto - donde se asienta el grupo de edificaciones 'árboles para vivir' seleccionadas por esta investigación.

## **Región climática norte**

### **Características generales**

El clima de la zona norte del litoral, según la clasificación climática basada en la relación de los niveles de precipitación y temperatura del aire, se distingue como un clima cálido seco, sin embargo, esta definición es modificada por los elevados índices de humedad del aire que se registran en el conjunto de la región septentrional. Por tanto, la situación climática regional del norte se caracteriza con un clima cálido húmedo, lo que interesa a efectos del diseño del control climático de los edificios.

En el capítulo anterior, se ha hecho referencia a las características climáticas generales de la zona norte según los valores de temperatura del aire, el esquema de precipitaciones o la incidencia solar sin embargo, dentro del clima regional se distinguen variedades de '*topoclimas o climas locales*'<sup>24</sup> que se producen básicamente por las diferencias del relieve.

A su vez, el clima local incluye una serie de condiciones climáticas distintas que determinan los '*microclimas*' de un lugar como resultado, del efecto modificador de situaciones naturales, como la presencia de lagos, ríos o mares, accidentes topográficos, formaciones vegetales o asentamientos humano.

A partir del conocimiento de la interrelación de los factores del clima de un sitio a escala local y microclimática es posible plantear la pautas para el diseño arquitectónico climáticamente responsable.

De esta manera, una exhaustiva evaluación de las variables climáticas y las características naturales de lugar determinado, permite aprovechar al máximo las cualidades del clima como base para proponer las estrategias

---

<sup>24</sup> Vale hacer la distinción entre clima local y microclima. Diversos autores han definidos distintos criterios sobre las áreas de intervención de cada uno de ellos. En este sentido, Landsberg, ubica el clima local entre el microclima y el clima regional; Mörikofer expresa que el clima local comprende un área de 100 m y 1.000 m; Flohn y Barry aumentan los valores entre 100 m y 10.000 m; Yoshino plantea una escala vertical entre los 10 cm y 1 Km y Choissnel, propone que el topoclima, en espacio llano, no debe exceder un radio de 10 Km en torno a la estación meteorológica mientras que, el microclima no supera los 100 metros.

de diseño bioclimático para lograr espacios habitables lo más confortables posibles para el hombre.

Al mismo tiempo, en un proceso inverso, el conocimiento climático del lugar nos proporciona los datos necesarios para reconocer e interpretar las condicionantes del clima que están reflejadas en una propuesta arquitectónica específica y en ese sentido, se pueden valorar y contrastar los criterios de diseño del proyecto en respuesta a las circunstancias climáticas.

Esta investigación se ha planteado el estudio del comportamiento climático del concepto arquitectónico de los 'árboles para vivir' a través de una selección de edificaciones ubicadas en tres ciudades diferentes dentro de la región norte de Venezuela.

Para lo cual, conviene revisar el clima local de cada uno de estos lugares mediante la información climática que proporcionan las estaciones meteorológicas más cercanas a estos lugares donde se asientan los edificios.

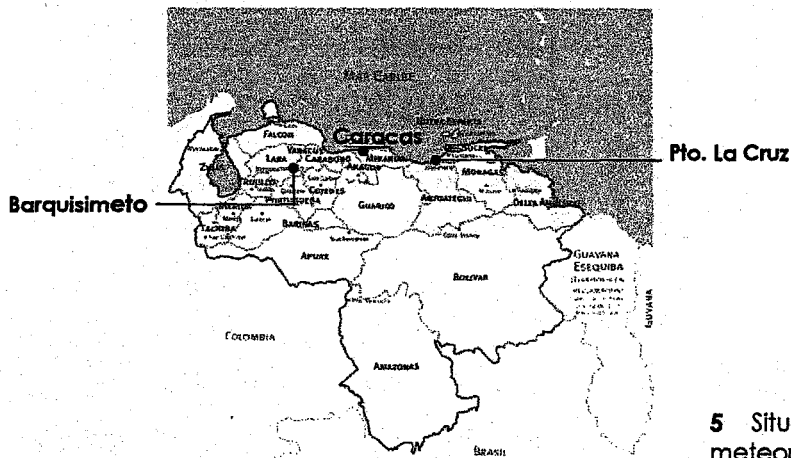
### **Metodología del análisis climático**

Para este estudio climático local se han seleccionado tres estaciones meteorológicas ubicadas al norte del país controladas por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana <sup>25</sup>.

En sentido este-oeste, se encuentra en primer lugar, la estación de Barcelona (10°27'N, 64°41'W), la segunda estación en la ciudad de Caracas (10°30'N, 66°53'W) y por último, un poco más al oeste, la estación de Barquisimeto (10°14'N, 69°19'W) [5].

---

<sup>25</sup> Todos los datos han sido extraídos de *Estadísticas Climatológicas de Venezuela, Período 1961 – 1990*.



**5** Situación de las estaciones meteorológicas Barcelona - Pto. La Cruz, Caracas y Barquisimeto.

Aún cuando, estos lugares mantienen rasgos climáticos similares se presentan diferencias en los elementos que constituyen el clima debido básicamente a la influencia directa que tiene sobre el comportamiento climático la variación en los niveles de altitud y la proximidad de la ciudad con la línea del litoral.

La investigación climática de estas localidades, contenida en este capítulo, comprende la recopilación y valoración de los datos climáticos de las diferentes estaciones meteorológicas en base a los registros mensuales y anuales de las variables de temperatura, humedad relativa, radiación solar y el comportamiento del viento, los cuales se expresan de forma gráfica para una rápida comprensión de la situación climática de cada lugar.

En el apartado siguiente, esta información será aplicada sobre el ábaco psicrométrico planteado por Givoni y corregido para zonas cálidas húmedas para establecer las necesidades de confort en el interior de los edificios y a partir de allí, establecer las líneas generales de diseño recomendadas para el control climático de la arquitectura en el trópico.



## **Variables climáticas**

Los diferentes parámetros ambientales que intervienen en la definición del clima y que a su vez, afectan el bienestar térmico del ser humano considerados en este análisis, son: la temperatura del aire, radiación solar, la humedad relativa y el comportamiento del viento.

Las variaciones estacionales del clima de Venezuela quedan establecidas por el patrón de lluvias anual por tanto, para completar la información climática se considera pertinente incluir la variable de la precipitación ya que, tiene una influencia directa sobre los valores de humedad además que representa un elemento importante a considerar en el diseño de las edificaciones. La variación en el tiempo y la interrelación de estos elementos determinan el comportamiento climático del lugar.

Las variaciones temporales en los clima tropicales son más apreciables a escala diaria, más que en el desarrollo mensual o anual donde se puede hablar de una regularidad climática. Sin embargo, las estadísticas climáticas que suministran las estaciones meteorológicas corresponden a registros promedios mensuales y anuales. A través, de esta información climática de un período de tiempo prolongado se puede conocer las condiciones climáticas predominantes del lugar y podremos contrastar con los datos climáticos recogidos dentro del análisis ambiental del comportamiento de las edificaciones.

## **Resumen climatológico por estaciones**

El resumen climatológico de cada escenario geográfico contiene las siguientes variables o elementos del clima:

- La temperatura del aire, expresa la variación mensual en base a los valores medios, máximos y mínimos medios, valores máximos y mínimos absolutos La amplitud media diaria se calcula en base a la diferencia entre la máxima y mínima media.
- La humedad relativa, se exponen los valores medios junto con los registros de máxima y mínima media.
- El comportamiento del viento se mide según la velocidad media (m/sg) y la velocidad máxima con las respectivas direcciones predominantes.
- La radiación solar proporciona datos sobre la duración media de insolación por horas, con máximas y mínimas medias. Además de los registros medios de radiación solar con máximas y mínimas absolutas medidos en MJm<sup>-2</sup>.
- La precipitación reúne el valor total de lluvia mensual y el máximo registrado durante un día del mes.
- La evaporación comprende el valor total mensual y el máximo medido en las velocidades promedios mensuales del período seleccionado.

## **Barcelona - Puerto La Cruz**

La ciudad costera de Puerto La Cruz está situada en el estado Anzoátegui, en la región nororiental de Venezuela, muy próxima a la ciudad de Barcelona, capital del estado, donde se encuentra la estación meteorológica, por tanto, los datos climáticos aportados por este observatorio se consideran válidos para la zona de Puerto La Cruz. El observatorio Barcelona está ubicado a 10°27' de latitud norte y a 64°41' de longitud oeste y a 7 metros sobre el nivel del mar.

Es una ciudad caracterizada por el clima cálido húmedo durante todo el año. El litoral caribeño en esta región destaca por la costa poco accidentada hasta llegar a Puerto La Cruz, los islotes de Puerto Píritu y los archipiélagos derivados de las estribaciones de la serranía de Turimiquire. Más del 90% del estado están formados por relieves planos y ondulados que forman paisajes de mesetas. La temperatura, humedad del aire y tipo de suelo caracteriza la vegetación de la costa como xerófila.

### **Situación climática**

#### **Temperatura del aire**

Las oscilaciones térmicas anuales son poco significativas debido al efecto moderador de la inercia térmica del mar. La temperatura media anual registrada en el período de 1961-90, es de 26,6° C con máximas absolutas que sobrepasan los 39° C, normalmente entre los meses de agosto a octubre. Las temperaturas más bajas se registran en el primer trimestre del año, con una mínima media de 22,4° C y con una mínima absoluta de 12,5° C. La amplitud térmica media diaria ronda los 10° C, según los datos estadísticos de las tablas.

#### **Humedad relativa**

Los valores de humedad relativa son elevados todo el año. La media de humedad registrada en este período oscila entre el 71% y 81% que logran una media anual de 73% de humedad y los valores de máximas medias llega a los 96% entre los meses de agosto a noviembre.

## Resumen climatológico período 1961/90

estación: **Barcelona**

latitud: **10°27' N** longitud: **64°41' W** elevación: **7 msNM**

elemento		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
<b>TEMP °C</b>	media	25.5	25.9	26.8	27.5	27.7	26.9	26.3	26.5	26.8	27.0	26.7	26.0	26.6
	máx media	31.4	31.7	32.4	32.7	32.8	32.1	31.8	32.1	32.7	32.9	32.4	31.8	32.2
	mín media	20.5	20.9	21.9	23.1	23.6	23.3	22.8	22.8	22.9	22.9	22.4	21.3	22.4
	máx absoluta	35.5	37.0	37.9	37.8	37.7	37.5	36.0	39.0	39.3	39.0	38.6	35.0	39.3
	mín absoluta	12.8	15.2	12.5	16.9	18.5	20.3	19.5	19.3	18.7	19.7	18.1	15.6	12.5
<b>HUMEDAD %</b>	media	74	72	71	71	74	79	81	81	80	79	79	76	76
	máx media	95	95	94	94	94	95	95	96	96	96	96	95	95
	mín media	49	56	47	50	51	55	57	56	53	53	54	51	52
<b>PRES hPa</b>	media	13.2	12.9	12.5	12.0	12.4	13.6	13.9	13.1	12.3	11.4	11.2	12.4	12.6
	máx media	15.6	15.6	15.2	14.4	14.6	15.5	15.7	15.0	14.5	13.7	13.5	14.7	14.8
	mín media	11.1	10.7	10.2	9.6	10.1	11.4	11.8	11.0	10.1	9.1	9.1	10.4	10.4
	máx absoluta	20.1	19.8	19.6	18.4	18.5	21.7	19.8	20.1	19.6	18.6	18.2	20.1	21.7
	mín absoluta	6.2	4.2	3.7	4.2	3.9	7.2	7.3	6.1	4.5	4.0	3.8	5.5	3.7
<b>VIENTO m/sg</b>	media	2.8	3.2	3.3	3.2	2.9	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.6	2.7
	dir prevai	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	SSE	SSE	SSE	SE	ESE	ESE	NNE
	vel máx	15.7	16.6	18.1	19.4	17.5	18.8	21.0	19.5	22.6	22.8	22.9	18.0	22.9
	dir vel máx	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	W	N
<b>INSOL horas</b>	media	9.3	9.8	9.6	8.7	8.2	7.1	7.5	7.6	8.1	8.5	8.5	8.7	8.5
	máx media	10.9	11.2	11.1	11.0	11.2	11.1	11.0	11.1	10.9	10.9	10.8	10.5	11.0
	mín media	4.0	4.7	4.3	2.5	1.8	1.3	2.2	2.2	2.7	2.5	3.0	3.5	2.9
<b>RAD MJm<sup>2</sup></b>	media	17.20	18.33	20.32	19.82	19.02	17.39	17.68	18.15	18.46	17.52	16.28	16.13	18.07
	media	23.70	26.13	29.14	27.68	26.50	27.05	27.30	27.05	28.30	26.50	29.57	23.74	29.14
	mín absoluta	5.95	9.00	8.83	5.53	2.47	4.77	6.20	6.15	6.15	7.70	5.07	5.19	2.47
<b>PRECIP mm</b>	total	7	3	2	8	48	105	119	121	84	59	44	24	624
	máx diaria	38.6	42.7	15.0	45.7	72.9	62.5	65.5	81.1	74.9	63.1	48.1	47.8	81.1
<b>EVAP mm</b>	total	139	145	175	164	150	101	87	84	92	102	97	115	1451
	máx diaria	14.5	14.5	10.7	9.3	11.3	7.5	7.0	6.2	7.0	7.9	9.3	10.3	14.5
observaciones	Presión a nivel medio del mar, sumar 1000 hPa. Fuente: Fuerza Aerea Venezolana, Servicio de Meteorología													

Aún en los meses más secos, en términos de lluvia, los valores de humedad se mantienen alrededor de la media anual sin embargo, se nota la influencia de la escasez de precipitaciones en el primer trimestre del año donde se que se registran los valores medios más bajos.

