

Ci[ur] 91

CUADERNOS DE
INVESTIGACIÓN
URBANÍSTICA

EVALUACIÓN DEL MICROESPACIO
URBANO EN
CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO

Nersa Gómez de Perozo

20 años de Ci[ur]

NOVIEMBRE – DICIEMBRE 2013

ARGENTINA-BRASIL-CHILE-COLOMBIA-ESPAÑA-GUATEMALA-ITALIA-MÉXICO-PERÚ-VENEZUELA

EVALUACIÓN DEL MICROESPACIO URBANO EN CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO

NERSA GÓMEZ DE PEROZO
Doctor Arquitecto

20 años de Ci[ur]

Este documento es un resumen de la tesis doctoral "Control ambiental del espacio urbano. Estrategias para el control microclimático del espacio entre edificaciones en clima cálido-húmedo", dirigida por la profesora Ester Higuera García y leída por su autora el día 2 de junio de 2012, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid

Noviembre / Diciembre 2013

Director:	José Fariña Tojo
Consejo de Redacción:	
<i>Director</i>	Ester Higuera García
<i>Jefe de redacción</i>	María Emilia Román López
<i>Vocales</i>	Julio Alguacil Gómez (Univ. Carlos III de Madrid), Pilar Chías Navarro (Univ. Alcalá de Henares, Madrid), José Antonio Corraliza Rodríguez (Univ. Autónoma de Madrid), Alberto Cuchí Burgos (Univ. Politécnica de Cataluña), José Fariña Tojo (Univ. Politécnica de Madrid), Agustín Hernández Aja (Univ. Politécnica de Madrid), Mariam Leboreiro Amaro (Univ. Politécnica de Madrid), Rafael Mata Olmo (Univ. Autónoma de Madrid), Fernando Roch Peña (Univ. Politécnica de Madrid), Carlos Manuel Valdés (Univ. Carlos III de Madrid)
Consejo Asesor:	M ^a Teresa Arredondo (Directora de Relaciones con Latinoamérica, Univ. Politécnica de Madrid), Luis Maldonado (Director de la Escuela Superior de Arquitectura, Univ. Politécnica de Madrid), Antonio Elizalde, Julio García Lanza, Josefina Gómez de Mendoza, José Manuel Naredo, Julián Salas, Fernando de Terán
Comité Científico:	Antonio Acierno (Univ. Federico II di Napoli, Nápoles, ITALIA), Miguel Ángel Barreto (Univ. N ^{al} . del Nordeste, Resistencia, ARGENTINA), Luz Alicia Cárdenas Jirón (Univ. de Chile, Santiago de Chile, CHILE), José Luis Carrillo (Univ. Veracruzana, Xalapa, MÉXICO), Marta Casares (Univ. N ^{al} . de Tucumán, ARGENTINA), María Castrillo (Univ. de Valladolid, ESPAÑA), Mercedes Ferrer (Univ. del Zulia, Maracaibo, VENEZUELA), Fernando Gaja (Univ. Politécnica de Valencia, ESPAÑA), Alberto Gurovich (Univ. de Chile, Santiago de Chile, CHILE), Josué Llanque (Univ. N ^{al} . S. Agustín Arequipa, PERÚ), Angelo Mazza (Univ. Federico II di Napoli, Nápoles, ITALIA), Luis Moya (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Joan Olmos (U. Politécnica de Valencia, ESPAÑA), Ignazia Pinzello (Univ. degli Studi di Palermo, Palermo, ITALIA), Julio Pozueta (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Alfonso Rivas (UAM Azcapotzalco, Ciudad de México, MÉXICO), Silvia Rossi (Univ. N ^{al} . de Tucumán, ARGENTINA), Adalberto da Silva (Univ. Estadual Paulista, Sao Paulo, BRASIL), Carlos Soberanis (Univ. Francisco Marroquín, Guatemala, GUATEMALA), Carlos A. Torres (Univ. N ^{al} . de Colombia, Bogotá, COLOMBIA), Graziella Trovato (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Carlos F. Valverde (Univ. Iberoamericana de Puebla, MÉXICO), Paz Walker (Univ. de la Serena, Santiago de Chile, CHILE), Fernando N. Winfield (Univ. Veracruzana, Xalapa, MÉXICO)

Maquetación: Antonio Jesús Antequera Delgado: ciur.urbanismo.arquitectura@upm.es

Distribución: Maireia Libros: distribucion@mairia-libros.com

© COPYRIGHT 2013

NERSA GÓMEZ DE PEROZO

I.S.S.N. (edición impresa): 1886-6654

I.S.S.N. (edición digital): 2174-5099

Año VI, Núm. 91, noviembre-diciembre 2013, 74 págs.

Edita: Instituto Juan de Herrera

Imprime: FASTER, San Francisco de Sales 1, Madrid

20 AÑOS DE Ci[ur]

A finales de 1992, el departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio apenas empezaba su andadura como institución de investigación. Una parte de los profesores del departamento estaban agrupados en el Seminario de Planeamiento y Ordenación del Territorio (SPyOT) que había empezado su labor en el año 1977 y que era, independientemente de los profesores que investigaban a título personal, la única institución dedicada a la investigación aunque también realizaba trabajos de consultoría. Tampoco disponía de mecanismos propios de difusión de los trabajos realizados ni instrumentos para poder publicar las escasas tesis doctorales que se leían por entonces. Ya vencido el año 1992, dos profesores del departamento José Fariña y Julio Pozueta propusieron al Consejo de Departamento la creación de un sistema barato, sencillo y flexible de difusión de esta labor mediante números dedicados a un único trabajo. La propuesta fue bien acogida y en abril de 1993 se publicaron los dos primeros.

Desde entonces el sistema ha ido evolucionando y perfeccionándose. Al terminar 2013 se habrán publicado cerca de noventa números en los que han colaborado más de ciento cincuenta autores. Se ha constituido una Red de Cuadernos de Investigación Urbanística a la que se sumaron algunas universidades latinoamericanas y que fue creciendo hasta llegar a las casi treinta que constituyen la red en el momento actual. Ha evolucionado desde un primer planteamiento como libros independientes, hasta convertirse en una revista periódica con ISSN. Los artículos que no sean tesis doctorales leídas en la Red de Cuadernos, se someten a arbitraje mediante el sistema de evaluación ciego por pares, y forma parte de los principales índices de indexación de revistas académicas. Cuando empezó Ci[ur] las tiradas eran de pocos ejemplares y se hacían mediante fotocopias a las que se añadían unas tapas grapadas. Luego se encuadernaron de una forma muy elemental y se aumentó la tirada. En el momento actual se ha reducido la edición en papel a la cobertura de las necesidades imprescindibles de depósito y para aquellas bibliotecas que lo demandan, y se ha pasado a su difusión en formato digital. Todos los números son de acceso gratuito en formato pdf y están alojados en el servidor de POLI-RED. Esto ha hecho posible el uso del color, vetado por su coste cuando la edición era en papel.

Desde el primer momento, la publicación se ha caracterizado por su austeridad, lo que ha permitido mantener la actividad independiente de los ciclos económicos, sin requerir ayudas externas. De cara al futuro se están ensayando algunas mejoras que hagan posible otros veinte años más de Ci[ur], tales como la publicación en idioma original de los países correspondientes a la Red de Cuadernos y en inglés. Pero esto trae consigo otros cambios como la necesidad de que los números puedan consultarse tanto en PDF como en HTML, con objeto de tener acceso a los traductores automáticos y a los intercambios de información entre máquinas. Esto permitirá una difusión todavía mayor y que la repercusión para los investigadores que publiquen en Ci[ur] sea más importante. Seguirá el formato actual con una extensión entre el artículo de una revista y un libro, que parece el más adecuado para la comprensión en profundidad de la metodología y las técnicas de investigación, sobre todo para los jóvenes investigadores que se enfrentan a un trabajo de este tipo.

Estos veinte años de Ci[ur] no habrían sido posibles sin el apoyo del Seminario de Planeamiento y Ordenación del Territorio y de todos los profesores del Departamento. Tampoco sin la ayuda inestimable del Consejo Asesor y del Comité Científico que, de forma desinteresada, han trabajado para que la revista pudiera salir adelante. También habría que destacar la labor de los alumnos encargados de la realización y maquetación, que se han ido sucediendo en el tiempo, y que ahora, en muchos casos, son destacados profesionales de la arquitectura y el urbanismo. Ci[ur] ha sido, por tanto, no sólo un medio de difusión de la investigación sino también un sistema de enseñanza y de apoyo a la docencia. Estamos orgullosos de formar parte de una revista que tiene tras de sí una importante historia de dedicación a la investigación urbanística y que ha ayudado a tantos jóvenes a publicar sus primeros trabajos. Esperemos que las generaciones futuras vayan tomando el relevo, como ya lo están haciendo, para que en el año 2033 se puedan celebrar los cuarenta años de Ci[ur].

EL CONSEJO DE REDACCIÓN

DESCRIPTORES:

Microespacio urbano / Confort térmico / Actividades ligadas al confort / Aire cálido-húmedo

KEY WORDS:

Urban microspace / Thermal comfort / Activities related to comfort / warm-wet wind

RESUMEN:

En las zonas de clima cálido - húmedo se producen impactos asociados a la incomodidad térmica producto de la intensa radiación solar, altas temperaturas y elevada humedad que desarrolla en la población una actitud de rechazo hacia el uso del microespacio urbano entre edificaciones en los conjuntos residenciales multifamiliares. El estudio se centra en las particularidades contextuales relacionadas con el microclima (soleamiento y ventilación), las características morfológicas y edificatorias y las superficies (pavimentos). El trabajo aborda literatura relevante sobre la calidad ambiental y el microespacio urbano, describe la caracterización climática de Maracaibo (Venezuela), datos locales y localización. Explica la metodología de análisis y evaluación de la condición térmica ambiental que describe la selección de los casos de estudio, los instrumentos y técnicas de medición y la técnica de Simulación Computacional aplicada para evaluar el microespacio de los conjuntos residenciales seleccionados. Luego aborda el estudio de casos referente a las condiciones físicas, climáticas y de valoración térmico - ambiental del microespacio en los conjuntos. También aplica la Técnica de Simulación Computacional, se analizan los resultados obtenidos y se presenta la comparativa de los conjuntos y las conclusiones. Los resultados demuestran que el análisis en experiencias de la realidad permiten comprobar que las situaciones y alteraciones ambientales sustanciales, los niveles de afectación térmica, confortabilidad e impacto, derivan de las condiciones urbanas y microclimáticas que afectan el uso efectivo del microespacio urbano en clima cálido - húmedo.

ABSTRACT:

In hot - humid climate zones where impacts related thermal discomfort produced as a result from the intense solar radiation and high temperatures and humidity people develops an attitude of rejection towards the use of urban microspace among buildings within urban developments. The study focuses on the contextual particularities related to the microclimate (sunlight and ventilation), morphological and building factors as well as road surface characteristics. The paper considers relevant literature and researches related to environmental quality and urban microspace. It describes the climatic characterization of Maracaibo (Venezuela), local data and location. It also explains the methodology of analysis and evaluation of environmental thermal condition that describes the selection of the case studies, instruments and measurement techniques as well as the applied Computer Simulation software in order to evaluate the microspace of selected residential areas. Then, it is discussed the case study concerning the physical, climatic and

thermal-environmental assessment of the microspace in the complexes. It is also applied the Computational Simulation Technique; results are discussed and it is presented the comparison of the sets and conclusions. Results demonstrate that the analysis of real experiences allows checking that situations and substantial environmental changes, thermal effect levels, comfort and impact derive from urban and microclimatic conditions that affect the effective use of urban microspace in hot – humid climate.



Figura 0. Conjunto residencial multifamiliar “La Muchachera”, Parroquia de Olegario Villalobos. Maracaibo (Venezuela)

Fuente: Archivo de la autora (2010)

CONSULTA DE NÚMEROS ANTERIORES/ACCESS TO PREVIOUS WORKS:

La presente publicación se puede consultar en color en formato pdf en la dirección:
This document is available in pdf format and full colour in the following web page:

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciurnumeros.html>

ÍNDICE

1	Introducción.....	06
2	Hipótesis, objetivos y metodología.....	07
3	Marco teórico y conceptual.....	09
	3.1 Calidad ambiental urbana, particularidades climáticas y microclima	10
	3.2 Aproximación al estudio del microespacio urbano.....	15
4	Caracterización climática de la ciudad de Maracaibo (Venezuela).....	19
	4.1 Maracaibo. Situación actual.....	19
	4.2 Datos de la ciudad de Maracaibo	19
	4.3 Características y localización.....	24
5	Metodología de análisis y evaluación térmica ambiental.....	25
6	Caracterización y análisis morfo-térmico de los conjuntos residenciales seleccionados	27
	6.1 Consideraciones físicas y características microclimáticas por conjunto residencial	27
	6.2 Síntesis de comportamiento térmico-ambiental de los conjuntos residenciales, rangos-valores de confort.....	34
7	Aplicación de técnicas de simulación computacional en los conjuntos residenciales	36
8	Estudio comparativo entre los modelos de simulación computacional. Resultados	48
9	Establecimiento de principios de ordenamiento y lineamientos de optimación térmica.....	61
10	Bibliografía.....	63

1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de tesis se centró en la búsqueda de comprensión y solución al problema térmico - ambiental del microespacio urbano - entre edificaciones - en clima cálido húmedo. Este espacio de uso cotidiano se localiza en el entorno edificado entre el dominio público (calle) y el privado (edificios) y corresponde al segmento del espacio exterior de la edificación comprendido entre el espacio público urbano y el límite externo edificado. La noción contemporánea lo señala como aquel espacio que sirve de mecanismo de interacción social y provee, dentro del marco ambiental, la satisfacción de las condiciones mínimas necesarias conforme a las condiciones del contexto (De Schiller 2002). Estudios realizados señalan que el área de mayor actividad para las personas y grupos de cualquier edad se desenvuelven entre el espacio público y el privado correspondiente al micro espacio urbano público, el 96% de las actividades relativas a "permanecer", "hacer" o "interactuar" ocurren en estas zonas (Gehl en López 2007).

En la actualidad el entorno construido es objeto de fuertes críticas relacionadas con la comodidad de los usuarios pues sus condiciones ambientales son de vital importancia para la vida cotidiana. Los estudios desarrollados sobre el tema destacan en la mayoría de ciudades del trópico se puede observar frecuentemente condiciones térmicas por encima de los niveles de confort aceptables producto de la intensa radiación solar y las altas temperaturas (Ali - Toudert y Mayer en Johansson 2006). La multiplicidad de sus áreas exteriores no brindan las condiciones ambientales para ser utilizadas por los ciudadanos como lugares atractivos, a pesar que en este tipo de clima el espacio exterior tiene un rol potencialmente más importante debido a su uso activo y prolongado.

Es por esta razón que, existe un creciente interés en la búsqueda de ámbitos sustentables que consideren las condiciones ambientales y el comportamiento de la gente en correspondencia con la situación térmica (Bruse 2007). La tendencia actual es incluir la complejidad del espacio físico en los proyectos de transformación del espacio y utilizar en términos apropiados la energía natural, sus potencialidades y variaciones con fines sostenibles y acorde a las necesidades de los individuos. Frente a esta realidad es indispensable el desarrollo de enfoques que reconozcan la necesidad de establecer soluciones apropiadas y contribuyan a un hábitat construido más sostenible, esto pone de manifiesto la exigencia de soluciones que apoyen el uso racional de la energía a fin de favorecer un hábitat más sostenible. La adopción de nuevos métodos puede contribuir a la mejora del rendimiento ambiental en los entornos urbanos apoyados en el uso de instrumentos y técnicas que favorezcan la sostenibilidad y la interacción social (Girardet 2001).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación es profundizar en la temática urbano - ambiental y el diseño urbano vinculado a las particularidades microclimáticas y al uso de los espacios exteriores con el fin de desarrollar estrategias de control microclimático del espacio entre edificaciones en clima cálido - húmedo. El estudio se centra en el análisis de las particularidades contextuales relativas a los factores microclimáticos intervinientes (soleamiento y ventilación) y las características urbanas - morfotipológicas y edificatorias y de las superficies (pavimentos). Se parte del conocimiento de los aspectos teóricos y del manejo adecuado de estos

factores contextuales lo que contribuye a discernir sobre las condiciones óptimas en búsqueda de soluciones que satisfagan las necesidades de los usuarios y los requisitos de confort exterior en las áreas residenciales.

Con esta finalidad el estudio aborda aspectos relativos a concepción térmico – ambiental, explora acerca de las condiciones climáticas locales de Maracaibo (Venezuela), las características morfológicas y edificatorias, y la interacción entre estos factores en algunas experiencias de investigación realizadas lo que permite analizar las condiciones de confortabilidad e impacto y conocer las situaciones desfavorables y alteraciones ambientales sustanciales. Así mismo, determinar los niveles de afectación térmica y utilización efectiva del espacio exterior mediante la realización de actividades comunes en las áreas exteriores residenciales (Conjuntos Residenciales).

Para acercarnos al objeto de la investigación se plantea una aproximación al estudio del microespacio urbano y lo concerniente a la definición y localización del microespacio. Se aborda lo relativo a la relación hombre - medio - ambiente que trata la adecuación del microespacio y el control de variables claves incidentes en el mismo. Estos datos son esenciales en el manejo de la solución espacial y de diseño con el propósito de superar los problemas ambientales generados en las áreas urbanas, en especial en el micro espacio local, y como garantía de uso futuro del lugar por parte de los habitantes - usuarios de los desarrollos residenciales (Gómez 2009).

Para la validación de estos planteamientos se aplican técnicas de simulación física y computacional que permiten la construcción de escenarios basados en la combinación de parámetros básicos y variables morfo-térmicas intervinientes para el análisis y evaluación del comportamiento térmico del microespacio entre edificaciones, El estudio comparativo de la combinación de las variables, su comportamiento e implicaciones, contribuyen a predecir situaciones térmicas y determinar estrategias proyectuales que apoyen el control de las condiciones climáticas en el entorno edificado.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en la simulación computacional se establecen algunos principios y lineamientos de ordenamiento y control térmico como estrategias que derivan de las condiciones y particularidades del lugar. Estas guías contribuyen al control de los factores ambientales claves que inciden en la condición exterior con la finalidad de reducir los impactos del entorno edificado producto de la interacción entre el medio construido y el microclima local.

2 HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El presente estudio surge de las interrogantes referidas a la condición urbana, ambiental y social de la realidad local entre las que destacan las siguientes: ¿Las particularidades del desarrollo urbano local y las características morfológicas y edificatorias, inciden en la condición de confortabilidad térmica del entorno edificado - entre edificios - en los conjuntos residenciales? ¿El análisis de las condiciones climáticas, características urbanas y efectos de interacción entre estos factores permite determinar el grado de afectación y las alteraciones sustanciales que afectan la calidad térmica de los usuarios del microespacio? ¿El manejo adecuado de

las variables microclimáticas, morfológicas y edificatorias, contribuye a la consecución del confort óptimo y la satisfacción de necesidades de los usuarios en las áreas exteriores? En respuesta a estas interrogantes se plantea una hipótesis de trabajo que consiste en verificar el supuesto siguiente:

El desarrollo de las actividades sociales y recreativas está determinado por las características y particularidades de los elementos construidos, los elementos naturales y las condiciones microclimáticas (soleamiento y ventilación) del microespacio exterior en clima cálido – húmedo.

El tema de la investigación trata de resolver inquietudes en la creación de espacios con niveles adecuados de calidad térmica que promuevan la sostenibilidad y el fomento de interacción social en el microespacio entre edificios, para ello se propone como objetivo general el siguiente: Establecer principios y lineamientos de ordenamiento y control solar - eólico del entorno edificado en clima cálido - húmedo a partir de las características físicas, ambientales y sociales de la realidad local y los requerimientos térmicos del microespacio urbano analizados y los enfoques referenciales sostenibles considerados. Los objetivos específicos planteados son:

- 1) Realizar un estudio del estado del arte del espacio público urbano desde la concepción ambiental sostenible y el espacio como actividad social.
- 2) Analizar el tratamiento físico - ambiental del espacio urbano, el medio natural y el medio urbano, con el fin de identificar los factores clave determinantes de la calidad ambiental, sus características y efectos en el microespacio urbano local.
- 3) Evaluar la calidad térmico - ambiental y uso del microespacio en los desarrollos residenciales locales (casos de estudio), a partir del análisis de la forma construida y su interacción con las variables climáticas claves (sol y viento) y el uso efectivo del lugar.
- 4) Aplicar métodos de simulación computacional que combinen variables predeterminadas en diferente condición térmico - ambiental (soleamiento y ventilación) y en diversas situaciones urbanas a fin de conocer el comportamiento de las variables y predecir situaciones de confort ambiental del microespacio urbano local.
- 5) Establecer estrategias de control solar - eólico mediante la definición de principios y lineamientos de ordenación del microespacio entre edificaciones en clima cálido - húmedo a partir de los resultados obtenidos en la simulación.

La metodología propuesta para la validación de la tesis se enmarca en el enfoque cuantitativo - cualitativo, desde el punto de vista casuístico y anticipativo; es decir, se utilizó un enfoque mixto que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como integración y discusión conjunta que permite realizar inferencias producto de toda la información recabada para entender el fenómeno bajo estudio (Hernández. y Mendoza 2010).

El desarrollo de la investigación aborda, primero, la calidad ambiental y bienestar térmico a fin de comprender los múltiples factores incidentes en el confort

de los usuarios en el exterior. Se analiza el clima urbano, la combinación de elementos, parámetros y factores que lo definen y los mecanismos que lo condicionan. Examina las escalas que aplican al área urbana, factores del medio natural, el medio construido y aspectos del microclima. En este contexto interesa analizar las peculiaridades del microclima urbano y evaluar los elementos del medio físico que influyen y determinan la calidad ambiental en áreas urbanas. Así mismo, conocer el patrón microclimático, particularizar cada situación y comprender los parámetros fundamentales y los mecanismos de regulación y control microclimático. Después se presenta una aproximación al estudio del microespacio urbano y sus particularidades como elemento articulador de la microescala urbana.

La caracterización climática de Maracaibo aborda lo referente al análisis de Maracaibo, descripción de la situación actual, datos climáticos locales, características urbanas y localización. Se describe la metodología de análisis y la evaluación térmica ambiental, etapas de selección de casos de estudio, procedimiento de análisis, instrumentos y técnicas de medición, y la técnica de simulación aplicada en los casos seleccionados. Luego el proceso de caracterización y análisis morfo - térmico de los conjuntos residenciales, consideraciones físicas y características microclimáticas y síntesis del comportamiento térmico - ambiental de los conjuntos analizados.