### **Viento**

El comportamiento de los vientos es variable según la época del año aún cuando, los datos estadísticos establecen que la dirección prevaleciente del viento es NNE.

Durante el primer semestre, predominan los vientos que provienen del NNE mientras que, el resto de los meses predominan los vientos de componente SSE. El promedio anual de la velocidad del viento es bajo en el orden de 2,7 m/sg y la velocidad máxima media anual es elevada de hasta 22,9 m/sg asociada a los vientos del Norte.

### **Radiación Solar**

La radiación solar global media es de 18,07 MJm<sup>-2</sup>. La oscilación absoluta de radiación solar está comprendida entre un valor máximo de 29,14 MJm<sup>-2</sup>, en el mes de marzo y los 2,47 MJm<sup>-2</sup>, registrada en mayo.

La duración media de insolación anual está en el orden de las 8,5 horas que comparadas con las 11 horas como máxima media indican que la atmósfera se encuentra cubierta el 22% del tiempo.

### **Precipitación**

El patrón de lluvias corresponde a la región litoral de El Caribe con clima seco. La temporada de lluvia se hace presente entre los meses de junio a septiembre con valores entre 105 mm y 121 mm decreciendo hasta final del año. En la época seca, los niveles no superan los 8 mm mensuales.

La precipitación total anual promedio registrada entre 1961-90 es de 624 mm lo cual, no representa ni la mitad de los valores de evaporación del aire que están en los 1.451 mm.

## **Caracas**

Caracas, ciudad capital de Venezuela, se encuentra en la región norte-centro del país. La estación meteorológica de Caracas - *La Carlota* - se ubica a 10°30' de latitud norte y a 66°53' de longitud oeste, a una elevación de 835 metros sobre el nivel del mar.

La ciudad se caracteriza por tener un clima cálido húmedo moderado, beneficiado por los efectos de la altitud, sin embargo, la aglomeración de población y la construcción masiva en el área urbana resulta un elemento modificador significativo de las condiciones climáticas. La ciudad está emplazada en el Valle de Caracas, cruzado por el Río *Guaira*, en la serranía de la Cordillera Central. De esta manera, la accidentada orografía define la variabilidad de los niveles de altitud que superan los 1.000 metros en las zonas de las colinas circundantes.

### **Situación climática**

#### **Temperatura del aire**

La temperatura de Caracas se caracteriza por una regularidad térmica anual demostrado en la escasa oscilación de las temperatura medias mensuales que no alcanzan el grado  $-1^{\circ}\text{C}$ -. El valor térmico medio anual registrado en el período 1964-90 está en el orden de los  $22^{\circ}\text{C}$ , con una mínima media de  $18,1^{\circ}\text{C}$  mientras que, el valor máximo promedio alcanza los  $27,8^{\circ}\text{C}$ . La amplitud media diaria está alrededor de los  $9,7^{\circ}\text{C}$ , superando los  $11^{\circ}\text{C}$  en los dos primeros meses del año. La variación de temperatura absoluta puede llegar a los  $25,3^{\circ}\text{C}$ , si se comparan los  $35,3^{\circ}\text{C}$  de temperatura máxima absoluta con respecto a los  $10^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima absoluta.

#### **Humedad relativa**

Los valores de humedad relativa se mantienen elevados durante todo el año. El promedio de humedad medida en Caracas es de 79%, con una oscilación anual que va de 93% de humedad máxima media contra 53% como el valor mínimo medio. Aún cuando, la escasa oscilación media mes

a mes no define claras diferencias en el porcentaje de humedad del aire durante el año, los valores más bajos se registran en la temporada seca, - con menos lluvias-, en el primer trimestre del año.

### **Viento**

Los vientos tienen una dirección predominante del SSE durante todo el año pero con velocidades medias mensuales bajas, la media anual es de 2,2 m/sg. Mientras que los vientos con velocidades máximas, entre 14 m/sg y 24 m/sg, presentan un comportamiento variable en cuanto a las direcciones de procedencia.

### **Radiación Solar**

El valor promedio anual de radiación solar global está en 16,44 MJm<sup>2</sup>, con un valor máximo medio de 17,94 MJm<sup>2</sup> en marzo y un registro mínimo medio en diciembre de 14,18 MJm<sup>2</sup>.

La radiación solar máxima absoluta alcanza los 31,78MJm<sup>2</sup> contra un valor mínimo absoluto de 2,60 MJm<sup>2</sup>. La duración media de insolación en Caracas para este mismo período es de 6,9 horas si se contrasta con la máxima media de 10,4 horas significa que el 33% del tiempo el cielo se encuentra cubierto.

### **Precipitación**

La época del año donde se registra la mayor cantidad de lluvias, comprende los meses de junio a octubre, con valores mensuales entre 114 mm y 139 mm, mientras que la temporada seca coincide con los meses más fríos del año, entre diciembre y enero.

El total de precipitación anual es de 916 mm influenciado por la tendencia a los bajos registros que caracterizan la zona del litoral. Con respecto a la evaporación, el valor registro para este período alcanza los 804 mm anuales.

## Resumen climatológico período 1964/90

estación: **Caracas**

latitud: **10°30' N** longitud: **66°53' W** elevación: **835 msNM**

elemento	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual	
<b>TEMP °C</b>	media	20.2	20.8	21.7	22.7	23.2	22.6	22.2	22.3	22.7	22.4	22.0	20.7	22.0
	máx media	26.6	27.6	28.6	29.0	28.8	27.8	27.4	27.7	28.3	28.1	27.6	26.6	27.8
	mín media	16.0	16.3	17.2	18.6	19.6	19.4	18.9	18.7	18.7	18.5	18.1	16.8	18.1
	máx absoluta	31.9	34.1	35.3	33.5	34.4	32.8	33.6	31.5	32.2	31.4	31.2	30.8	35.3
	mín absoluta	10.0	10.9	11.4	12.5	13.1	14.9	14.1	14.3	15.5	13.1	11.9	10.0	10.0
<b>HUMEDAD %</b>	media	78	76	74	76	78	80	81	82	80	81	82	81	79
	máx media	97	96	95	95	96	97	96	97	97	97	98	97	97
	mín media	51	48	46	48	51	55	56	56	54	55	56	55	53
<b>PRES HPA</b>	media	19.6	19.5	19.3	18.9	19.2	20.1	20.3	19.7	18.9	18.1	18.0	19.0	19.2
	máx media	21.8	21.7	21.5	20.9	21.0	21.8	22.0	21.5	20.9	20.3	20.1	21.0	21.2
	mín media	17.7	17.3	17.0	16.4	16.7	17.9	18.1	17.4	16.5	15.8	15.8	17.0	17.0
	máx absoluta	25.0	25.4	25.1	25.1	24.8	25.4	25.5	25.6	26.7	24.3	25.0	26.6	26.7
	mín absoluta	13.4	13.0	12.3	11.6	12.8	13.9	14.1	11.7	11.4	10.1	11.2	17.5	10.1
<b>VIENTO m/sg</b>	media	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.6	2.4	2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	2.2
	dir preval	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE
	vel máx	14.0	14.5	16.5	19.8	19.7	21.0	19.2	19.0	18.0	24.0	18.2	21.5	24.0
	dir vel máx	W	WNW	WNW	NW	ENE	S	S	W	SW	NW	NNW	N	NW
<b>INSOL horas</b>	media	7.4	7.7	7.6	6.1	5.9	6.1	6.8	7.0	7.1	6.8	7.0	6.9	6.9
	máx media	10.4	10.9	10.7	10.2	10.2	10.2	10.5	10.5	10.5	10.5	10.2	10.1	10.4
	mín media	2.1	2.8	2.1	0.8	0.8	0.8	1.0	1.2	1.4	1.3	1.6	1.5	1.4
<b>RAD MJm<sup>2</sup></b>	media	15.29	16.70	17.94	16.76	16.22	16.63	17.45	17.94	17.46	15.99	14.69	14.10	16.44
	media	24.54	28.81	27.34	27.22	28.05	27.55	29.69	30.82	25.62	27.72	24.87	31.79	31.78
	mín absoluta	5.86	6.66	5.95	3.22	3.1	6.11	4.65	5.28	4.10	3.68	2.60	3.89	2.60
<b>PRECIP mm</b>	total	16	13	12	59	80	139	121	124	114	123	73	42	916
	máx diaria	31	97	58	103	78	79	117	69	68	62	46	58	117
<b>EVAP mm</b>	total	67	73	96	84	80	66	60	57	56	56	52	57	804
	máx diaria	5.7	6.3	7.4	6.5	6.0	4.7	4.8	3.9	4.8	4.0	5.2	4.0	7.4
observaciones	Presión a nivel medio del mar, sumar 900 hPa. Fuente: Fuerza Aérea Venezolana, Servicio de Meteorología													



## **Barquisimeto**

La ciudad de Barquisimeto, capital del estado Lara, se encuentra en la zona noroeste de Venezuela. La estación meteorológica ubicada en la ciudad, está a 10°14' de latitud norte y a 69°19' de longitud oeste, a una elevación sobre el nivel del mar de 613 metros.

El clima de Barquisimeto se identifica como cálido húmedo según a relación de las variables de temperatura y humedad relativa que son elevados durante todo el año pero la escasa precipitación en la región altera en parte esta clasificación. La topografía del relieve se caracteriza por llanuras y la vegetación es particularmente xerófila como reflejo de las escasas lluvias.

### **Situación climática**

#### **Temperatura del aire**

Los registros indican una regularidad térmica a lo largo del año, la oscilación media máxima mensual está alrededor del 1,5°C. La temperatura media anual está alrededor de los 23,6°C, en el período 1961-90.

La amplitud anual de las temperaturas está en el orden de los 10°C como resultado de los 29,8°C de temperatura máxima media contra 19,8°C de temperatura mínima media, oscilación térmica que se percibe principalmente en el transcurso del día.

En marzo, el mes más caluroso del año en este período, la temperatura máxima registrada es de 37,5° C.

#### **Humedad relativa**

En correspondencia con la clasificación de clima cálido húmedo, los niveles de humedad relativa media se encuentran en el orden de los 78% con una oscilación media anual que está entre el 48% de mínima y el 95% de máxima media.