A continuación se describe la técnica de Simulación Computacional y el Programa Software 2010 utilizado (derivado de Dinámica de Fluidos Computacional - CFD), etapas de análisis y evaluación y resultados obtenidos por cada conjunto residencial. Se expone el estudio comparativo entre los conjuntos residenciales estudiados para cada variable, la influencia según la combinación de las variables y finalmente los resultados de estas combinaciones. A partir de los resultados de la simulación se establecen algunos principios y lineamientos de ordenación para orientar la toma de decisiones en la evaluación y diseño del microespacio exterior local.

3 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Para contextualizar la temática se examinaron los conceptos y enfoques teóricos vinculados a la dimensión ambiental, dimensión espacial – social, dimensión sostenible y se realizó una aproximación al estudio del microespacio urbano. El propósito es conocer los aspectos involucrados, identificar los múltiples factores intervinientes y caracterizar los elementos y sus efectos en materia de valoración térmico - ambiental del microespacio local. En este resumen de tesis se presentara solamente una revisión general del marco conceptual (dimensión ambiental) y sobre el enfoque teórico rector (el microespacio urbano). Para ello se presenta primero, los aspectos vinculados a la calidad ambiental urbana, particularidades climáticas y factores intervinientes propios del lugar (microclima). Segundo, una aproximación al estudio del microespacio urbano.

3.1 Calidad ambiental, particularidades climáticas y microclima

Los principios de aceptación internacional sobre integridad del sistema ambiental consagrados por la Organización de Naciones Unidas 1992 en la Cumbre de la Tierra o ECO - 92, incluyen compromisos específicos con el fin de evitar o minimizar los efectos adversos que las actividades pudieran ocasionar sobre los diferentes parámetros que componen el medio ambiente. Mediante la aprobación del Programa 21 o Agenda 21 se reconoce el papel fundamental que los sistemas urbanos por ser la ciudad, un núcleo generador de conflictos ambientales, económicos y sociales. A partir de lo suscrito cabe destacar el liderazgo europeo en el compromiso asumido en la reducción de los efectos ecológicos de las actividades urbanas como objetivo general de la política medioambiental (Organización de Naciones Unidas 1992, Unión Europea 1996 y 1998).

En términos generales, el logro de los objetivos de calidad ambiental es sumamente complejo, su concepto parte de la concepción global y sus múltiples factores incidentes, son numerosas las variables que intervienen en su definición y significado. El término de calidad ambiental se considera desde diversas ópticas, entre ellas destaca la calidad térmica que impone un nuevo concepto, la calidad climática, implica una serie de medidas que integra los elementos climáticos en el planeamiento y construcción del medio urbano (Fernández 2000). Interpreta el sistema ambiental como conjunto fluctuante de las condiciones climáticas y urbanas que lo caracterizan, producto de la interacción entre edificios, espacio exterior y elementos que lo definen.

El propósito de la calidad ambiental es obtener las mejores condiciones en las áreas urbanas y edificios, considera los aspectos que intervienen en el bienestar de los ciudadanos y la creación de microclimas urbanos confortables (De Schiller 2002, Luengo 2002). Para avanzar hacia la solución de la problemática ambiental es necesario comprender la interacción entre los factores climáticos y el entorno físico contextual a fin de adaptar las soluciones a cada lugar según las directrices bioclimáticas. A la hora de mejorar la calidad ambiental el estudio del clima y sus particularidades resulta de gran utilidad en la comprensión de la combinación compleja de elementos, parámetros y factores determinantes. Es posible conocer el clima comprendiendo los elementos que lo componen y lo definen como un sistema complejo de interrelaciones entre las variables intervinientes y los procesos (Neila 2004, Ugarte 2008, López 2007).

Según los estudios, el clima de una región lo define las características que describen el tiempo de la zona, tales como: temperatura, humedad, viento y precipitaciones, entre otras. (López 2007). Las clasificaciones obedecen al conjunto homogéneo de condiciones atmosféricas, entre las innumerables clasificaciones destacan las sustentadas en criterios higrótérmicos, clima cálido y seco, clima cálido y húmedo, clima frío y seco y clima frío y húmedo (Malte - Brun en Neila 2004); por la combinación de temperatura, humedad y precipitaciones, por temperatura (clima frío, templado y cálido), humedad (seco y húmedo); y precipitación (clima árido, semiárido, clima subhúmedo, clima húmedo, clima muy húmedo). En el presente estudio interesa destacar el clima cálido – húmedo correspondiente a esta región tropical cuyas características son: radiación solar muy perpendicular durante la

mayoría del año, elevada irradiancia con temperaturas muy altas, radiación difusa intensa y elevada humedad, así como menor irradiancia superficial y poca oscilación entre temperaturas diurnas y nocturnas (Neila 2004). En esta zona usualmente las temperaturas se mantienen por encima de lo deseable, con efecto de sobrehumectación por la elevada humedad y aumento de sensación térmica que requiere intensa ventilación. En esta región la radiación solar alcanza un valor medio anual de 4.16 Kw/hora/m²/día, la ciudad de Maracaibo recibe entre 4 y 6 Kw/hora/ m²/día y la temperatura media anual oscila entre 27 y 28 °C con amplitudes medias diarias de 8 a 10 °C (González 2006).

Los estudios climáticos referencian tres (3) escalas: la meso escala, la escala local y la microescala, cada una con diferente extensión, altura y estabilidad atmosférica. La microescala alcanza una distancia horizontal entre 200 y 300 m y una distancia vertical que varía entre 1,5 y 4 veces la altura media de los edificios (Arnfield y Oke en Johansson 2006). Esta capa corresponde a la parte atmosférica inferior variable (microclima), comprende los edificios y sus alrededores y presenta variabilidad microclimática entre distancias cortas, en esta escala se sitúa la presente investigación. Las especificidades climáticas parten de los efectos provenientes de los edificios y los elementos urbanos que modifican notablemente las condiciones microclimáticas. Algunos autores señalan que el análisis y valoración de los factores del microclima local son el componente esencial para los desarrollos en las zonas urbanas (Fariña 2006, López de Asiain 1997, Álvarez López 2004). Los estudios suelen destacar cinco elementos del medio físico como factores incidentes en la calidad térmica ambiental: el soleamiento, la temperatura del aire, la humedad del aire, la radiación solar y la velocidad y dirección del viento, sus diferencias modifican, de una u otra forma, el balance energético entre el cuerpo humano y el entorno que le rodea.

El *Soleamiento*, sol y sombra son condiciones necesarias para promover buenos niveles de habitabilidad y uso fluido de las áreas exteriores en que la exposición al sol es crítica (De Schiller 2002). El componente solar es valorado como el parámetro más determinante de la calidad ambiental y es factor imprescindible en el bienestar térmico y psicológico de las personas (Higuera 2009). Es indispensable conocer en cualquier situación urbana la condición solar y sus limitantes, así como las trayectorias e inclinaciones solares en condiciones extremas. Los parámetros son básicamente la latitud y estación (posición del sol), y orientación e inclinación de las superficies edificadas (geometría del edificio).

La *Temperatura*, es considerada junto a la humedad la variable climatológica más importante, determina el intercambio de calor convectivo entre la piel y el aire del entorno. La proporción de intercambio de calor convectivo depende de la velocidad del aire; que a su vez, es afectada por el valor de aislamiento del entorno. Por otra parte, la temperatura del ambiente constituye el efecto combinado de la temperatura del aire y la temperatura radiante del entorno, esta última determina el intercambio de calor radiante entre la piel y el ambiente. Por esta razón algunas investigaciones vinculan el malestar producido por el calor con la temperatura del ambiente y la condición de humedad y velocidad del aire (Givoni 1998).

El factor *Radiación Solar*, llamado constante solar es amortiguado por diversos factores climáticos, tales como: altitud (espesor de la atmósfera), nubosidad y el

ángulo de inclinación del sol, etc. (Thekaekara y Drummond 1971 en Duffie y Beckman 1974, Neila 2004). La radiación proviene no solamente del sol, sino es reflejada de otras superficies difundidas desde otro cuerpo. El fenómeno radiante produce efectos favorables o desfavorables de efecto inmediato o indirecto, como consecuencia de la radiación absorbida por las superficies exteriores que calientan el aire por convección (Dossío, Higuera y González 2009). La radiación solar depende de tres factores: latitud, posición del sol respecto al observador; orientación, según relación y época del año; y obstrucciones, en la trayectoria, turbiedad del aire y obstáculos físicos. Se comporta de tres formas: reflectancia, absorción y transmitancia, esto explica que en los estudios debe tenerse en cuenta los tres componentes: radiación directa, radiación difusa y radiación reflejada desde las superficies adyacentes (Consejería de Obras Públicas y Transporte 1997). Los estudios del medio urbano señalan la radiación solar como condicionante del diseño de edificios y espacios urbanos, en los climas cálidos la condición confort depende del intercambio y ganancias por radiación solar directa y reflejada y de la radiación de onda larga con las superficies del entorno (Serra 1999). Las estrategias de diseño deben encaminarse hacia la reducción de radiación solar, favorecer la presencia del viento en el exterior e incorporar superficies frías en los elementos urbanos (Dossío, Higuera y Neila 2009). En climas cálidos es habitual utilizar las propias edificaciones o cubiertas de protección para reducir la radiación directa y reflejada, así como los acabados con bajos coeficientes de reflexión, superficies vegetales y láminas de agua. En estas zonas climáticas las cartas solares pueden convertirse en instrumentos de diseño fundamental, contribuyen a predecir la adecuada cantidad de radiación que resulte beneficiosa para los gastos energéticos y el bienestar de los individuos. (Neila 2004).

El *Viento*, es el elemento climático más importante a considerar en el diseño de los espacios exteriores, implica el movimiento del aire (velocidad y dirección) y su manejo combinado puede generar espacios abiertos dentro o fuera del rango de confort (Agostini 2005). En la microescala el estudio y conocimiento de las variaciones del viento en velocidad y dirección es esencial, sin embargo resulta extremadamente complejo y difícil calcular o estimar estos movimientos debido a las variaciones en tamaño, forma y distancias de las edificaciones (Oke en Johansson 2006). De modo que las características de distribución y velocidades aparecen inestables y turbulentas, la complejidad del terreno y temperaturas del ambiente produce cambios rápidos en distancias muy cortas, sobre todo durante la noche. Los obstáculos edificados y la topografía también producen variaciones en la velocidad del aire, los edificios pueden actuar como "obstáculos" urbanos y repercutir en los flujos del viento, convertirlos en diferentes corrientes que pueden incrementar y alterar la velocidad de viento inicial. Los obstáculos topográficos también producen variaciones explicadas por el rozamiento y el comportamiento laminar y turbulento del aire, por tanto, la velocidad depende del tipo de suelo del espacio (Fariña 2001, Serra 1999, Higuera 2006). En los núcleos urbanos cualquier edificación que sobresalga en el conjunto edificado crea zonas de turbulencia en el entorno circundante, aspecto determinante para el acondicionamiento del espacio (Higuera 2006). Para el manejo de los vientos en áreas exteriores es necesario contar con los datos provenientes de estaciones cercanas, estos pueden servir de pauta para el emplazamiento y diseño exterior.

La *Orientación*, se vincula al aprovechamiento de los recursos naturales, sol, viento, y control de residuos, entre otros (Casado 1996). El análisis de las variaciones según la dirección de los vientos y el estudio de los niveles de radiación en las diversas orientaciones y latitud del lugar, contribuyen a evaluar el comportamiento de los factores para elegir aquella orientación que acentúe el equilibrio térmico (Ugarte 2008). Los criterios de orientación se basan en la teoría sol – aire y parte del supuesto que el calentamiento de las superficies depende de la energía radiante que recibe y de la temperatura del aire (Fariña 2001). De lo que se trata es buscar la orientación óptima de los espacios libres y de los edificios para fines de protección y captación según los recorridos del sol y los vientos, establecer tipologías de orientación, edificios multiorientados con altura máxima, distancia entre bloques y disposición.

La *Humedad*, está referida a la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, se relaciona con la nubosidad, la precipitación y la temperatura del aire. La humedad relativa (HR) es la capacidad que tiene el aire para absorber vapor de agua y depende de la temperatura del aire. La humedad absoluta es la masa de vapor de agua contenida en el aire y refleja su densidad de vapor de agua (Ministerio de Obras Públicas y Transporte 1993). La humedad relativa es el factor más relevante, el alto o bajo nivel de humedad produce ambientes extremadamente seco o muy húmedo (Agostini 2005, Gaitani y Santamouris 2005). Las temperaturas entre 20 y 25 °C admiten disfrutar un nivel recomendado entre 20 y 80% de HR. Al sobrepasar los 25 °C, las necesidades de corrección varían, si es menor al 40% es necesario ventilar, si supera este valor es indispensable incrementar la ventilación (Olgay 1968, López 2007).

La *Vegetación*, es un elemento interviniente que modifica la radiación solar directa y la radiación global por la absorción de la luz solar, protege la dirección de los vientos y por su efecto de evapotranspiración puede incrementar la humedad relativa y bajar la temperatura entre zonas próximas, creando corrientes de aire para nivelarla (López 2007, Ugarte 2008). Las áreas verdes tienen impacto significativo en la temperatura del aire, son comunes las diferencias de 1 - 2 °C y hasta 5 °C, en el caso de la evaporación su efecto en la temperatura del aire es inferior a 0,5 °C (Spronken et al. en Johansson 2006). Existen otras contribuciones de la vegetación, protege del viento y el sol, reduce el soleamiento directo en edificios y en las áreas exteriores, incluso puede reducir el soleamiento efectivo entre 20% - 40%. Las zonas verdes son garante de la presencia de la naturaleza, sus beneficios se vinculan con la mejora de las condiciones climáticas, el control de humedad y de temperatura, y la adecuación del microclima en los espacios libres, lo que resulta imprescindible para mejorar la calidad de vida en las áreas urbanas (Palomo 2003).

Además del ambiente térmico, otros parámetros han demostrado ser importantes en la evaluación y control del ambiente exterior. Más allá de las condiciones climáticas deben considerarse los aspectos físicos del medio construido, las superficies y los pavimentos deben ser tomados en cuenta y que determinan notablemente la forma construida e influyen en las condiciones térmicas del espacio exterior (Zambrano y Malafaia en Bustos 2006).

Las *Superficies y Pavimentos*, actúan por efecto de la radiación solar como elementos incidentes en la calidad térmica urbana. En las áreas urbanas suelen tener un carácter complejo, las zonas del suelo constituyen un mosaico de superficies con materiales diversos y diferente albedo que altera la fracción de radiación solar reflejada y absorbida (Uherek 2004). El calentamiento del suelo depende del ángulo de incidencia de los rayos solares, el calor absorbido es mayor cuanto menor sea el ángulo de los rayos con la normal al plano (Fariña 2001). Desde el punto de vista urbanístico los dos primeros metros de altura respecto al suelo son fundamentales, la variación del gradiente se va haciendo más pequeña conforme nos alejamos del mismo. La importancia del adecuado tratamiento del pavimento y la relevancia que tiene la zona atmosférica cercana al suelo, la textura y naturaleza de los pavimentos, determinan en parte la calidad térmica del exterior (Ugarte 2008). Desde el punto de vista microclimático, en las áreas urbanas las posibilidades de control se reducen a cuatro: los propios edificios, la topografía, el tipo de materiales de las superficies y la vegetación (Fariña 2001). Los edificios pueden utilizarse con fines bioclimáticos en la producción de sombras y reducción de la velocidad del viento, resultan muy útiles como resguardos de viento dependiendo de su altura. El complejo de las formas geométricas urbanas, en especial los edificios con bordes irregulares, afectan fuertemente los vientos que transcurren por la ciudad; pruebas realizadas muestran reducción de velocidad entre 25 y 50% (Glaumann y Bosselmann en Johansson 2006). Es importante considerar además del clima, las características urbanas y conocer el patrón microclimático del lugar para aumentar el uso de las áreas exteriores.

La *Vegetación* es un elemento de control importante para mejorar el microclima y confort térmico exterior, especialmente en climas cálidos. Estudios recientes han demostrado los beneficios en la disminución de la temperatura y suministro de sombra para mejora del confort exterior (Katzschner 2004). La arborización mejora el entorno de las edificaciones y proporciona cierto control del soleamiento y del viento circundante, las barreras vegetales pueden llegar a conseguir reducciones de velocidad del viento de hasta un 50% y a una distancia de trece veces su altura (Fariña 2001). Otro aspecto de control se relaciona con el tamaño del área verde, en grandes extensiones pueden alcanzarse niveles positivos de enfriamiento, cuando los árboles bloquean el viento se reduce la velocidad entre 30 y 40% (Spangenberg et al. 2008). En muchas ciudades tropicales la vegetación es escasa por efecto de la urbanización, existe una marcada tendencia a sustituir la vegetación natural y los suelos permeables por superficies de asfalto y cemento más sensibles al flujo de calor latente. En estos climas el principal beneficio del verde es la disminución de la radiación solar por efecto de la sombra que produce y la evapotranspiración de temperatura del aire, esta reducción mejora las condiciones de confort de los usuarios y limita el uso de la energía para enfriamiento del lugar. Estudios recientes han demostrado los beneficios del verde en la reducción de la temperatura y suministro de sombra, su localización en zonas próximas a las edificaciones amplía la posibilidad de sombreado y mejora el desempeño en términos de humedad relativa en las edificaciones y espacios abiertos (De Campos 1999).

Otro aspecto de control microclimático es la obstrucción de la radiación solar en los pavimentos como factor de regulación para la disminución de temperaturas

radiantes (Rueda 2006). Las superficies verdes alcanzan temperaturas más bajas que las superficies duras, se reduce el campo radiante y desplazamiento del aire sobre la superficie. La plantación de tierra en las áreas adyacentes a zonas sombreadas puede atenuar la radiación difusa o reflejada (De Campos 1999, Taylor et al. 2008). El verde y la tierra pueden ser utilizados para interceptar la radiación solar e impedir la reflexión y proporcionar áreas sombreadas en las zonas exteriores. Se recomienda el uso de árboles y zonas húmedas y sombreadas que eleven la calidad ambiental urbana a bajo costo. Para el control de la radiación solar es necesario realizar estudios de sombreado que beneficien el uso de los espacios durante el año y favorecer la circulación del aire fresco en días calurosos. La sombra constituye el factor más relevante en climas cálidos por los efectos de radiación presentes en este tipo de clima que afectan el equilibrio térmico corporal. En estos climas con altos niveles de radiación solar, el flujo radiativo suele ser significativo. Proveer en las latitudes tropicales ambientes sombreados acorde al horario, ángulo solar y masa edificada, puede contribuir al control ambiental en las áreas exteriores a través del sombreado y suministro del aire en movimiento.

3.2 Aproximación al estudio del microespacio urbano

La definición del microespacio urbano resulta sumamente polémica y exige la comprensión de los diferentes tipos y escalas urbanas, en que se incluye el espacio intermedio entre edificios. Según el concepto actual, el microespacio urbano constituye el segmento del espacio exterior de la edificación comprendido entre el espacio público urbano y el límite externo edificado (Augé 1993). Se define como área física de condiciones topográficas particulares donde transcurren las actividades de la población y donde la búsqueda de lo común y la satisfacción de intereses individuales deben ser reguladas y controladas. La estructura física y espacial del microespacio se manifiesta en la organización y distribución de los elementos y su función es proporcionar el escenario para las actividades cotidianas. Esta condición influye en los modelos de actividad que se desarrollan y en la optimización y uso del lugar.

Otro planteamiento destaca que el microespacio es el mundo de lo común, es el espacio intermedio que facilita la co-presencia y regula las relaciones interpersonales, al estar presente en el mismo lugar con los demás la experiencia compartida del mundo se hace posible (Madanipour en Rajala 2009). Significa que la situación espacial interviene en la acción social, brinda oportunidades y fomenta los vínculos. Desde la perspectiva social, algunos autores lo describen como "conjunción del espacio y como lugar para la acción más elemental de producción de lo social" (Habermas en Joseph 1999); y desde lo público, como sitio de intereses comunes. Ligado a estos dos conceptos se define como espacio compartido en el que se llevan a cabo relaciones espontáneas, fluidas, que se generan a partir de los sistemas de interacción entre los usuarios en escenarios establecidos (Gehl 2006). Dichos escenarios están referidos a lugares en constante reformulación, debido a que la ocupación a partir de su uso es en sí misma un proceso.

Desde otra visión, el microespacio urbano exterior - interior es todo espacio intermedio entre edificios, tanto si se trata de áreas urbanas o rurales, y donde la

definición geométrica de los mismos depende de la diversa disposición de las edificaciones. La polaridad interior - exterior presenta al espacio exterior como espacio de movimiento, actividad libre y abierta, y como lugar de reunión por excelencia, de acontecimiento social, de participación, encuentro y comunicación con los demás, lo define como forma derivada de la agrupación edificada (Stekar 2006). De ahí que es de vital importancia en la concepción de las nuevas formas de arquitectura, la forma del vacío resultante de la disposición de los edificios para atribuir valor social, colmar de actividades el espacio inter - edificación y reivindicarlo como potenciador de la arquitectura que lo circunda. Otro enfoque lo relaciona con las cualidades espaciales y ambientales que generan la interacción de los individuos y promueve el desarrollo de actividades en la microescala. Este concepto es el relativo a micro - urbanismo, terminología aparecida en la arquitectura y teorías de diseño urbano reciente referido a la promoción del desarrollo en los espacios microurbano en las recientes tendencias de planeamiento que "promueve el diseño y el desarrollo a la pequeña escala centrado en las funciones del colectivo que se producen en el área pública y semi - pública" (Madanipour 2003). El término se utiliza para describir el espacio y las intervenciones de diseño que promueven una variedad de actividades, eventos, procesos y funciones que hacen lugar.

En los estudios sobre la definición espacial del entorno físico se destaca otro concepto del espacio microurbano, se considera como todo el espacio que queda libre entre los edificios y corresponde a la escala intermedia en donde se observa el microclima zonal y se aprecian los elementos y cambios urbanos más sutiles (Krier en Ochoa 1999). En esta escala es donde se desarrollan la mayoría de las actividades del ser humano y los seres vivos, es la que vive una "persona de a pie" y donde se perciben los cambios del microclima urbano que a veces se dan en unos pocos metros, tantos como los que abarca la sombra de un árbol o un edificio. La escala del presente estudio corresponde a la microescala climática del espacio urbano. Siguiendo a los diversos autores es posible señalar que, el microespacio urbano se convierte en una unidad donde los componentes físicos, climáticos y sociales actúan como dimensiones que lo condicionan y le confieren carácter integrador de espacios, como espacio de vida y de relación social (Gómez et al. 2009). Este espacio de carácter comunitario queda así reducido a un espacio micro que se puede definir cuantitativamente de forma precisa como área física, de condiciones espaciales, ambientales y población, con carácter singular y de uso público. Se evidencia que se está gestando una nueva forma de concebir el espacio, lo público y lo privado reunido en espacios micro, donde la búsqueda de la satisfacción de las necesidades se da en conjunción con otros y generan vínculos afectivos que permiten compartir lo común; es decir, la socialización del espacio.