## Resumen climatológico período 1961/90

estación: **Barquisimeto**

latitud: 10°14' N longitud: 69°19' W elevación: 613 msNM

elemento	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual	
<b>TEMP °C</b>	media	22.8	23.3	23.9	24.3	24.0	23.5	23.1	23.5	23.9	24.0	23.9	23.1	23.6
	máx media	29.5	30.3	31.1	30.4	29.6	28.9	28.8	29.7	30.2	30.2	29.8	29.1	29.8
	mín media	18.6	19.0	19.6	20.6	20.6	20.2	19.8	19.9	20.1	20.2	20.0	19.1	19.8
	máx absoluta	33.9	35.4	37.5	35.6	35.6	34.0	32.8	33.8	34.0	34.1	33.6	32.8	37.5
	mín absoluta	13.4	13.2	12.6	15.2	16.5	16.1	16.4	15.4	15.4	15.1	15.0	13.8	12.6
<b>HUMEDAD %</b>	media	74	72	71	75	80	83	83	82	80	80	80	79	78
	máx media	94	92	91	93	96	97	97	96	96	97	97	96	95
	mín media	43	41	40	47	52	53	52	50	49	49	49	48	48
<b>PRES HPA</b>	media	11.5	11.2	10.7	10.2	10.4	11.7	12.0	11.3	10.6	9.7	9.9	11.1	10.9
	máx media	13.9	13.6	13.0	12.4	12.4	13.3	13.7	13.2	12.7	12.0	12.1	13.4	13.0
	mín media	9.1	8.5	7.9	7.6	8.0	9.3	9.7	8.9	7.9	7.0	7.3	8.8	8.3
	máx absoluta	17.6	17.5	18.1	18.4	17.7	18.3	19.6	18.6	18.6	15.4	16.2	17.1	19.6
	mín absoluta	5.1	3.1	2.0	4.1	3.7	5.1	5.1	3.0	2.5	2.4	2.8	4.2	2.0
<b>VIENTO m/sg</b>	media	3.4	3.5	3.6	3.7	4.4	4.5	4.5	4.6	4.4	3.8	3.3	3.2	3.9
	dir preval	ENE	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	vel máx	20.0	20.8	17.0	21.2	21.8	25.0	29.1	20.5	26.8	24.0	19.0	17.0	29.1
	dir vel máx	SSW	SSE	SSE	WNW	WNW	S	S	S	W	W	N	SSE	S
<b>INSOL horas</b>	media	8.4	8.4	7.8	6.1	6.2	6.7	7.5	7.8	7.6	7.3	7.4	8.0	7.4
	máx media	10.8	11.0	10.7	10.4	10.7	11.1	11.3	11.2	10.9	10.8	10.8	10.7	10.9
	mín media	3.6	2.6	1.8	0.4	0.3	0.7	1.5	2.1	1.2	1.6	1.8	2.3	1.7
<b>RAD MJm<sup>2</sup></b>	media	19.06	20.34	20.71	18.69	18.94	19.94	20.90	21.06	20.49	18.97	17.52	17.52	19.56
	media	29.48	31.78	31.74	30.36	33.87	36.93	34.54	33.74	32.03	36.76	30.10	30.15	36.93
	mín absoluta	3.98	3.77	5.23	1.80	4.86	6.24	4.52	7.83	4.77	5.19	3.68	4.90	1.80
<b>PRECIP mm</b>	total	9	8	14	65	75	78	77	53	39	49	48	25	540
	máx diaria	38	29	56	95	64	71	70	53	77	40	60	39	95
<b>EVAP mm</b>	total	137	146	172	146	118	102	101	109	114	112	102	114	1473
	máx diaria	8.7	10.0	11.4	10.8	10.4	10.1	8.3	8.8	7.6	7.2	6.7	7.1	11.4

observaciones

Presión a nivel medio del mar, sumar 1000 hPa.

fuelle: Fuerza Aerea Venezolana, Servicio de Meteorología

El registro de la mínima media de 40% de humedad se ubica en el mes de marzo cuando los registros térmicos pueden alcanzar el valor máximo y coincide con la temporada seca en términos de lluvia.

### **Viento**

El comportamiento de los vientos en la región es prácticamente constante durante todo el año, los vientos predominantes provienen del este (E). El promedio anual de velocidad del viento es de 3,9 m/sg y alcanza una velocidad media máxima de 4,6 m/sg en agosto.

La velocidad máxima del viento registrada en este período alcanza los 29,1 m/sg asociada a vientos provenientes del S. El efecto refrescante y el aumento de velocidad de las brisas se acentúan en las horas del atardecer.

### **Radiación Solar**

La radiación solar global media alcanza los 19,56 MJm<sup>-2</sup> el cual, representa el valor más elevado registrado en el continente venezolano<sup>26</sup> después de la ciudad de Coro, con 21,43 MJm<sup>-2</sup>, también al noreste.

La oscilación media anual de radiación solar en este período está en el orden de los 3,08 MJm<sup>-2</sup>. Los altos niveles de radiación se reflejan en los elevados niveles térmicos de la región.

La insolación media en el lugar es de 7,4 horas al día lo que supone, el 67% del total de la horas de sol registradas -10,9 horas/día- el cielo se encuentra despejado.

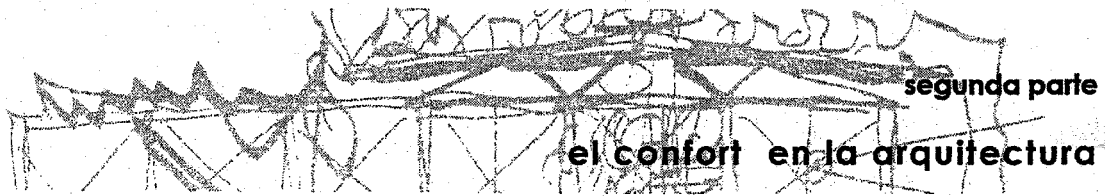
### **Precipitación**

Esta región se caracteriza por niveles de precipitación bajos durante todo el año, la mayor cantidad de lluvia se registra entre los meses de abril a julio, con valores entre los 65 mm a 78 mm. La precipitación total anual registrada en Barquisimeto es de 540 mm y con un promedio escaso durante

---

<sup>26</sup> Según las datos de las veinte estaciones meteorológicas que incluye el manual de estadísticas climatológicas con el que se ha trabajado.

el primer trimestre del año de 10,3 mm. mientras que la evaporación total ronda los 1.500 mm anuales.



**segunda parte**

**el confort en la arquitectura**

## **El confort en la arquitectura**

Las condiciones que identifican un ambiente, natural o físico, determinado como confortable no pueden definirse en términos absolutos ya que depende de la interrelación de multitud de elementos que influyen directa y de distinta manera sobre el hombre, suscitando en él, una serie de reacciones físicas y psicológicas para adecuarse al entorno. Sin embargo, existen patrones de comportamiento asociados a los aspectos social, cultural y geográfico que manifiestan diferentes niveles de adaptación.

La arquitectura es el resultado de un conjunto de determinantes diversas que involucran las características del lugar, la disponibilidad de recursos materiales y energéticos, la situación social, política y económica, el desarrollo tecnológico, las costumbres culturales y entre otras, están las condiciones climáticas que representan un elemento significativo en la respuesta arquitectónica sin embargo, definir la escala de influencia de cada factor dependerá de la decisión del arquitecto.

Esto determina que la apreciación de las cualidades de un lugar o un espacio arquitectónico determinado, por parte del ser humano, sea un proceso complejo donde intervienen al mismo tiempo, factores de orden subjetivos-sensoriales inherentes al hombre junto a la interrelación de los factores ambientales cuantificables del lugar que representan las condiciones físicas del ambiente.

En este sentido, un esquema analítico de confort en los espacios habitables, propuesto por Serra y Coch <sup>27</sup> establece dos claras distinciones de los elementos influyentes sobre este proceso, los parámetros ambientales de confort y los factores de confort del usuario que simultáneamente afectan las respuestas del ser humano ante una situación dada.

Los autores antes mencionados, expresan que "*... los parámetros ambientales de confort son manifestaciones energéticas, que expresan las*

---

<sup>27</sup> SERRA FLORENSA, Rafael y COCH, Elena, *Las energías en la arquitectura*, Quaderns d'Arquitectes, Ediciones UPC, Barcelona, p. 79

*características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes". Parte de estas variables específicas están asociadas a los sentidos – térmicos, acústicos o visuales - y sus variaciones temporales pueden ser cuantificables en términos físicos.*

*Mientras que los "... factores de confort del usuario son condiciones exteriores al ambiente que influyen sobre la apreciación de este". Por tanto, están relacionadas con las condiciones que manifiesta cada individuo en las cuales se distinguen las "... condiciones biológico-fisiológicas –herencia, sexo, edad, etc.-, condiciones sociológicas –tipo de actividad, educación, ambiente familiar, moda, tipo de alimentación, etc.- y condiciones psicológicas de cada uno de los usuarios."*

De esta forma, en términos amplios, la noción de confort ambiental no solo incluye las condiciones físicas del lugar que afectan "... el confort de tipo higrotérmico: temperatura y pureza del aire, humedad relativa, ventilación, radiación solar, con el añadido de otras variables como los 'ruidos' y los 'olores' (...) sino que contiene otros aspectos... estéticos y psicológicos como la calidad de la luz, el verde, el paisaje, la seguridad, el prestigio, etc" <sup>28</sup> y que en muchas situaciones están determinados por la sociedad.

La sensación de bienestar o confort del hombre, sin duda, depende del conjunto de estos parámetros ambientales y factores personales, sin embargo, las investigaciones sobre el tema, han demostrado la relación directa que existe entre el confort y el equilibrio energético del cuerpo es decir, para lograr el bienestar integral es fundamental, que el organismo mantenga su armonía térmica interna con respecto al entorno.

---

<sup>28</sup> *Architettura Bioclimática* (ENARCH'83) De Luca Editore, Roma 1983, p.18

## El confort térmico

El cuerpo como maquina térmica debe mantener un balance entre la cantidad de calor generado por el organismo y el flujo de calor intercambiado con el entorno de modo que conserve una temperatura corporal casi constante, alrededor de los 37° C, independientemente de las condiciones climáticas del medio ambiente.

Para regular este equilibrio térmico interno, el cuerpo intercambia energía, de forma permanente, con el medio ambiente a través de una serie de procesos físicos que impiden o favorecen la disipación hacia el exterior del calor producido por los procesos metabólicos.

En muchas situaciones - tal como sucede en los casos de clima cálido húmedo que hemos analizado en el capítulo anterior- el cuerpo se encuentra a mayor temperatura que el entorno de modo que *"se estará produciendo en él constantemente una pérdida de calor, que se denomina dispersión metabólica o velocidad del metabolismo. El bienestar higrotérmico se establece cuando el cuerpo pierde calor a la velocidad adecuada; una mayor velocidad implica sensación de frío y una menor velocidad, sensación de calor. A la velocidad adecuada se equilibran todos los intercambios energéticos que se originan en el hombre"* <sup>29</sup>. Esto significa que el ritmo de la transferencia energética corporal es variable y depende principalmente del grado y tipo de actividad física que se realice.

El cuerpo intercambia calor con el medio ambiente a través de los procesos de convección, radiación y en menor medida por conducción y logra disipar la energía excedente mediante de la evaporación. El funcionamiento de estos mecanismos naturales están sujetos al comportamiento de las variables climáticas del entorno.

La ganancia o pérdida de calor del cuerpo por convección, radiación o conducción están condicionados por las diferencias térmicas entre el

---

<sup>29</sup> NEILA GÓNZALEZ, F. Javier y BEDOYA FRUTOS, César, Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento, Editorial Munilla-Lería, Madrid, 1997, p. 65.



entorno y la superficie del cuerpo. Se estima que... *el promedio de temperatura de la piel, en situaciones interiores, está en torno a los 33-34°C*<sup>30</sup>. Cuando la temperatura del aire es menor, el cuerpo humano pierde calor mientras que si aumenta el nivel térmico, gana calor por convección.