En la actualidad este espacio de uso público ha adquirido un mayor protagonismo en el diseño urbano y ha pasado a formar parte de la ciudad erigiéndose como lugar de encuentro de las zonas edificadas (Sambricio y Whyte en López 2007). Se ha convertido en el espacio de transición entre lo construido y lo no construido, entre lo privado y lo público urbano. Constituye el área de mayor actividad para las personas y grupos de personas de cualquier edad, un alto porcentaje de las actividades relativas a la permanencia y la interacción ocurren en estas zonas circundantes a las edificaciones (Gil 2007). El diseño de estas áreas es

uno de los factores más importantes a la hora de generar vida en el exterior, una mayor interacción entre el espacio de uso público y lo privado hará del área del entorno un lugar de mayor permanencia. Este espacio intermedio actúa como elemento articulador del diseño en la microescala urbana y constituye el espacio donde tienen lugar la mayor parte de las actividades comunes en las agrupaciones residenciales urbanas. Dentro del espacio no construido, el entorno público - privado alrededor de los edificios pasa a ser el elemento más atractivo por su condición de centralidad y por ser el espacio común de sociabilidad y comunicación (Fariña 2009). Su definición geométrica deriva de la disposición de las edificaciones y solo a través de estas características geométricas y cualidades estéticas se accede a la consciencia experimental del espacio exterior; en tanto que, espacio urbano (Rowe 1985). Las investigaciones sobre el medio ambiente urbano, la sintaxis del espacio y los métodos de exploración espacial tienden a centrarse en las condiciones de la macro escala. Sin embargo, los estudios actuales han empezado a considerar que las condiciones espaciales en la microescala urbana no deben dejarse de lado, por lo que es necesario prestar atención a las condiciones y relaciones espaciales a este nivel urbano (López 2007). La aplicación de herramientas de análisis en los entornos construidos muestra que, las relaciones espaciales en esta escala tienen un alto impacto en la vida entre los edificios y por extensión a las zonas urbanas. La solución espacial afecta la acción social estableciendo restricciones, brindando oportunidades y fomento de las actividades de la población residente.

La importancia de introducir fundamentos de planeamiento y diseño urbano requiere el entendimiento de cómo funciona el microespacio urbano, la idea fundamental es que en la vida cotidiana, en las situaciones corrientes y los espacios en los que se despliega la vida diaria es donde se deben concentrar la atención y el esfuerzo (Gehl 2010). La función principal del espacio exteriores hacer que los espacios colectivos y las zonas residenciales sean más atractivas. Otros estudios sobre el papel del espacio exterior indican que el área de mayor actividad para las personas y grupos de cualquier edad son definitivamente las zonas localizadas entre los edificios, entre lo público y lo privado, el 96% de las actividades relativas a "permanecer", "hacer" o "interactuar" ocurren en estas zonas (Gehl en Gil 2007). Otra posición respecto al espacio intermedio acentúa las funciones de transición y de encuentro (Bundgaard, Gehl y Koven en Gil 2007). Se refieren básicamente a la unión / conexión entre el espacio construido y el espacio no construido; al intercambio o interrelación entre las actividades del interior de los edificios y el espacio público; y la permanencia, destinadas al descanso, estancia o, sencillamente, estar de pie, entre otras. Es de suma importancia conocer la función que desempeña el microespacio y las actividades desarrolladas, el incremento y duración de las mismas contribuye a realzar la función principal del entorno delimitado por la edificación (Whyte en Gil 2007). El diseño del espacio entre edificios es una de las tareas más importantes a la hora de generar vida en el exterior por su repercusión en el uso futuro de estos lugares, una mayor interacción en estos sitios hará de estas zonas lugares de permanencia.

La aproximación al estudio del microespacio exterior es el resultado de las nuevas visiones urbanísticas y del cambio de paradigma del urbanismo y de la construcción basada en el programa político mundial de desarrollo sostenible. El avance de las ciudades hacia un modelo de desarrollo más sostenible, requiere un

compromiso que vaya más allá de la retórica, el planeamiento debe incluir cambio y replaneamiento, debe darse prioridad a optimizar, diversificar y regenerar las áreas urbanas promoviendo un uso más eficiente de lo construido intensificando y reprogramando el tejido urbano. Los proyectos deben incidir en la creación de sistemas que contribuyan a crear nuevas redes de relaciones interpersonales en el espacio público en las diversas escalas urbanas, a través de nuevos métodos, procedimientos y técnicas - herramientas innovadoras que sirvan de apoyo a la sostenibilidad del entorno edificado.

La noción moderna de diseño que forma parte del núcleo del nuevo urbanismo (eco - urbanismo) lo considera ya no solo como un designio, constituye un instrumento de control cuya elaboración, expresión y desarrollo revela las posibilidades y limitaciones que imponen los lugares, las circunstancias y los acontecimientos (Kees 2006). Representa también una herramienta de análisis concebida sobre la base del conocimiento de las condiciones locales, de los recursos y los criterios que regulan las diversas formas, componentes y técnicas eco - compatibles en la construcción de ciudad. La visión eco - urbanística considera al microespacio de uso público como terreno privilegiado para la formulación de estrategias sostenibles, entendidas como instrumentos de transformación y cualificación de las ciudades (Novick 2003). Recomienda optar por estrategias, métodos - técnicas, para la evaluación y el diseño en las áreas exteriores que sirvan como germen en el proceso regenerador y crecimiento del confort y la sostenibilidad urbana. Desde este enfoque las consideraciones sobre el manejo del lugar, el clima, la orientación, el soleamiento y los vientos, son esenciales en la mejora del ámbito urbano y las condiciones de habitabilidad, se reconoce el uso de los recursos locales, sol y viento, como modos de ahorro energético. Recomienda actuar desde el entorno más inmediato, desde el diseño de la edificación y sus espacios adyacentes, porque el manejo de los factores que afectan el medio climático pueden modificar, en el sentido requerido, sus valores, lo que realza la importancia del uso de los recursos urbanos, edificatorios y los parámetros exigidos en la obtención del confort exterior.

Este enfoque parte de la reflexión sobre la relación hombre - medio - ambiente que propone la conexión y adecuación al presente; y a la vez, proporciona una perspectiva de futuro. La recuperación del microespacio exterior como lugar donde se producen las relaciones comunitarias destinadas a multiplicidad de actividades, sólo puede lograrse desde una nueva concepción del mismo. Esta visión debe incluir, además de las variables del espacio, las relaciones con la edificación, de allí la importancia de estudiar a partir de experiencias de nuestra realidad urbana en Maracaibo, el tratamiento y condicionamiento cada vez más complejo del entorno edificado y su influencia sobre el comportamiento de los individuos.

4 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE MARACAIBO (VENEZUELA)

4.1 Maracaibo. Situación actual

La ciudad de Maracaibo se encuentra localizada en la zona intertropical y emplazada en una planicie de poca elevación, próxima a dos grandes masas de agua, el Lago de Maracaibo y el Golfo de Venezuela, se encuentra ubicado según las coordenadas geográficas de 10° 40' 26" latitud norte y de 71° 37' 27" longitud Oeste (Datos: SIRGAS REGVEN) (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 1999) y a una altitud de 29,6 msnm. Debido a esta posición geográfica, la ciudad se caracteriza por un clima de elevadas temperaturas y humedades relativas, así como por una duración similar entre el período diurno y nocturno durante el año.

4.2 Datos de la ciudad de Maracaibo

Los datos climáticos que se mencionan a continuación corresponden a:

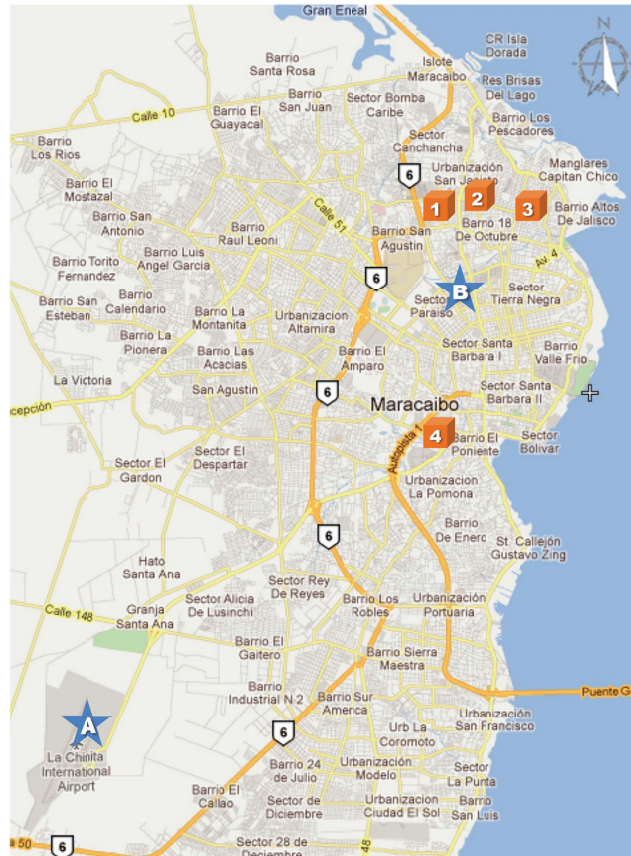
- 1) La Estación Meteorológica de la Base Aérea Rafael Urdaneta (BARU), cercana al Aeropuerto Internacional La Chinita (antiguo Caujarito) y situada a unos 15 Km al Sur - Este del centro de la ciudad de Maracaibo, y cuya información fue aportada por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, publicada en el "Proyecto Clima y Arquitectura" (1986) y actualizada para efectos de la investigación. Es preciso señalar que, la Estación BARU está situada en un área muy abierta sin obstáculos, por lo que los datos son marco de referencia importante. Se ubica a una distancia promedio de 17,79 Km de los conjuntos residenciales del estudio.
- 2) La información climática de la Estación Meteorológica Urbana (EMU) Dr. Eduardo González Cruz ubicada en el Instituto de la Facultad de Arquitectura (IFAD) de la Universidad del Zulia (LUZ) localizada en el área urbana de la ciudad de Maracaibo, específicamente en el Núcleo Técnico de Ingeniería - LUZ; a una distancia promedio de 2,89 Km de las zonas estudiadas. La Tabla 1 señala las coordenadas y distancias aproximadas a través de georeferenciación digital (Google Earth) de las estaciones meteorológicas y los conjuntos residenciales analizados (Figura 1).