Los intercambios convectivos representan la transferencia de energía de un cuerpo sólido en contacto con un fluido en movimiento de modo que, el nivel de pérdida de calor del cuerpo está relacionado directamente con la velocidad del aire, será mayor en la medida que aumente el movimiento del aire y siempre que, el nivel térmico del fluido sea inferior a la temperatura de la piel. El tipo y grado de vestimenta pueden favorecer o entorpecer esta transferencia térmica del cuerpo con el entorno

Un proceso similar ocurre con los intercambios de calor por radiación que dependen de los contrastes térmicos entre la piel y la superficies circundantes, siempre y cuando, la temperatura media radiante de las superficies sea inferior, el cuerpo podrá eliminar calor, en caso contrario, representará una ganancia térmica para el organismo.

Mientras que la transferencia de calor por conducción está determinado por la diferencia de temperatura entre la piel y la superficie en contacto con el cuerpo de manera que, la proporción de pérdida o ganancia depende de forma directa con el área física de relación con el volumen o la superficie. En esta medida, el intercambio energético por conducción es limitado e insignificante en condiciones de actividad física no así, mientras estamos sentados o acostados cuando el cuerpo mantiene un contacto prolongado con una superficie mayor momento en el cual, los intercambios por conducción pueden modificar la sensación de confort del individuo.

El intercambio energético del cuerpo humano por evapotranspiración siempre representa cesión de calor hacia el exterior. El proceso de evaporación ocurre tanto en los pulmones, donde el agua es eliminada en

---

<sup>30</sup> GIVONI, Baruch *Climate Considerations in Building and Urban Design*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1998 p. 15.

la respiración como a través de la piel, en forma de transpiración imperceptible o sudor.

Cuando la evaporación es más rápida que la secreción del sudor, la energía necesaria para el proceso se toma directamente del cuerpo en caso contrario, se forma una capa líquida sobre la piel que imposibilita la transferencia de calor, en ese momento, la energía necesaria para evaporar este sudor se obtiene del aire circundante, es por ello, que tanto la velocidad del aire como el porcentaje de humedad contenido en el ambiente, el tipo de ropa y la actividad física influyen de forma directa sobre el proceso de evaporación.

En condiciones calurosas y húmedas, el movimiento del viento es el mecanismo más efectivo para minimizar el efecto de la alta humedad del entorno sobre el cuerpo.

De esta manera, los procesos de intercambios térmicos del cuerpo con su entorno, están condicionados por las variables ambientales de un espacio, en particular, por la temperatura del aire que influye sobre los intercambios por convección y evaporación; la temperatura de radiación de las superficies – temperatura media de las superficies circundantes - actúa sobre las transferencias radiantes; el índice de humedad relativa que interviene sobre la disipación de calor por evaporación mientras que la velocidad del aire afecta los intercambios térmicos por convección y evaporación.

El efecto de estos parámetros climáticos sobre la sensación de confort depende en gran medida, de la actividad física relacionada a los niveles de producción metabólica y también, está condicionado por el nivel de arropamiento o el tipo de vestimenta.

Al respecto, el tipo de ropa ha sido un elemento usado históricamente por el hombre, para adaptarse a las condiciones climáticas de su entorno e

influye de forma significativa sobre el conjunto de los procesos de intercambio térmico.

La variación de alguno de estos factores modificará la sensación térmica que tenemos de un lugar determinado.

El confort humano, se ha definido de muchas formas según los efectos negativos o positivos que tiene el ambiente sobre el ser humano. En términos energéticos, Olgay ha planteado que "el hombre se esfuerza por llegar al punto en el que adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía. Las condiciones bajo las cuales consigue este objetivo se define como "zona de confort", donde la mayor parte de la energía humana se libera para dedicarse a la productividad" <sup>31</sup>.

### **Zonas de bienestar térmico**

La escala de condiciones climáticas donde el hombre manifiesta sentir comodidad o satisfacción térmica con el ambiente se reconoce como la 'zona de confort' o 'zona de bienestar térmico' la cual "supone la ausencia de cualquier sensación de incomodidad térmica –calor o frío- " <sup>32</sup> condicionada por la acción de los parámetros climáticos junto con las apreciaciones personales de cada individuo.

Numerosas investigaciones han intentado establecer criterios de valoración de las condiciones necesarias de un espacio interior o un lugar determinado para lograr el bienestar térmico del hombre en base al efecto combinado de todas o algunas de las variables mencionadas. Los resultados obtenidos expresan distintos índices térmicos o escalas de confort que varían según la valoración de los distintos autores y dependiendo de las condiciones climáticas del lugar y del grado de influencia de los parámetros ambientales seleccionados.

---

<sup>31</sup> OLGAY, Víctor, *Arquitectura y clima. Manual de diseño para arquitectos y urbanistas*, Editorial G. Gili, Barcelona, 1998 pp. 15.

<sup>32</sup> GIVONI, Baruch, op. cit. 3.

Sobre este particular, Olgyay señala que... "considerando la gama de observaciones y opiniones, no existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort" <sup>33</sup> de un lugar determinado. De modo que las diferentes índices de confort expuestos en estas investigaciones representa una herramienta de aplicación referencial en los procesos del diseño arquitectónico después de un análisis detallado de las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento.

En el ámbito arquitectónico nos interesa conocer aquellos estudios bioclimáticos que facilitan el análisis de los rasgos climáticos de un lugar determinado asociados al bienestar humano y que afectan el comportamiento térmico de los edificios. Como resultado, se establecen una serie de estrategias generales de diseño para mejorar las condiciones internas de confort en la edificaciones, acondicionadas de forma natural. Con este propósito, los diagramas bioclimáticos más usados, Olgyay -1963- y Givoni -1973-, expresan el efecto combinado de la temperatura del aire y la humedad sobre el confort térmico.

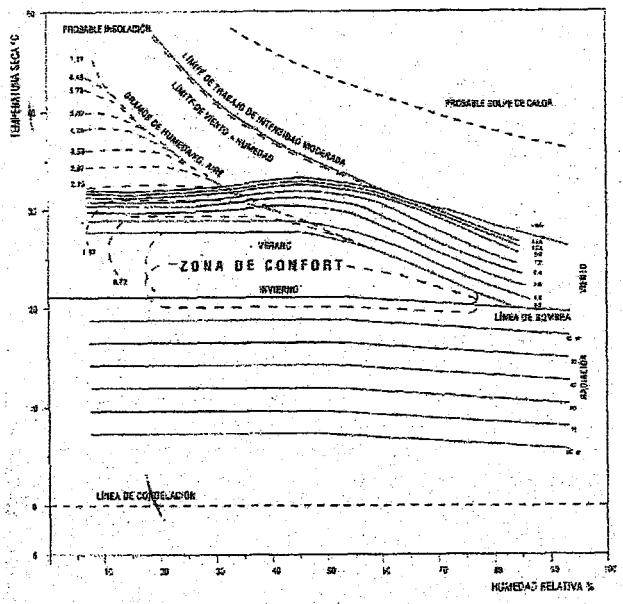
El diagrama bioclimático Olgyay [6], ha propuesto una zona de confort para situaciones exteriores en base a la influencia directa de los parámetros climáticos de la temperatura del aire y la humedad relativa. La amplitud de la zona de confort está asociada a mecanismos de corrección ambiental como el movimiento del aire, el calor radiante, el enfriamiento evaporativo y el tipo de vestimenta sin embargo no expresa la relación de otros factores de confort.

Este instrumento gráfico se utiliza básicamente para evaluar las condiciones climáticas exteriores de un emplazamiento aún cuando, Olgyay ha expresado, basado en su experiencia, que el nivel térmico del interior de un edificio se acerca mucho al exterior, de modo que sus cartas – carta bioclimática y la tabla de necesidades climáticas- pueden ser usadas

---

<sup>33</sup> OLGAY, Víctor, op. cit. p.18.

6 Diagrama bioclimático propuesto por V. Olavav.



para definir estrategias generales de diseño para edificios, en particular, construcciones ligeras en regiones cálidas húmedas <sup>34</sup>.

Posteriormente, la carta bioclimática para edificios planteada por Givoni, sobre la base gráfica de la carta o ábaco psicrométrico expresa la zona de bienestar térmico, en función de las condiciones ambientales internas del edificio en términos del nivel térmico del aire y humedad en un tiempo dado.

Fuera de los límites establecidos en la zona de confort se sugieren una serie de estrategias de diseño de acondicionamiento ambiental a través de medios pasivos y con bajo consumo de energía, como la ventilación diurna, la masa térmica de la edificación con o sin ventilación nocturna o el enfriamiento evaporativo, directo o indirecto, para facilitar la recuperación de los niveles de confort en el interior de los espacios.

<sup>34</sup> GIVONI, Baruch, op. cit. 27.

La carta bioclimática de Givoni, considera la repercusión térmica que tiene la propia edificación sobre las condiciones de confort del espacio interno. Es una herramienta útil que permite a partir de unas condiciones exteriores definidas plantear los criterios generales de diseño para aproximarse a una situación interna dentro de la zona de bienestar propuesta.

A efectos de esta investigación sobre arquitectura en el trópico cálido húmedo, interesa conocer la influencia de los elementos climáticos sobre el confort humano y establecer una zona de confort térmico ajustada a las condiciones climáticas del lugar que nos permita proponer o revisar las distintas recomendaciones generales de diseño para los edificios.

## **Bienestar térmico en climas tropicales**

La sensación de bienestar térmico en climas cálidos húmedos está afectada, principalmente, por las elevados niveles de temperatura y humedad durante todo el año. En muchos casos, la temperatura del aire se mantiene cercana a la temperatura de la piel, con lo cual el intercambio térmico del cuerpo por convección es reducido. Para alcanzar el bienestar térmico en este tipo de clima es indispensable el movimiento del aire el cual favorece la disipación de calor del cuerpo a través de la evaporación del sudor.

El planteamiento de una zona de bienestar térmico en la situación climática del trópico varía según la propuesta de los diferentes autores en términos de la relación que existe entre la temperatura del aire y la humedad relativa que, junto a la velocidad del viento representan los parámetros climáticos de mayor influencia para lograr el bienestar en estas regiones. Considerando el grado de actividad física y el índice de permeabilidad de la ropa, al aire y al vapor de agua contenido en el ambiente.

## **Estudios de bienestar térmico en Venezuela**

En este sentido, el grupo de investigación climática de la Universidad del Zulia <sup>35</sup> en Venezuela, ha realizado un análisis comparativo sobre una selección de zonas de confort térmico propuesta para la situación climática del trópico, con el propósito de establecer unos límites aproximados de una zona de bienestar térmico que responda a las condiciones climáticas de Venezuela, caracterizada con un clima cálido húmedo durante todo el año.

El esquema de análisis propuesto se basa en la correspondencia entre temperatura del aire y humedad relativa. La representación gráfica de estos datos climáticos se realiza sobre una carta psicrométrica de la cual, resulta

---

<sup>35</sup> GONZÁLEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar de; QUIROS, Carlos, *Proyecto, clima y arquitectura*, Universidad del Zulia, Ediciones G.Gili, México, 1986, Vol.1, p. 68.

la yuxtaposición de las distintas zonas de confort analizadas de donde se obtienen los rangos térmicos y de humedad relativa con mayor coincidencia a partir de las cuales, se establece o define de forma aproximada una Zona de Bienestar Térmico –ZBT- aplicable al ámbito venezolano. En concreto sobre las condiciones climáticas de Maracaibo, con clima cálido húmedo extremo todo el año de manera que, resultaría válida para otras situaciones similares o climas más moderados en el país.

Los autores de este estudio, en su momento –1986-, han expresado la necesidad de evaluar y ajustar la franja climática propuesta sobre la carta bioclimática para edificios de Givoni, corregida por González E. la cual ha sido comprobada en otras investigaciones a lo largo de estos años.

En este sentido, si se confronta la zona referencial de bienestar térmico propuesta en la carta bioclimática de González E. con la carta bioclimática para edificios de Givoni [7]<sup>36</sup> propuesta para regiones con climas cálidos en países en desarrollo, se observa que la amplitud climática de confort coincide con la escala planteada por Givoni.