Estación	Coordenadas			Distancias (Km)			
	Latitud	Longitud	Altitud (m)	La Paragua	La California	Zapara	Urdaneta
BARU	10°56'30"	71°43'40"	72	18.85	18.66	20.08	13.58
EMU	10°40'30"	71°37'30"	40	1.96	2.37	2.79	4.45

Figura 1. Distancias estación meteorológica - conjuntos residenciales

Fuente: IFAD 2011, Great Circle Mapper 2011 y Google Earth 2011

- 3) Los datos utilizados para el año 2009 fueron reportados por la Estación Meteorológica: 804070 - BARU (SVMC; Latitud: 10,56; Longitud: - 71,73; Altitud: 66) y tomados de la página: <http://www.tutiempo.net/clima/Maracaibo - La Chinita/2009/804070.htm>



1) CR La California



2) CR La Paragua



3) CR Zapara



4) CR Urdaneta

Figura 2. Ubicación conjuntos residenciales

Fuente: Estaciones Meteorológicas: A) BARU y B) EMU. Conjuntos Residenciales: 1) La California, 2) La Paragua, 3) Zapara y 4) Urdaneta. Fuente: <http://wikimapia.org/#lat=10.6504859&lon=-71.5913773&z=12&l=3&m=m>.

Temperatura del aire y humedad relativa. En Maracaibo la temperatura y la humedad son muy elevadas. Durante el periodo diurno la temperatura varía de 23,1 a 33 °C y la humedad oscila entre 50 y 65%, durante todo el año. En el periodo nocturno oscila entre 23,6 a 28,3 °C, y una humedad del 75 al 92%. Las Figuras 2 y 3 muestran los valores mensuales horarios de la temperatura del aire y humedad relativa en Maracaibo (datos de la Estación Meteorológica BARU (1997 - 1981).

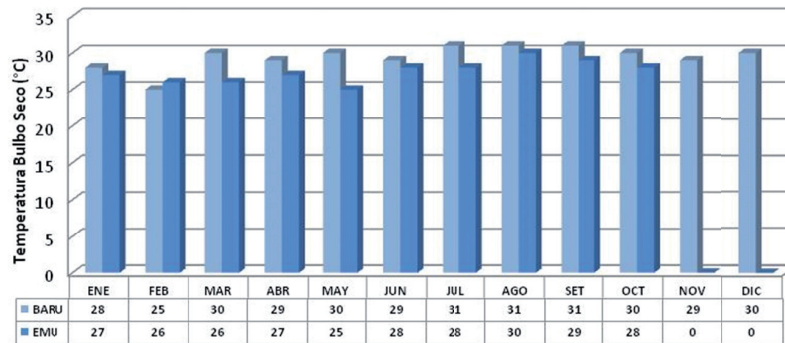


Figura 3. Temperatura del aire (bulbo seco). Promedio Mensual, año 2009.

Fuente: Estaciones Meteorológicas BARU y EMU.

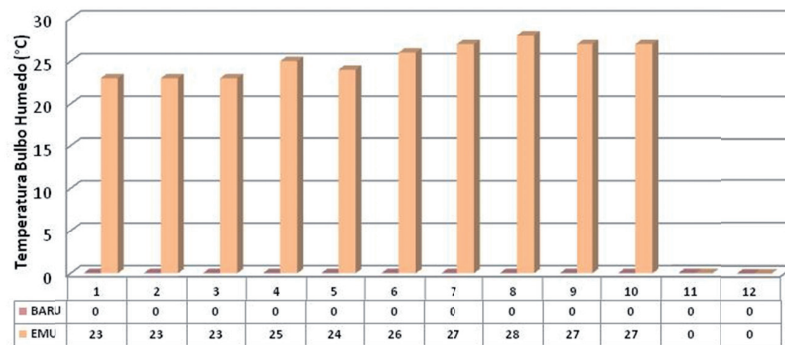


Figura 4. Temperatura del aire (bulbo húmedo). Promedio Mensual, año 2009.

Fuente: Estaciones Meteorológicas BARU y EMU.

Los valores de temperatura media horaria mensual fueron registrados por la Estación Meteorológica EMU, instalada en el Instituto de Facultad de Arquitectura IFAD - LUZ (año 2009). Se observa que la temperatura máxima promedio anual es de 32,9 °C, la temperatura mínima promedio es de 26,9 °C. La temperatura media es de 29,6 °C y la amplitud es de 5,9 °C.

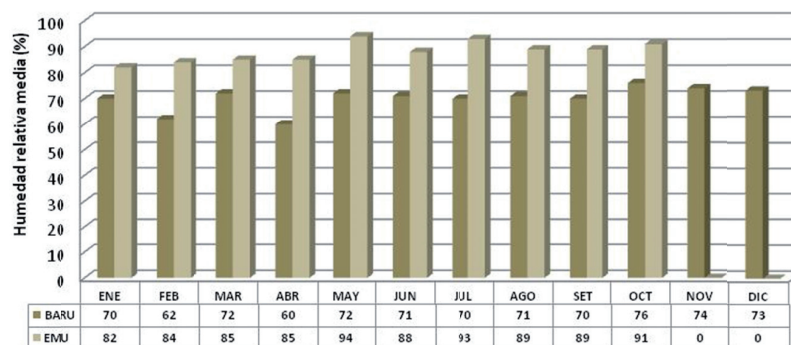


Figura 5. Humedad Relativa. Promedio Mensual, año 2009.

Fuente: Estaciones Meteorológicas BARU y EMU.

En la Figura 5 se visualiza que en el periodo diurno la temperatura varía de 25,3 a 34,9 °C. Ello demuestra que en el área urbana existe un incremento de 2 °C, según Datos Mensuales de Humedad Relativa (Mes/Horas) 2009. Los valores higrotérmicos de Maracaibo la ubican durante todo el año fuera de la zona de confort térmico, según la Carta de Olgay (1968). Sin embargo, un 75,3%, se sitúan dentro de la zona de bienestar ampliada por ventilación natural o mecánica con velocidades mínimas requeridas de 1,5 m/s. Para el resto de los valores (24,7%) coincidentes en su mayor parte con las horas del mediodía, no es posible alcanzar el confort sino a través del uso de acondicionamiento mecánico, sobre todo en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre durante las horas matutinas. Estas condiciones requieren la sombra y el movimiento del aire como constantes para la condición de bienestar. La Figura 6 muestra el promedio mensual de horas, que según el Diagrama Psicométrico de Maracaibo (González 1986), no alcanzan el confort térmico requerido.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Horas	2	4	6	6	9	7	7	8	8	6	5	4

Figura 6. Promedio mensual de horas fuera de Confort Térmico

Fuente: Quiroz 1995 en Comisión para el Mejoramiento de la Calidad Térmica de las Edificaciones y el Espacio Urbano 1997

Velocidad y Dirección del Viento. El promedio anual de la velocidad del viento es de 3,66 m/s. (Estación meteorológica de BARU). La Figura 5 muestra los valores medios de la velocidad del viento en los diferentes meses del año. Los valores máximos se registran en los cuatro primeros meses del año y los valores mínimos en septiembre, Octubre y Noviembre. Los meses de mayor temperatura no son los que registran las mayores velocidades de viento. Las temperaturas más elevadas se dan en los meses de Agosto y Septiembre, cuando la velocidad del aire esta en los valores más bajos. La Estación Meteorológica Urbana (EMU) del IFAD - LUZ arroja un valor Promedio máximo anual, de velocidad del viento de 2,3 m/s, con una velocidad media anual de 1,5 m/s según Datos Mensuales de Velocidad Media del Viento (Km/h) (Mes/Día) 2009.

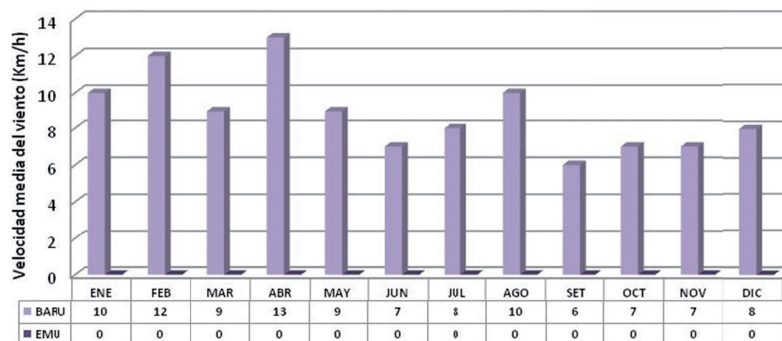


Figura 7. Velocidad del Viento. Promedio Mensual, año 2009.

Fuente: Estación Meteorológica EMU

Acorde al Manual de Recomendaciones para la mejora de la calidad térmica de las edificaciones (Comisión para el Mejoramiento de la Calidad Térmica de las

Edificaciones y el Espacio Urbano 1997), los datos de la Estación Meteorológica BARU arrojan que en la mayor parte del año (8 meses) del año 1997, la orientación prevaleciente es la NNE - NE; el resto del año pierde importancia la componente Norte para hacerse similar a la componente Sur, oscilando entre estas dos orientaciones, en Septiembre prevalece la dirección SSE. Con respecto a los periodos horarios, prevalece la dirección NNE con vientos de baja intensidad durante la mañana. Durante las primeras horas de la tarde, predominan los vientos desde el SSE, para volver a predominar la dirección NNE al final de la tarde y en las primeras horas de la noche. Frecuencia de la Velocidad y Dirección del Viento en Maracaibo. El Manual de Recomendaciones señala que, la dirección promedio prevaleciente del viento es de 30° NNE y la dirección promedio secundaria es de 10° NNE. Entre los meses de Junio y Octubre (entre las 12.00 y 14.00 aproximadamente), la dirección del viento es del ESE a 110° (Figura 8).

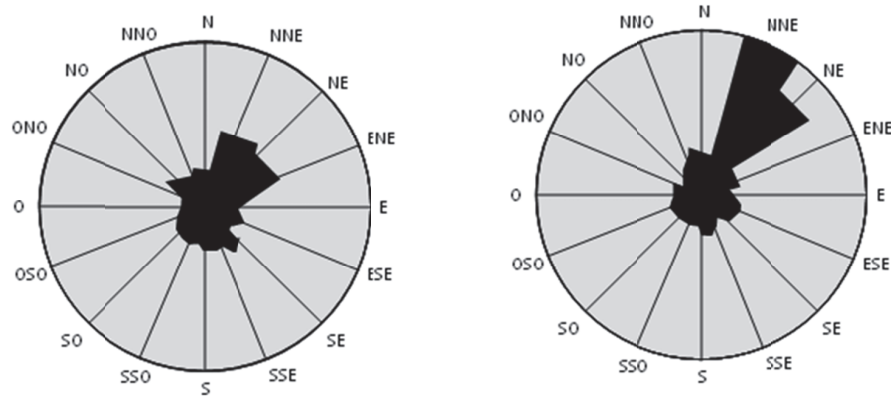


Figura 8. Dirección del Viento en horas de mínima y máxima velocidad (Junio - Octubre)

Fuente: Elaboración propia a partir de Quiroz 1997

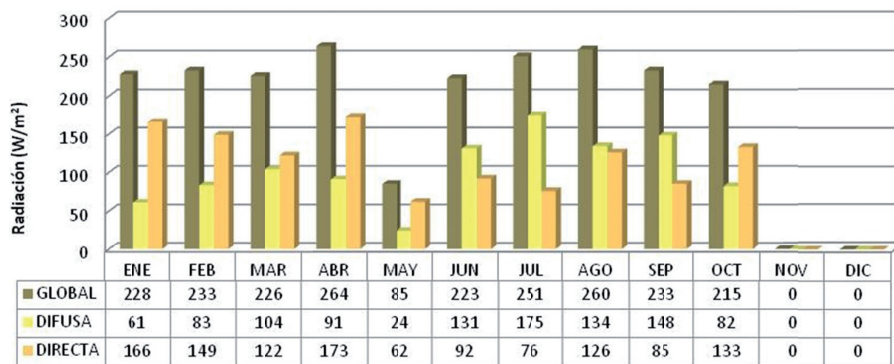


Figura 9. Radiación Solar. Promedio mensual, año 2009.