En la carta bioclimática para edificios de Givoni, los valores térmicos de confort están comprendidos entre los 20° y 29°C de temperatura asociados a una oscilación de humedad relativa, entre 20% y 80%. Mientras que, la carta bioclimática corregida de González E. para la región de Maracaibo [8]<sup>37</sup> define una zona de bienestar térmico que incluye los 22° a 29°C de temperatura con un valor mínimo de 20% y un máximo de 75% de humedad relativa.

---

<sup>36</sup> GIVONI, Baruch, op. cit. 45.

<sup>37</sup> GONZÁLEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar de; QUIROS, op. cit. 72.



**7 Carta bioclimática de Givoni para climas cálidos.**

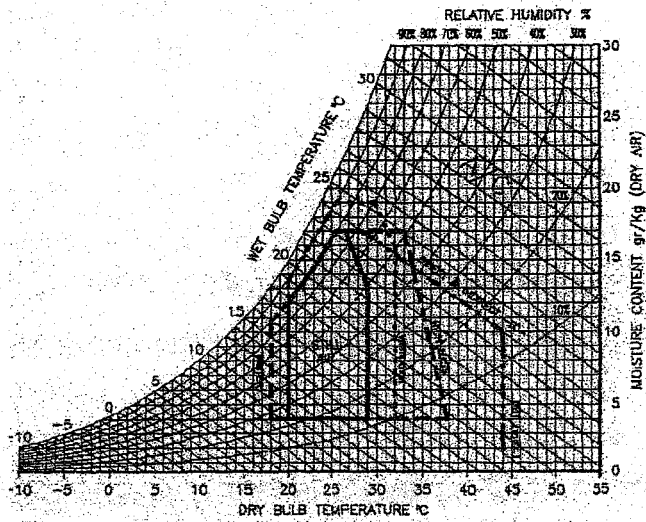
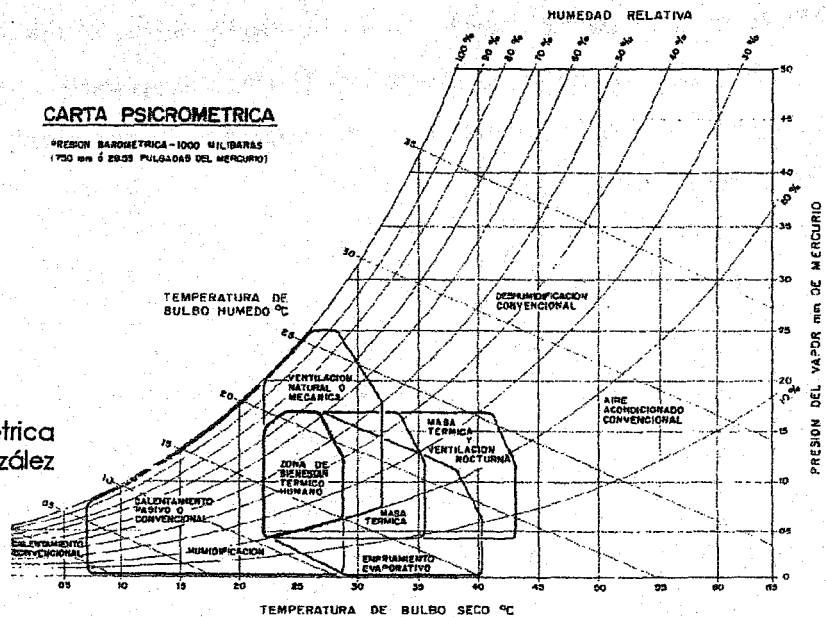


Figure 1-16. The different design strategies and humidities of the passive cooling approaches for hot, developing countries.

La relación entre las zonas de establecimiento del bienestar térmico en el interior del edificio mediante las distintas estrategias de diseño –ventilación, enfriamiento evaporativo, masa térmica del edificio y ventilación nocturna – son similares en ambos casos. Motivo por el cual, representa un instrumento de referencia de útil manejo para el diseño de edificios en clima tropicales.

**8 Carta psicrométrica propuesta por González para Maracaibo.**



Si bien, nuestra investigación no se ha planteado un análisis del confort térmico de los edificios residenciales de los 'árboles para vivir', ya que representaría un enfoque distinto de desarrollo, nos parece conveniente utilizar la carta bioclimática para edificios actualizada por González E. para Maracaibo para revisar la correspondencia entre la situación climática cálida húmeda de los lugares y las estrategias de diseño expresadas en el grupo de edificaciones estudiadas.

Paralelamente, el grupo de investigación del IDEC – Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción - de la Universidad Central de Venezuela, mantiene líneas de estudio para establecer las condiciones internas de temperatura en edificaciones con el objetivo de fijar criterios para el desarrollo de *Índices Térmicos y Rangos de Confort*, adecuados para la realidad venezolana <sup>38</sup>.

En tiempos más recientes, M.E.Hobaica presenta la investigación *Concepto de Confort Térmico y Predicción del comportamiento Eólico de Edificaciones*, sobre la efectividad de la ventilación natural de los edificios, como estrategia esencial de acondicionamiento ambiental de los espacios en climas cálidos húmedos.

El Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño – IFA- de la Universidad del Zulia en la actualidad, desarrolla un estudio sobre la Sensación Térmica y Confort en Condiciones Cálidas Húmedas <sup>39</sup> que persigue también, definir rangos de temperaturas internas para lograr el confort en viviendas ventiladas de forma natural en la ciudad de Maracaibo, partiendo de la base que la personas muestran distintos grados de adaptación al clima según las condiciones socio-culturales que determinan la percepción térmica de un ambiente dado.

---

<sup>38</sup> HOBAICA, María Elena (et al) "Diseño térmico en edificaciones en Venezuela", *Tecnología y Construcción IDEC 9*, 1993, p. 10 – 19.

<sup>39</sup> GONZÁLEZ, Eduardo (Ed.) *Memorias de la Conferencia Internacional sobre confort y comportamiento térmico de edificaciones*, COTEDI, Maracaibo, 2000, p-195 - 200 .

El estudio de Bravo y González compara dos escalas de sensación térmica, las 'Respuestas de la Sensación Térmica de los Individuos' (RSTI) con respecto al 'Voto Medio Previsible' (PVM) planteado por el modelo de Fanger.

Los resultados de este estudio de campo demuestra que el PVM está un grado por encima de las RSTI entre los niveles -1 (ligeramente con frío) y 1 (ligeramente con calor) en la escala de medida de la percepción térmica. Así también, el estudio de campo amplía el margen de la franja de bienestar térmico para el clima tropical, mencionadas anteriormente ya que, del grupo analizado, 150 personas en total, el 56% de las personas manifestó comodidad en la escala próxima a la sensación de confort (-1 y 1) en una situación térmica comprendida entre los 28° y 32,5°C de temperatura con valores de humedad relativa entre el 55% y 88%.

El aporte de las conclusiones, hace referencia a la capacidad de adaptación del cuerpo cuando se encuentra sometido a variaciones térmicas y que se manifiesta en el alto grado de tolerancia que muestra este grupo a elevadas temperaturas y humedades comparado con otros individuos en distintas situaciones.

Al mismo tiempo, la investigación demuestra la relatividad de los criterios de valoración de la sensación térmica y como no es posible aplicarlos a cualquier situación climática.

Sobre este particular, discurre la 'Adaptive Comfort Theory' discutida en el '*Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century*'<sup>40</sup>. Fergus Nicol, entre otros investigadores sobre el tema, plantea que los estándares de confort obtenidos en experiencias de laboratorios, en mucho casos, no representan las condiciones reales por lo que conviene ser revisados en función de los mecanismos de adaptación del hombre a cada circunstancia.

---

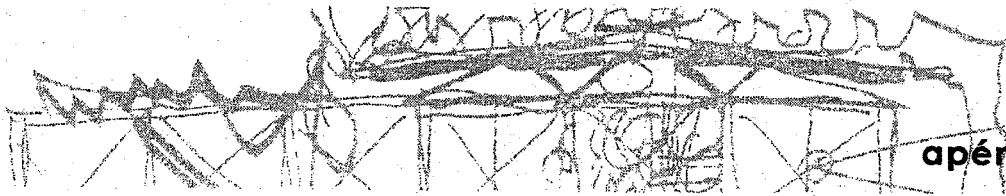
<sup>40</sup> <http://www.brookes.ac.uk/schools>

El desarrollo de la investigación sobre 'confort térmico por adaptación' proporcionará mayores herramientas de trabajo a los diseñadores para el planteamiento de las estrategias de diseño para los edificios donde el usuario aumente las posibilidades de control sobre el ambiente lo que repercutirá sobre su bienestar térmico.

Aún cuando, las investigaciones sobre el efecto del clima y los estándares de confort térmico en edificios residenciales en clima calientes en países en desarrollo, es limitado, se ha demostrado que las expectativas de bienestar térmico de la población en estas regiones presenta una mayor amplitud sobre el grado de tolerancia a situaciones con elevadas temperaturas y humedades <sup>41</sup>. En contraposición, se podría agregar que, el nivel de tolerancia al frío es menor que en otras latitudes.

---

<sup>41</sup> GIVONI, Baruch, *op. cit.* 37.



**apéndice**

## **Fuente de las ilustraciones**

La primera cifra se refiere a la numeración de la ilustración y la segunda a la página del libro.

- [1] Mapa región de los trópicos. OLIVA-ESTEVA, Francisco, 46
- [2] Regiones climáticas de América Tropical. Mc GREGOR, Glenn; NIEUWOLT, Simon, 252
- [3] Mapa de Venezuela. <http://www.a-venezuela.com/mapas>
- [4] Pisos altitudinales de Venezuela. OLIVA-ESTEVA, Francisco, 13
- [5] Ubicación de las estaciones meteorológicas. *Mapa de Venezuela*, <http://www.comunidadandina.org/quienes/map-ven.htm>
- [6] Diagrama bioclimático de V. Olgyay. LUXÁN GARCÍA DE DIEGO, Margarita (et al), 67
- [7] Carta bioclimática de Givoni para climas cálidos, GIVONI, Baruch, 45
- [8] Carta psicrométrica por González para Maracaibo. GONZÁLEZ, Eduardo (et al), 194
- [9] Revista Imagen I, año 32, 6

## Especificaciones del equipo de medición

### HIGRÓMETRO – Modelo 621C

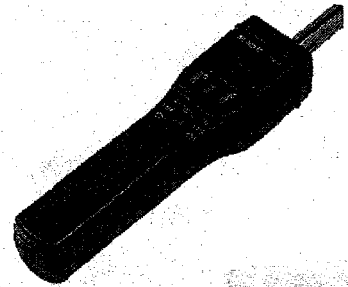
Especificaciones generales:

Pantalla: 3½ pantalla de cristal líquido (LCD) con un máximo de lectura de 1999.

Ritmo de medida: 2,5 veces por segundo, nominal.

Precisión: Nivel de precisión entre  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $<75\%$  humedad relativa.

Ambiente de operación:  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $<75\%$  humedad relativa.



#### *Temperatura*

Escala: Celsius

Sensor: RTD Pt385/1000Ω

Ritmo de medida:  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$

Resolución:  $0,1^{\circ}\text{C}$

Precisión:  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$        $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$   
 $\pm 1^{\circ}\text{C}$                        $-20^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$

#### *Humedad relativa*

Sensor de humedad: película sensora de capacitancia electrónica

Ritmo de medida: 0% a 100% HR

Resolución: 0,1 % HR

Precisión:  $\pm 2,5\%$  HR    (10 % a 90 % HR)  
 $\pm 5\%$  HR    (< 10 %, > 90 % HR)

**ANEMÓMETRO – Modelo AM-8903**

Especificaciones generales:

Pantalla LDC de 37 mm x 42 mm

Lectura máxima: 9999

Diámetro del sensor del aire: 70 mm

Rango: de 0,4 m/seg. a 25 m/seg.

Resolución: 0,01

Precisión:  $\pm 3\%$





## **tablas de mediciones parámetros ambientales**

CASO N°

FECHA : Marzo . 03 / 2001

Lugar: "ARBOZ PARA VIVIR" BÉLGICA RODRÍGUEZ  
 Ubicación: CARACAS - URB. PRADOS DEL ESTE  
 Descripción:

Hora Solar    Hora oficial

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x100		
8.30	21.9	53.9	0.95	SE		544	Despejado
12.00	28.4	29.7	1.20	"		860	"
2.30	30.2	44.5	1.80			678	SEMI-NUB

CASO N°

FECHA : MARZO . 04 / 2001

Lugar: "ARBOZ PARA VIVIR" BÉLGICA RODRÍGUEZ  
 Ubicación: CCS - PRADOS DEL ESTE.  
 Descripción:

Hora Solar    Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	24.0	61.5	0.90	SE	278		Despejado
12.00	29.6	47.1	1.20	"		926	"
3.00	30.9	45.7	1.95	"		188	PARCIAL-NUBLAD

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo	Temp. radiación °C
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x1	x10		
8.30	20.1	59.8	0.55	SE		08	20.14	Se mantiene la luz
12.00	24.8	48.8	1.00	SE		016	25.5	Tamizada +0 - CIE
2.30	26.8	41.0	1.52	SE		011	26.8	todo el día

SE ABREYERON LAS VENTILABAYAS DE CARACAS.

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x1	x10	
8.00	20.3	65.3	0.45			010	
12.00	25.1	56.9	0.95			018	
3.00	27.4	52.9	1.17			06	

CASO N°

FECHA : 05/03/2001

Lugar: "ARROYO PARA VIVIR" Bélgica Rodríguez.  
 Ubicación: VES. PRADOS DEL ESTE - CCS, Alba  
 Descripción: Ocaso

Hora Solar  
 Hora oficial

## TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
8.00	22.8	60.3	0.00	---		535	Despejado
12.00	28.3	42.2	1.15	SE.		1082	"
3.00	31.2	40.4	1.68	"		867	"
La sombra que producen los volúmenes volados afectan positivamente a microclima interno.							

## TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 1	x 10	
8.00	20.0	65.6	0.00	---		07	
12.00	24.7	49.6	0.90	---		018	
3.00	27.1	45.0	1.20	---		042	

CASO N°

FECHA : MARZO, 06/2000

Lugar: CASA BELSICA RODRIGUEZ  
 Ubicación: PRADOS DEL ESTE - CCS.  
 Descripción:

Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

## TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
9.00	23.4	58.4	0.50	SE		561	Despejado
12.00	28.2	42.4	1.05	"		985	Despej.
2.30	29.9	40.1	1.65	"		201	PARCIAL-NUB.

## TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 1	x 10	
9.00	21.1	60.2	0.30	---		09	
12.00	24.8	49.3	0.80	---		017	
2.30	26.9	44.7	1.42	---		07	

CASO N°

FECHA : 08/03/2001.

Lugar: Belgica Rodriguez - Arbol P/iviro  
 Ubicación: Caracas - Urb. Prado del Este  
 Descripción: Ocaso

Hora Solar Hora oficial

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
9.00	24.1	61.5	0.60		272		SEMI-NUBLADO
12.00	29.2	39.8	1.82			970	Despejado
3.00	30.9	40.2	2.05			687	"

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 1	x 10	
9.00	21.5	65.4	0.15	—		09	
12.00	24.9	48.9	1.75	—		017	
3.00	26.7	45.5	1.89	—		011	

En horas de mediodía y tarde el porcentaje de humedad tiene la tendencia a mantenerse en niveles medios debido al efecto de la ventilación del aire húmedo y fresco que ha atravesado la vegetación y el área sombreada en nivel del jardín.

CASO N°

FECHA : 07 de Marzo/2001

Lugar: "Arbol P/iviro" BELGICA RODRIGUEZ  
 Ubicación: CCS - Urb. Prado del Este  
 Descripción: Ocaso

Hora Solar Hora oficial

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 100		
8.00	22.9	56.9	0.10	SE		514	Despejado
12.00	28.3	43.9	1.20	SE		976	Despejado
3.00	30.4	46.5	1.80				"

A mayor % Humedad > la sensación de comodidad. ?

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 1	x 10	
8.00	20.3	61.2	0.00	—		011	
12.00	24.8	48.8	0.20	—	170	016	
3.00	26.8	48.2	1.40	—			

Aunque el % de humedad baja en el exterior, la gran cantidad de vegetación que rodea y está en la casa junto a un pequeño espacio y fuente ayudan a mantener las proporciones de temp. y humedad en rangos confortables.

09/03/2001

19 20 21 22 23 24 25  
26 27 28

CASO N°

Lugar: "ARBOLES PARA VIVIR" / "EL PARANTIN"  
Ubicación: Barquisimeto  
Descripción:

FECHA: VIERNES, 09/03/2001.

Hora Solar Hora oficial  
Alba Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/seg	Dirección	x 100		
8 am	23.2	63.4	0.0	—	169		DESPEJADO
12 m	30.3	44.7	.54	E.	348		PARCIAL-NUBOSADO
3.00.	33.3	37.3.	0.46	NE	337		"

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/seg	Dirección	X1	X10	
8 am	21.8	66.9	0.35	—	06		—
12.00.	26.9	49.3	.66	—	019		—
3.00	29.5	33.7	0.75	—	011		—

La luz interna es una luz tenue dada por el efecto de la vegetación circundante y por la contribución de cerramiento tipo celosías.

CASO N°

Lugar: "ARBOLES PARA VIVIR" - Arbol. PRATO VIVAS  
Ubicación: COLINAS DE LA ROSA - BARQUISIMETO  
Descripción:

FECHA: Martes, 10/2001  
(SABADO)  
Hora Solar Hora oficial

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/seg	Dirección	x 100.		
9.00	23.8	68.7	0.00	—	396		DESPEJADO
12.00	28.2	41.4	0.98	E	1054		"
2.45	33.2	28.7.	0.68	"	840		DESPEJADO - PARCIAL NUBOSADO.

La mayor velocidad de viento es sensiblemente alta en horas de la tarde, cerca de atardecer.

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/seg	Dirección	X1	X10	
9.00	21.4	71.4	0.00	—	016		DESPEJADO
12.4m	25.4	47.8	0.60	—	030		—
2.45	28.3	33.4.	0.88	—	024		—

La circulación de aire es débil en el interior de la casa con las ventanas - puertas cerradas es notoria principalmente entre las horas más calurosas de la tarde.

## CASO N°

Lugar: Casa "El Tarantín" - Arq. F. VIVAS  
 Ubicación: Barfoisimeto  
 Descripción:

FECHA: Marzo, 11/2001  
 (DOMINGO)  
 Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

## TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/seg	Dirección	X 100	X 100	
8:00	24.0	61.5	0.81			407	Despejado
12:00	28.6	44.2	1.61				"
2:45	33.1	26.4	2.1				"

## TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/seg	Dirección	X 1	X 10	
9:00	23.0	54.3	0.68			017	Despejado
12:00	26.5	44.8	0.72				"
2:45	29.0	33.2	0.98				"

## CASO N°

Lugar: Casa "EL TARANTÍN" - Arq. F. VIVAS  
 Ubicación: Barfoisimeto  
 Descripción:

FECHA: VIERNES, 23/03/01  
 Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

## TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/seg	Dirección	X 10	X 100	
8:30	23.6	62.5	0.00			336	DESPEDADO
12 m.	28.9	43.6	0.62	NE		967	"
3:00	34.2	33.3	1.6	"		875	"

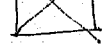
## TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/seg	Dirección	X 1	X 10	
8:30	21.9	69.4	0.0			015	
12:00	25.2	46.2	0.76			028	
3 pm.	28.8	36.4	0.96			049	

LAS MEDICIONES REALIZADAS BAJO LA SOMBRA DE UN ÁRBOL DE MANGUO UBICADO A UN LADO DE LA CASA, (A LAS 3:00 PM) SON BÁSICAMENTE IGUALES A LAS MEDICIONES INTERNAS A LA MISMA HORA.

2307 2001

VIENTO DEL ESTE.



CASO N°

X-NOCHE

FECHA: Marzo, 24/2001  
Salvador

Lugar: CASA EL TARANTÍN - req. FOTO VIVAS  
Ubicación: URB. COLINAS DE STA. ROSA - BARQUISIMETO.  
Descripción:

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	23.3	63.4	0.0	---	---	168	DESPEJADO
9.00	24.1	68.4	0.81	NE.	---	407	"
12.00	29.0	49.9	1.87	"	---	998	DESPEJ.
2.00	35.1	38.3	0.44	---	---	840	PARCIAL-NUBLADO.
Δ DE % HUMEDAD ENTRE SOL Y SOMBRA DE 7 a 10%.							

CASO N°

FECHA: 15/03/2001

Lugar: Casa "El Tarantín"  
Ubicación: BARQUISIMETO  
Descripción:

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x10	x100	
9.00	25.3	59.3	0.81	---	---	017	DESPEJADO
12.00	29.8	50.9	1.96	---	---	024	SEMI-NUBLADO
3.00	32.5	26.4	0.50	---	---	---	---

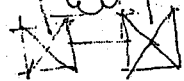
TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x1	x10	
9.00	22.5	67.3	0.00	---	---	017	---
12.00	24.9	52.4	1.67	---	---	027	---
2pm.	28.8	43.1	0.85	---	---	024	---

A mayor temperatura en el ext. mayor es la sensación de bienestar interna, con lo cual se puede decir que esta propuesta tiene > rendimiento o eficacia en presencia de alta radiación solar (Organismo HELIOFILO) (pág. 154, Jesús Hoyos)

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x100	x1000	
9.00	23.3	69.4	0.69	---	---	---	---
12.00	26.3	47.3	0.75	---	---	---	SEMI-NUBLADO
3.00	27.7	32.3	0.97	---	---	861	DESPEJADO



VENTE. →

CASO N°

FECHA : Marzo, Lunes 12/2001

Lugar: Pta. Clariza - Arg. G. Adjiman.  
 Ubicación: CARACAS - VEB. EL MARQUES. Alba  
 Descripción: Ubicada en la ladera de la Montaña del Arica.  
 (Ver VENTILACIÓN)  
 h.s.n.m. 980 m aprox.

Hora Solar Hora oficial

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	23.6	57.6	0.0	---	54	54	DESPEJADO
12.00	29.2	38.2	1.25	SE.	1055	1055	DESPEJADO
3.00	30.9	43.4	2.57	"	676	676	DESPEJADO

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	22.2	58.9	0.00	---	047	?	
12.00	25.7	44.2	1.00	---	012		
3.00	27.3	47.9	1.24	---		013	

Nota: Las mediciones interiores fueron tomadas en la zona de acceso - área de comedor hacia el patio interno.

CASO N°

FECHA : Marzo, 13/2001

Lugar: "Arbol Verde" - Pta. CLARIZA -  
 Ubicación: CCS - VEB EL MARQUES.  
 Descripción:

Hora Solar Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	23.1	59.8	0.00	---	392	392	DESPEJADO
12.00	28.7	42.5	1.40	SE	997	997	"
3.p.m.	30.9	40.2	1.96	---	765	765	SEMI-NUB.

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL. m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	21.9	60.6	0.00	---	04		
12.00	25.2	45.4	1.17	---	011		
3.00	26.1	41.1	1.84	---		014	

El efecto de la sombra simulado a la meditación unido al tratamiento de los cerramientos se hace notorio en el ambiente. Mediciones en el espacio este. Cerramientos de vidrio sin protección lo demuestran. Las temperaturas se mantienen igual al ext.



CASO N°

FECHA: 11/12/14/03/2001

Lugar: STA CLARENA - AEROPuerto G. Artigas.  
 Ubicación: Urb. El Tránsito - CCS.  
 Descripción:

Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x100	x100	
8.10	24.2	59.6	0.15	SE	352		SEMI-NUBLADO
12 m	29.8	38.3	1.42		1062		DESPEJADO
3.00	31.7	38.2	2.61		766		DESPEJADO BRILLANTE
ESTA SEÑALA HACIA MUCHO CALOR EN CCS, CASO TÍPICO DE ESTAS FECHAS REFORZADO POR LA GRAN CANTIDAD DE INCENDIOS EN EL AVILA.							