Fuente: Estación Meteorológica EMU

Insolación y Radiación Solar. Los porcentajes de insolación medios mensuales varían de 49 a 79%. Según el Manual de Recomendaciones mencionado anteriormente, los meses de mayor insolación corresponden a los meses de menor precipitación, el mismo señala un promedio anual de 7,6 horas de insolación sobre 12 horas posibles. La radiación llega a valores medios mensuales hasta 224 kcal/m²

5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN TÉRMICA AMBIENTAL

Dada la extensión en el número de los conjuntos residenciales multifamiliares existentes en Maracaibo y la marcada diferenciación de sus características, se planteó un proceso de identificación y selección de los casos de estudio representativos de la morfología urbana actual, sustentado en los patrones característicos típicos de los desarrollos urbanos locales. Se utilizó el concepto "patrón tipo" que se define como resultante de un procedimiento mediante el cual se separan las características que se repiten en los ejemplos de una serie y que lógicamente se pueden considerar como constantes (Argan 1965). El propósito es garantizar la representatividad en la selección y la similitud de las características constantes en los desarrollos urbanos locales, esto contribuye al análisis y contrastación de las situaciones térmicas de los mismos y al logro de los objetivos planteados.

La estrategia de selección se determinó acorde a los criterios establecidos a partir del uso de los conceptos relacionados con *Relevancia* (identidad, significado para la gente), *Referencia urbana* (dimensión, densidad poblacional), *Hito institucional* (solución habitacional destacada del sector público), *Integración* (vinculado a la estructura urbana), *organización tipológica* (nucleada - lineal). Asimismo, se aplicó un método de aproximación escalar utilizando la población muestral total de los conjuntos residenciales multifamiliares localizados en las parroquias, el propósito fue conocer la condición urbano - ambiental desde una visión general hasta concluir en la selección final de los conjuntos residenciales estudiados. La selección final de los casos de estudio, dos (2) conjuntos residenciales de 4 pisos (Zapara y Urb. Urdaneta) y dos (2) conjuntos de 8 pisos (La Paragua y La California) se basó en los patrones característicos típicos de los desarrollos urbanos representados en las dos tipologías que caracterizan los conjuntos residenciales locales. Así mismo, los conjuntos seleccionados se identifican plenamente con los criterios de Relevancia, Referencia urbana, Hito institucional, Integración a la estructura urbana y organización tipológica establecidos inicialmente en el método de selección, lo que ratifica la selección realizada.

A partir de la ubicación de los conjuntos residenciales seleccionados, se realizaron actividades relativas al análisis y evaluación de las características micro - climáticas del microespacio en los conjuntos seleccionados a través de la aplicación de los instrumentos para los estudios de campo en los sitios previamente seleccionados. Para ello se realizó, primero, una actividad de observación y reconocimiento del espacio exterior que permitió conocer las características morfológicas, la organización y los elementos destacados en el microespacio de los conjuntos y de esta manera obtener una primera aproximación sobre la problemática del lugar y la localización de los lugares de medición apropiados. Posteriormente se realizó la actividad de recolección de información a través de diversos tipos de instrumentos de registro y técnicas de medición acorde a las variables de la investigación. La medición de las variables ambientales se efectuó en los cuatro (4) casos de estudio seleccionados durante el periodo del 24 de mayo al 5 de junio 2010, se aplicó las técnicas de medición, el registro de las variables

térmicas y las entrevistas a los usuarios. En esta fase se aplicaron las técnicas de observación restringidas usando los instrumentos de registro solar y eólico para obtener la información sobre condiciones térmicas presentes en los casos de estudio. En esta fase se tomaron los datos de temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo húmedo (Tbh), humedad relativa (HR) y velocidad del viento (Vv), durante 15 días y 24 horas continuas del 24 de mayo al 7 de junio de 2010 y en los lugares previamente localizados. A tal efecto, se tomaron mediciones in situ mediante el *HOBO Data loggers ONSET*, software integrado al equipo de medición a fin de cuantificar las condiciones de temperatura bulbo seco, temperatura de globo y humedad relativa. También se utilizó el anemómetro para medir la velocidad del viento y el Grafico Rosa de los Vientos para obtener la dirección. El registro se realizó en los lugares previstos durante la observación preliminar en los conjuntos (Figura 10).

Instrumentos	Variables	Mediciones	Modalidad	Horarios	Lugar
HOBO Sensores Cable USB Equipo Temperatura	T. Bulbo Seco T. Bulbo Hum. T. Globo Radiación H. Relativa	1 semana	Continua	Registro de datos de 5 minutos	Seleccionado P1
Instrumento Manual Anemómetro	Veloc. Viento Direc. Viento	1 semana	Puntual (Matutino y Vespertino)	10 mediciones por día	Seleccionado P1
Estación Meteorológica cercana	Datos de Viento	Mayo - Junio 2010	Continua	Registro de datos cada hora	Estación LUZ Geodesia

Figura 11. Plan de medición y registro de Variables térmicas

Fuente: Gómez 2010

En cuanto a la técnica de Simulación Computacional aplicada, ésta busca estudiar el comportamiento termo - fluido - dinámico de los cuatro (4) conjuntos residenciales seleccionados con el propósito de discernir los efectos del soleamiento (radiación solar) y del viento en el acondicionamiento ambiental exterior. Para la etapa inicial del proceso computacional se generó la geometría, la malla y el pre - procesado utilizando modelos tridimensionales representativos por cada conjunto que expresan las variables urbanas claves del estudio.

Luego se proporcionó al Programa de simulación utilizado, *Software 2010*, unas condiciones iniciales de tiempo y las características de la serie. A partir de los resultados obtenidos por conjunto se realizó un proceso de validación que consistió en la comparación cuantitativa de las variables térmicas utilizadas en la simulación y las mediciones obtenidas de los equipos técnicos (HOBO) en los lugares de estudio. El proceso de simulación arrojó los gráficos de distribución de las temperaturas y el viento en el espacio exterior los cuales muestran las diferentes condiciones de temperatura y vientos producto de las características urbanas, tales como: altura de los edificios, distancias, localización, orientación, tipos de superficie y pavimentos, y la vegetación. Para avanzar en la solución en la condición urbano - ambiental del espacio entre las edificaciones se plantean estrategias urbano - ambientales que implica la aplicación de métodos de simulación física y computacional a manera de ensayo, que integren y combinen las variables

climáticas y morfológicas predeterminadas. La predicción de situaciones urbano - ambientales, el proceso comparativo y la evaluación del comportamiento de las variables apoyan el establecimiento de principios y lineamientos de ordenación en búsqueda del equilibrio microclimático y urbano en clima cálido - húmedo y posibilitará la extrapolación del proceso a otras zonas.

6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS MORFO-TÉRMICO DE LOS CONJUNTOS RESIDENCIALES SELECCIONADOS

El proceso de análisis se realiza a partir del estudio de las variables morfológicas y edificatorias de los conjuntos residenciales elegidos (CR La Paragua, CR La California, CR Zapara, CR Urdaneta) y de las variables térmicas registradas en cada conjunto mediante el uso de instrumentos y técnicas de medición en los sitios prestablecidos. Con estos datos se analiza la condición urbana y térmica por conjunto residencial y el comportamiento comparativo de los valores promedio registrados, el propósito es determinar las condiciones de confort exterior en los conjuntos estudiados.

6.1 Consideraciones físicas y características microclimáticas por conjunto residencial

Para la caracterización y análisis morfo - térmico se procede a profundizar el estudio en los cuatro (4) conjuntos residenciales multifamiliares que representan las dos tipologías características de los conjuntos residenciales locales, dos (2) conjuntos de 8 pisos (La Paragua y La California) y dos (2) de 4 pisos (Zapara y Urdaneta). Debe destacarse que la similitud de características de los conjuntos identificados con cada tipología favorece el análisis y contrastación de situaciones microclimáticas diversas para los fines de evaluación urbano - ambiental y para la predicción de escenarios que favorezcan el comportamiento ambiental del microespacio en estos desarrollos.

Conjunto residencial La Paragua

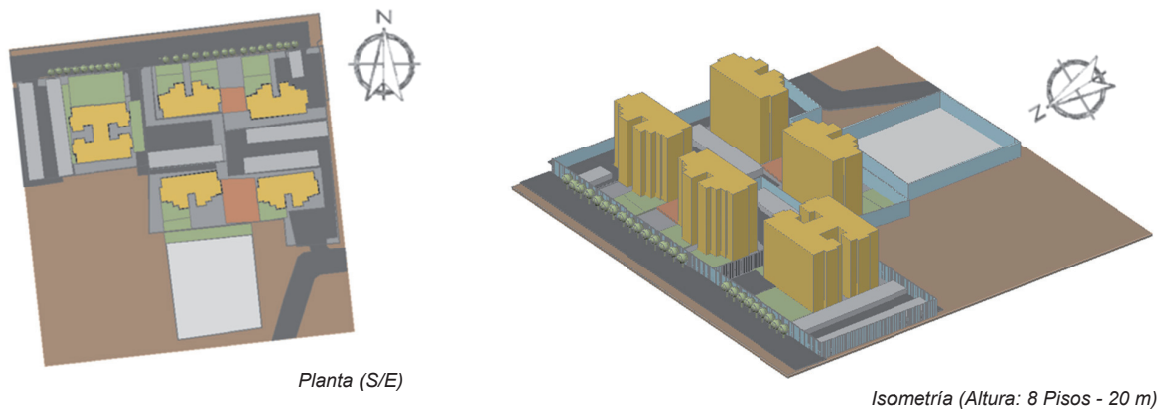
El Conjunto Residencial tiene un área aproximada de 45.759 m², de forma irregular, con un área desarrollada de aproximadamente 11.190 m², su configuración principal la determina los límites externos de la macroparcela localizada perimetralmente en una zona del tejido urbano ubicada al Norte de la ciudad, en el límite de una de las principales vías urbanas (Circunvalación N° 2). De acuerdo a la Ordenanza de zonificación esta área se localiza en el Polígono de Áreas Residenciales Planificadas (PR) con alta intensidad de uso y vivienda multifamiliar o Zona PR – 4. La macroparcela tiene una densidad neta aproximada de 680 hab/Ha y posee un elevado porcentaje de áreas libres con bajo porcentaje de ocupación, el área libre exterior constituye aproximadamente 75% del lote y el restante 25% corresponde al área ocupada del lote. Las Figuras 12 y 13 presentan la vista del conjunto residencial y el plano general de La Paragua con los dos parcelamientos que lo conforman, el parcelamiento norte superior identifica el área de estudio seleccionada (modelo representativo del conjunto) y el lugar de medición técnica.



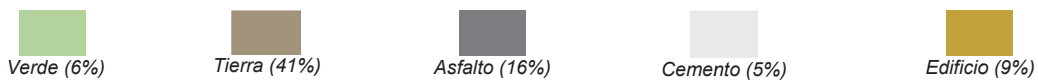
Figuras 12 y 13. Imagen del conjunto residencial la Paragua y su localización

Fuente: Archivo de la autora y elaboración propia a partir de GoogleEarth

El modelo muestra que, igual que en el total del conjunto residencial, se destina un porcentaje significativo de áreas exteriores a parqueo techado y pavimentos de asfalto (21%) ubicados en las inmediaciones de las edificios, un menor porcentaje de áreas libres se destina a zonas verdes (15%), juegos de niños, zonas deportivas, y lugares de esparcimiento común y caminos, y gran cantidad de superficies de cemento y tierra (aprox. 46%) (Figura 14).