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x1	x10	
8.10	23.1	60.9	0.15	---	031		---
12 m	26.1	43.3	1.24	---		144	---
3.00	28.4	39.2	1.82	---		043	---

CASO N°

FECHA: 17/12/15/2001

Lugar: STA. CLARENA - "ARRIO PARA VIVIR"  
 Ubicación: Urb. EL TRÁNSITO - CCS.  
 Descripción:

Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x10	x100	
8.00	24.2	59.2	0.06	SE		499	DESPEJADO
12.00	29.7	44.1	1.02	---		877	SEMI-NUB.
3.00 pm	30.5	40.5	2.12	SE	066	606	SEMI-NUBLADO
SOL MUY FUERTE. POCO DE NUBES EVENTUAL. EPOCA CON Poca VELOCIDAD DE VIENTOS							

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x10	x100	
8 am	22.9	62.1	0.00	---	037		---
12 m	25.4	45.1	0.50	---	060		---
3.00	27.8	43.8	1.03	---	057		---

CASO N°

FECHA : MARZO, 16

Lugar: Arroyo Pinar - Cta. CLARENA  
 Ubicación: CARACAS - EL MARQUÉS  
 Descripción:

Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

CASO N°

FECHA : 17/MARZO, 2001

Lugar: CASA CLARENA - Arroyo Pinar  
 Ubicación: CARACAS - VEO EL MARQUÉS  
 Descripción:

Hora Solar  
 Hora oficial  
 Alba  
 Ocaso

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
8 am	24.5	58.7	0.0	—		415	Despejado
12 m	28.8	40.3	1.34	SE		667	Parcial - NUB.
3.00	30.8	42.1	2.61	"		642	"

TOMA DE PARÁMETROS EXTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
8.30	24.7	58.8	0.00	—		272	Semi-NUB.
12.00	29.7	41.0	1.42	SE		988	DESP.
3.00	30.7	42.7	1.87	"		857	Parcial-NUB.

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 1	x 10	
8.00	23.3	59.9	0.00	—		09	
12 m	25.1	42.1	0.97	—		054	
3.00	28.3	45.4	1.33	—		025	Fuente está nublado

TOMA DE PARÁMETROS INTERIORES

Hora Solar	Temperatura / Humedad		Viento		Iluminancia (luxes)		Estado del cielo
	TBH °C	HR %	VEL m/sg	Dirección	x 10	x 100	
8.30	22.4	58.2	0.1	—	016		
12 m	26.2	47.1	0.85	—	034		
3.00p.	27.3	43.8	0.96	—	029		



9

## Cronología Fruto Vivas

1928

Nace en *La Grita, Páramo de La Negra*, kilómetro 95 de la carretera trasandina, en el Estado Táchira – Venezuela, el 21 de enero.

1928 - 1943

De infancia nómada, su padre era caporal en la construcción de esa carretera andina y en la medida que avanzaba la ejecución de la misma, la familia se trasladaba junto con la obra.

En esa época ya participaba en la hechura de la morada familiar, "apilando la tierra y apisonando el suelo (...) y haciendo las tejas y (...) aprendiendo a colocarlas".

Realizó su educación primaria en la escuela del *maestro Crisanto García* y en la *Escuela Bolívar* de La Grita, e inició su bachillerato en el *Liceo Jáuregui* de la misma ciudad.

1944 - 1947

Viaja a Caracas y continúa el bachillerato en los Liceos *Aplicación*, *Alcázar* y *Fermín Toro*.

Durante estos años trabaja en diversos oficios que lo vinculan a la arquitectura: dibujante en la *Constructora Branger* y pintor de anuncios en *Anuncios Chacín*.

1948 - 1953

Conoce a los escritores e intelectuales *Alejo Carpentier, Miguel Otero Silva, Lorenzo González Izquierdo, Pere Grases, Eduardo Crema e Inocente Palacios*; amistades que le amplían la visión de la arquitectura como hecho que engloba diferentes aspectos culturales.

1954

Trabaja como colaborador del arquitecto *Oscar Niemeyer* en el diseño del *Museo de Arte Contemporáneo* de Caracas.

Colabora con el Ingeniero *Eduardo Torroja* en el diseño e investigación de la membrana del techo del *Club Táchira* de Caracas.

1955

Se gradúa de arquitecto en la Universidad Central de Venezuela.

Funda y dirige en Caracas la Revista *Integral*.

1955 - 1961

Empieza su actividad docente en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela en las Cátedras de *Composición y Materiales* de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

Es uno de los promotores del *Centro de Investigaciones* de dicha Facultad y miembro fundador del *Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico* en esa casa de estudios.

Viaja a China y a la antigua U.R.S.S.

Durante este período empieza sus investigaciones sobre arquitectura popular, con un modelo experimental de una vivienda de bahareque ubicada en la costa oriental de Venezuela, en la población *Río Chico*, posteriormente denominada por la crítica como "arquitectura populista".

1961 – 1965

En estos años su orientación se centra en la búsqueda de la sistematización de la construcción, basada en la "Estética de lo Racional".

Realiza su primer diseño de marcos portantes metálicos.

Diseña y construye viviendas residenciales para la clase pudiente, donde emplea materiales tradicionales.

1966 – 1968

Por problemas políticos se exilia en Cuba.

Es nombrado *Director del Departamento de Técnicas Constructivas* de la Dirección de Investigaciones Técnicas del Ministerio de la Construcción de La Habana.

En esta época empieza sus diseños e investigaciones sobre *Estructuras Límites, Uso del bagazo de caña y materiales reciclables en la construcción de viviendas* y propone el *Sistema Camilo* para el plan de viviendas cubanos que abarca el diseño y la ejecución de sistemas sanitarios de montaje popular.

Diseña y pone en práctica el Plan Piloto de aplicación de *Arquitecturas de Masas* (que incluye la propuesta de la *Estructuras Límites*) con grupos de trabajo voluntario pertenecientes a Grupos Cooperantes integrados por técnicos y obreros cubanos. Construyeron 43 guarderías infantiles en La Habana, durante un mes de trabajo.

Diseño de sistema eléctrico simplificado.

Diseño de Gran Panel Cerámico en colaboración con los ingenieros Aníbal Rodríguez y Héctor Vivas.

Diseño de equipamiento modular.

1968 - 1978

Regresa a Venezuela.

Profundiza sus investigaciones en torno a la estructura y a la aplicación de una tipología estructural (estructuras límites) diferente a la usada convencionalmente.

En esta línea, en el *Instituto de Materiales y Modelos* de la Universidad Central de Venezuela, diseña un sistema constructivo - *Caroní* - usando estructuras realizadas en tubos de hierro sin costura de segunda.

Realiza junto al Ingeniero Francisco Marín la primera propuesta hidroestructural para edificios metálicos, no combustible.

Diseña los *marcos portantes* para la construcción de los *árboles para vivir*, basándose en el ensamblaje de distintos productos industriales.

Diseña sistema constructivo aplicando *hexápodos de hormigón armado*.

Diseña un sistema de estructura colgante de acero - *grúas habitables* - para el uso de *árboles para vivir*, construido por el Ingeniero Estructural Francisco Marín.

Diseña un edificio experimental de paraguas hexagonales metálicos autoerectibles sobre mástiles tubulares.

Participa en una investigación sociológica junto a la arquitecta Eva Bravo y la Socióloga Nelly Nieves, para un plan de viviendas de una comunidad en el pueblo *Tintorero* en los Andes venezolanos.

Dicta numerosas conferencias y participa en diversos foros, entre los que destacamos:

*Arquitectura de masas y tecnología* en el Instituto Tecnológico de la ciudad de Coro, Venezuela; *Lógica del diseño mecánico* en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de

Venezuela y, *Lógica de los tipos estructurales* en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Los Andes.

Ciclo de conferencias en homenaje al arquitecto *Carlos Raúl Villanueva*, en la Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.

1978 - 1982

Es asesor sobre planes de vivienda de diversas instituciones y entes estatales, entre ellos: la *Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental* venezolana; la *Fundación para el Desarrollo de la Comunidad y Fomento Municipal* de Caracas, con su *Proyecto de viviendas populares con sistemas de marcos portantes de hierro y técnicas de construcción autogestionarias* y el *Departamento de Energías Alternas* de la Gobernación del Distrito Federal de la ciudad de Caracas.

Promueve y colabora activamente en la organización de la *Fundación Luis Zambrano* para el desarrollo de la ciencia y la tecnología popular en la ciudad de Mérida, Venezuela.

Participa en calidad de invitado en la reunión de alcaldes de las grandes ciudades, realizado en Milán.

Es delegado por Venezuela al *XIII Congreso de la Unión Internacional de Arquitectos*, celebrado en México, D.F. y en el *Segundo Seminario Latinoamericano de Bio-Energía* con la ponencia *Árboles para vivir propuesta de bioarquitectura*, en la ciudad de Curitiba, Brasil.

Dicta conferencias en la ciudad de Panamá, en Managua, Nicaragua y en Quito, Ecuador sobre *Lógica estructural y tecnología; Tecnologías y Arquitecturas de Masas y Vivienda Popular*.

Participa como invitado especial y permanente en Tercera Bienal de Arquitectura de Quito, Ecuador.

1983 – 2002

Dicta diversos cursos y conferencias, y es jurado en diferentes concursos de arquitectura en República Dominicana, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Colombia, Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay, Puerto Rico, Nicaragua, Cuba, Brasil, Ecuador, Italia y España.

Es nombrado profesor honorario de la *Universidad de Los Andes*, Venezuela; de la *Universidad Autónoma de Santo Domingo*, República Dominicana; de la *Universidad de Veracruz*, México; de la *Universidad de Cuzco*, Perú; y de la *Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado*, Venezuela.

Director del Proyecto Ven-90-014 de la *Organización de Naciones Unidas* para el *Desarrollo de Comunidades Productivas*.

*Premio Nacional de Arquitectura*, Venezuela, otorgado por primera vez, no por un trabajo en particular, sino por el conjunto de la obra (1987)

Ha sido postulado para el *Premio Gabriela Mistral* de la Organización de Estados Americanos (1997) y para el *Príncipe de Asturias* de España (1996).

Recibe el *Premio Nacional del Hábitat Leopoldo Martínez Olavarría* (2000)

Diseña y coordina el montaje del *Pabellón de Venezuela* en la *Expo2000* de Hannover. Participa en el desarrollo y en la construcción de las estructuras en equipo con los arquitectos *Frei Otto*, *Bodo Rasch* y *José de Llorens*.



## PROYECTOS

- 1945 *Circo Monumental de Venezuela*
- 1946 *Iglesia Santa Rosa, Valencia, Venezuela*
- 1947 *Iglesia de Los Haticos, Maracaibo, Venezuela*
- 1951 *Centro Social de Barquisimeto, Venezuela (ganador de concurso)*
- 1954 *Ciudadela Olímpica de Cúcuta, Colombia, proyecto en conjunto con el arquitecto colombiano Juan José Yáñez (ganador de concurso)*
- Residencias de los generales Pacannis y Pérez Jiménez en Playa Grande, en el litoral caraqueño.*
- 1955 *Club Táchira en Caracas (ganador de concurso)*
- Hotel Moruco, Mérida, Venezuela.*
- Viviendas para el primer campamento de electrificación del Caroní, Ciudad Guayana, Venezuela.*
- 1957 *Iglesia y Plaza de la Unidad Vecinal de la Concordia, Ciudad de San Cristóbal, Venezuela.*
- Iglesia y Plaza de la Urbanización Zapara, Ciudad de Maracaibo, Venezuela.*
- Vivienda experimental, primer prototipo de enfriamiento biotérmico, para el Dr. Adolfo Balbuena, Ciudad de Judibana, Falcón, Venezuela.*
- Vivienda experimental construida con bahareque para Herman Roo e Inocente Palacios, en el pueblo de Río Chico, en la costa oriental venezolana.*

Árbol para Vivir, Casa Eva Klein, en la Urbanización Los Chorros, Caracas, Venezuela. Fue la primera casa diseñada para su propia residencia.

1958 *Hotel La Cumbre*, Ciudad Bolívar, Venezuela

*Plaza de La Libertad*, Ciudad de San Cristóbal, Venezuela.

*Plaza Mayor de la Ciudad de San Cristóbal*, Venezuela.

Anteproyecto *Club Playa Grande* en el litoral caraqueño (no construido)

1960 *Edificio del Grupo Unión*, Caracas, Venezuela, ganador de concurso, primer diseño en marcos portantes metálicos (no construido)

1961 - 1965 Diseña y construye varias viviendas *Árboles para vivir*, en acero, cerámica y materiales livianos de fácil ensamblaje, destacan entre esos proyectos las casas del Doctor Eduardo Loaiza, del Comandante Campos Giralt y del Señor Rafael Vargas, todas en la urbanización Prados del Este de Caracas, Venezuela.

1969 - 1975 Diseña y construye varias viviendas residenciales *Árboles para vivir*, construidas a través de la técnica del ensamblaje y de marcos portantes, entre ellas, la vivienda del señor José Vargas en Colinas de Carrizal, Urbanización Los Teques, la del señor Ricardo Méndez Moreno en la ciudad de San Cristóbal, en los Andes venezolanos, la de la Doctora Bélgica Rodríguez en la urbanización Prados del Este, en Caracas y su segunda vivienda, en la ciudad de Barquisimeto. Vivas se ha construido dos casas para su uso, la de 1957, en Caracas y ésta, tal como él nos contó, "... se casó dos veces y dos veces se hizo una casa".

1978

Proyecto experimental en colaboración con José Agüero del *Hotel Los Cocos* en la ciudad de Puerto La Cruz, en el litoral oriental venezolano, por el sistema de puentes habitados.

Junto al ingeniero Manuel Santana diseña y construye el árbol para vivir, residencia del doctor Homero Marín, en la urbanización Colinas de la Trinidad, en Caracas

*Centro de Edificios Industriales* en la ciudad de Barquisimeto, realizado con viga experimental celular en hormigón.

En colaboración con el ingeniero de estructuras Eduardo Cholet, realiza el *Centro Comercial El Recreo* en Barquisimeto, una edificación sostenida sobre hexápodos en hormigón armado en luces de 15 metros.

Anteproyecto del *Centro de Profesionales del Estado Lara*

1980

*Escuela Experimental Ecológica* en el Barrio Popular San Miguel en La Vega, Caracas.

En colaboración con los arquitectos Efraín Vivas y Ninoska de Small y los físicos Plinio Negreti, Emery Dunia y Tomás Avellán, realiza el proyecto experimental en las barriadas populares caraqueñas, *Los Mangos* y *Ruperfo Lugo*, con la técnica de marcos portantes.

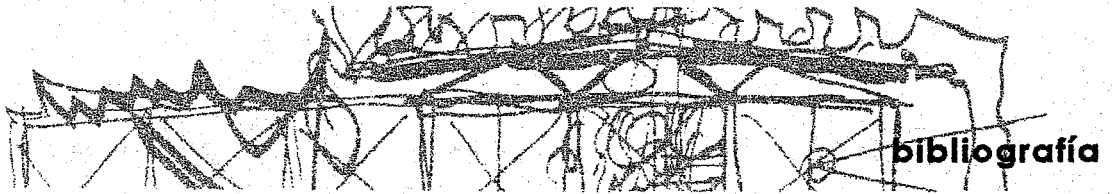
1981

350 viviendas populares con tecnología de marcos portantes, en colaboración con el arquitecto Efraín Vivas y los ingenieros Francisco Marín y José Alf Vivas, en el barrio Macarao, en Caracas.

1982

20 viviendas en la Cooperativa Losana en la Urbanización Los Anaucos, en Caracas.

- 1986                    *Árbol para vivir, Casa Bari - Barú* de la familia Riccio, en la ciudad de Barquisimeto.
- 1994                    Edificio *Árbol para Vivir*, macroestructura tubular de hierro en propiedad horizontal realizado en la Ciudad de Puerto La Cruz, Lecherías, en el litoral oriental venezolano.
- 1998                    Diseño y producción de las estructuras de la *Escuela Ecológica Simón Rodríguez* en las instalaciones militares de Fuerte Tiuna, en Caracas.
- Árbol para vivir*, residencia del señor *Álvaro Pardo* en la Urbanización La Lagunita, Caracas, Venezuela.
- 2000                    Diseño del *Pabellón de Venezuela* en la Expo 2000 de Hannover.



**bibliografía**

## Clima

*Estadísticas Climatológicas de Venezuela. Período 1961 – 1990* (1993) Fuerza Aérea Venezolana, Servicio de Meteorología, publicación especial N° 5, Caracas.

EWEL, John (1968) *Zonas de vida de Venezuela: memoria explicativa sobre el mapa ecológico*, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Caracas, pp. 242.

GIL OLCINA, Antonio; OLCINA CANTOS, Jorge (1999) *Climatología básica*, Editorial Ariel, Barcelona, pp. 375.

MARTYN, Danuta (1992) *Climates of the World. Developments in Atmospheric Science*, University of Warsaw, Elsevier, Poland, pp. 387.

OLIVA-ESTEVA, Francisco (1969) *Árboles ornamentales y otras plantas del trópico*, Ediciones Armitano, Caracas, pp. 368.

Mc GREGOR, Glenn; NIEUWOLT, Simon (1998) *Tropical Climatology*, John Wiley & Sons, Chichester, England, pp. 339, ilus.

SCHWERDTFEGGER, Werner (Ed.) (1976) *World Survey of Climatology*, volume 12, "Climates of Central and South America", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.

## Arquitectura y clima

BARDOU, Patrick; ARZOUMANIA, Varoujan (1978) *Sol y Arquitectura*, Editorial G. Gili, Barcelona, (1ª ed. 1980), pp. 171, ilus. (tr. castellana de Marta Tusquets Trías de Bes, *Archi de soleil*, Éditions Parenthèses, Roquevaire).

BROWN, G. Z. (1994) *Sol y viento. Estrategias para el diseño arquitectónico*, Editorial Trillas, México, pp. 179, ilus.

BUONO, Mario (1998) *Architettura del vento, design e tecnologia per il raffrescamento pasivo*, CLEAN Edizioni, Napoli, pp. 130.

CAMOUS, Roger; WATSON, Donald (1983) *El Hábitat Bioclimático. De la concepción a la construcción*, Editorial G. Gili, Barcelona, (1ª ed.), pp. 159 (tr. castellana de Santiago Castán, *L'habitat bioclimatique*)

CASADO MARTÍNEZ, Natividad (et al) (1997) "Control energético mediante el diseño de la arquitectura" en *La enseñanza de la arquitectura y del medioambiente*, Programa 'Life' de la Comisión Europea - Dirección General del Medioambiente, Barcelona, pp. 92 - 164.

CASANOVAS COLÁS, José (ed.) (1993) *Curso de Energía Solar*, Universidad de Valladolid, Zaragoza, pp. 606.

CORNOLDI, Adriano; LOS, Sergio (1982) *Hábitat y energía*, Editorial G. Gili, Barcelona, pp. 156.

ENEA (Comitato nazionale per la ricerca e per lo sviluppo dell'energia nucleare e delle energie alternative Architettura bioclimática); Istituto nazionale di architettura (1983) *Architettura bioclimática*, De Luca Editore, pp. 79, ilus.

FRANCESE, Dora (1996) *Architettura bioclimática. Risparmio energetico e qualità della vita nella costruzione*, UTET, Torino, pp. 221.

FRY, Maxwell; DREW, Jane (1956) *Tropical architecture in dry and humid zones*, B.T. Batsford Ltd, London, pp. 264.

GARCÍA CHÁVEZ, José; FUENTES FREIXENET Víctor (1995) *Viento y arquitectura. El viento como factor de diseño*, Editorial Trillas, México D.F.

GIVONI, Baruch (1998) *Climate Considerations in Building and Urban Design*, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 464.

GONZÁLEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar de; QUIROS, Carlos, (1986) *Proyecto, clima y arquitectura*, Universidad del Zulia, Ediciones G.Gili, México, Vol.1, 2 y3.

GONZÁLEZ, Eduardo (Ed.) (2000) *Memorias de la Conferencia Internacional sobre confort y comportamiento térmico de edificaciones*, COTEDI, Maracaibo.

HOLM, Dieter (1983) *Energy conservation in hot climates*, Architectural Press Limited, London, pp. 119.

HYDE, Richard (2000) *Climate responsive design. A study of buildings in moderate and hot humid climates*, E & FN Spon, London, 2000, pp. 240.

JANKOVICH, Branka (1990) *Clima e progetto. Note sulla progettazione bioclimatica degli spazi architettonici interni ed esterni*, Edizioni Medicea, Firenze, pp. 166.

KING BINELLI, Delia (1994) *Acondicionamiento bioclimático*, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México, 1994, pp. 172.

KOENIGSBERGER, O.H. (et al) (1973) *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*, Paraninfo, Madrid, (1ª ed. 1977) pp. 321 (tr. castellana Emilio Romero Ros, *Manual of tropical housing and building*, Longman, London).

KONYA, Allan (1980) *Diseño en climas cálidos. Manual práctico*, H. Blume Ediciones, Madrid (1ª ed. 1981) pp. 151, ilustr. (tr. castellana s/n de *Design primer for hot climates*, Architectural Press, London)

KUKREJA, C.P. (1978) *Tropical Architecture*, Tata Mac Graw-Hill, New delhi, pp. 131.

LUXÁN GARCÍA DE DIEGO, Margarita (et al) (1997) *Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño* (1997) Dirección General de Arquitectura y Vivienda, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 232.

MEROLA ROSCIANO, Giovanna (1986) *Efectos regulares de la vegetación en el medio urbano*, Facultad de Urbanismo y Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, pp. 53.



NEILA GONZÁLEZ, F. Javier y BEDOYA FRUTOS, César (1997) *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento*, Editorial Munilla-Lería, Madrid, pp. 430.

NICOLETTI, Manfredi (Ed.) (1998) *Architettura ecosistemica. Equilibrio ambientale nella città*, Gangemi Editore, Roma, pp. 303.

OLGYAY, Víctor (1963) *Arquitectura y clima. Manual de diseño para arquitectos y urbanistas*, Editorial G. Gili, Barcelona (1ª ed. 1998) pp. 203, ilus. (tr. castellana de Josefina Frontado y Luis Calvet, *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton University Press, New York)

RODRÍGUEZ VIQUIERA, Manuel; FIGUEROA CASTREJÓN, Aníbal (2001) *Introducción a la arquitectura bioclimática*, Universidad Autónoma Metropolitana -Noriega Editores, México D.F., pp. 204.

SERRA FLORENSA, Rafael (1989) *Clima, Lugar y Arquitectura. Manual de diseño bioclimático*, CIEMAT – Centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas, Madrid, pp. 119

SERRA FLORENSA, Rafael (1999) *Arquitectura y climas*, Editorial G. Gili, Barcelona, pp. 94.

(1989) *Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático*. Editado por CIEMAT, Centro de investigaciones energéticas medioambientales y tecnológicas, Madrid, pp. 119.

SERRA FLORENSA, Rafael; COCH ROURA, Helena (1995) *Arquitectura y energía natural*, Edicions UPC, Barcelona, pp. 395, ilus.

(1996) *Les energies a l'arquitectura*, Edicions UPC, Barcelona, pp. 219.

STEADMAN, Philip (1975) *Energía, medio ambiente y edificación*, H. Blume Ediciones, Madrid, (1ª ed., 1978) pp. 323 (tr. castellana de Rosa Aguilera, *Energy, environment and building*, Cambridge University Press)