LEYENDA:



Figuras 14. Tipos de superficie. Conjunto residencial La Paragua

Fuente: Gómez 2011

Las áreas verdes (jardineras, grama y árboles) ocupan una cantidad moderada del lote y se localizan en forma puntual y perimetral en la zona posterior a los edificios, el verde es utilizado básicamente en el conjunto residencial como elemento de ambientación visual. La vegetación está compuesta en su mayoría por arbustos que

delimitan los caminos y algunos árboles de mediana altura y follaje que proporcionan, acorde al horario, pequeñas áreas de sombra, especialmente en las áreas perimetrales del conjunto colindante con la vialidad. El modelo muestra la diversidad de características urbanas y condiciones exteriores cambiantes, lo cual hace presumir respuestas diversas de confort exterior y manejo de planeamiento y diseño exterior del conjunto residencial; es decir, responde a un manejo diferenciado de las variables urbanas y climáticas. La configuración del espacio exterior la determina los límites externos del lote y las características morfológicas de las edificaciones, de tipología aislada con condiciones diferentes en cuanto a: organización del espacio público, distribución en el lote, orientación de los volúmenes, áreas de ocupación del lote, altura de los edificios, relación altura espacio libre, retiro entre edificios y limitantes del conjunto residencial. En cuanto a las edificaciones dominan las superficies cerradas al exterior, sus muros están cubiertos de tablilla en combinación con material de granito proyectado, acabado mixto y colores neutros, lo cual pudiera incidir en la condición térmica exterior cuando la temperatura y radiación solar es intensa.

Conjunto residencial La California

El conjunto residencial La California ocupa un área aproximada de 16.963 m², de forma casi rectangular, con un área desarrollada de aproximadamente 3.252 m², su configuración la determina los límites externos del lote y se localiza en una manzana del tejido urbano ubicada al Norte de la ciudad, ocupada en su mayoría por viviendas de tipología unifamiliar aislada. Según la Ordenanza de zonificación vigente (PDUM 2005) se ubica en el Polígono de Áreas residenciales planificadas, alta intensidad y uso vivienda multifamiliar o Zona PR - 4 densidad neta aproximada de 680 hab/Ha).

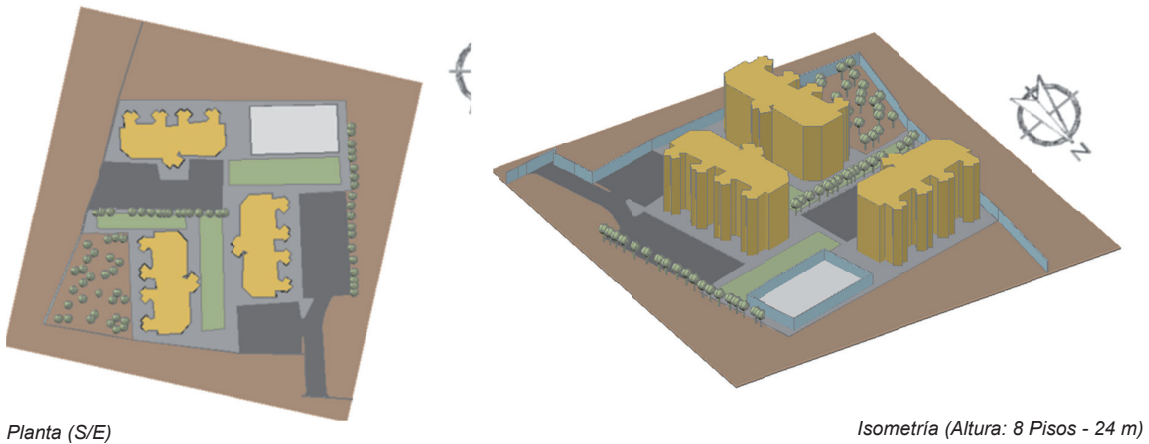


Figuras 15. Imagen Conjunto Residencial La California y su localización

Fuente: Gómez 2011

Obsérvese que casi todo el conjunto está pavimentado, hay poca presencia de vegetación mayormente compuesta por arbustos y los espacios exteriores están desolados. Las Figuras 13 y 14 presentan la vista y representación digital del

conjunto residencial La California que identifica el área de estudio seleccionada (modelo representativo) y señala el lugar de medición técnica que atiende a criterios de centralidad y posición estratégica frente a las edificaciones y al espacio común del conjunto. Al igual que el anterior las mediciones se realizaron a una altura aproximada a 1,5 m del suelo. El modelo síntesis representativo (Figura 16) representa esquemáticamente el sector sur - oeste del lote, el área seleccionada ocupa un 53% aproximado del total del parcelamiento, su selección responde a criterios de diversidad urbano - ambiental y al factor seguridad en la fase de observación y medición. El modelo muestra las edificaciones y áreas exteriores del conjunto, distribución de las zonas en el lote y características de las superficies. La condición de la parcela refleja poco nivel de ocupación (aproximadamente 20%) y numerosas áreas libres que ocupan cerca del 80% del lote.



LEYENDA:

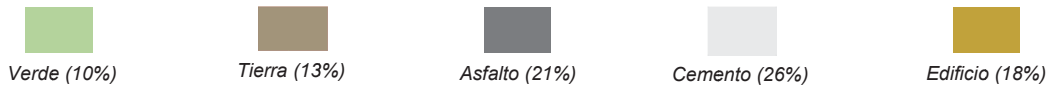


Figura 16. Modelo representativo Conjunto Residencial La California

Fuente: Gómez 2011

El modelo evidencia elevada cantidad de área libre destinada a zonas de parqueo con superficies de asfalto localizadas en las inmediaciones de las edificaciones (21%), una menor cantidad de estas áreas están se destinan al deporte (6%) y actividades de reunión y caminos (26%) con pavimentos de cemento y tierra. Se aprecia también que las áreas libres destinadas a zonas verdes (jardineras, grama, arboles) ocupa un 16% del lote, estas se distribuyen linealmente cercanas a los edificios y a las áreas de estancia y sitios de reunión de los residentes. El modelo muestra diversidad de características urbanas y diversidad microclimática, lo que hace presumir variabilidad de respuestas respecto al confort exterior y diferencias en el manejo de criterios físicos y ambientales en el diseño exterior del conjunto. La configuración del microespacio exterior está determinado por los límites de la parcela y sus características morfológicas en cuanto a: tipología de edificios y organización del espacio público, altura de edificios, retranqueo, retiro entre

edificios, distancia espacio libre, orientación de volúmenes en el lote y áreas de ocupación de la parcela. Existe prevalencia de los muros cerrados con superficies de granito proyectado, acabado mixto y colores neutros.

Conjunto residencial Zapara

Este conjunto residencial ubicado dentro de un parcelamiento mayor, ocupa un área aproximada de 14.062 m² tiene forma irregular y un área de ocupación aproximada de 2.620 m², su configuración la determinan los límites externos de la parcela que se ubica perimetralmente en una macroparcela ubicada en la zona norte de la ciudad, en el límite de la vía urbana principal (Circunvalación N° 2). De acuerdo a la Ordenanza de zonificación esta área corresponde al polígono de Áreas residenciales planificadas con alta intensidad de uso y vivienda multifamiliar o Zona PR - 2, de intensidad media de uso y vivienda multifamiliar.



Figuras 17 y 18. Imagen Conjunto Residencial Zapara y su localización

Fuente: Gómez 2011

Obsérvese que el conjunto está poco pavimentado y hay abundante presencia de vegetación compuesta por grama, arbustos y árboles de porte alto, se constata uso y presencia de personas en los espacios exteriores. Las Figuras 16 y 18 presentan la vista del conjunto residencial y el plano general de Zapara que identifica el área de estudio seleccionada (modelo representativo) el cual ocupa un 16% aproximado del total del conjunto, y señala el lugar de medición como respuesta al criterio de posición intermedia entre edificios y enfrentamiento al espacio contextual, las mediciones se realizaron a la altura de peatón, aproximadamente a 1,5 m del suelo. La parcela tiene una densidad neta aproximada de 480 hab/Ha, con elevada cantidad de áreas libres y baja ocupación del lote. En cuanto a condiciones de la parcela, las áreas exteriores ocupan aproximadamente el 87% del lote, el restante 13% corresponde al área ocupada. Un elevado porcentaje de área libre está destinada a zonas verdes ubicadas en el espacio inmediato a las edificaciones, tal como lo expresa el modelo gráfico síntesis representativa del sector centro - norte del conjunto residencial (Figura 19).

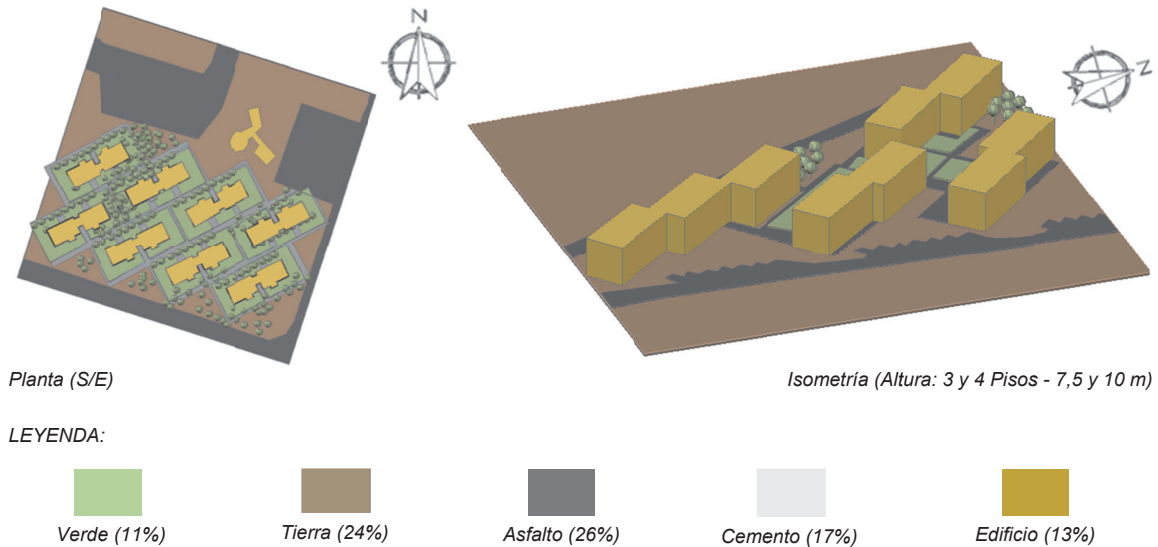


Figura 19. Modelo representativo Conjunto Residencial Zapara

Fuente: Gómez 2011

Acorde al modelo la vegetación en el espacio exterior es abundante (aprox. 20%), compuesta en su mayoría por árboles que delimitan los caminos y algunos arbustos de mediana altura y follaje que proporcionan áreas de sombra. El verde es lineal, se utiliza básicamente como delimitador espacial de los caminos y proporcionan sombreado en las áreas intermedias entre los edificios del conjunto residencial en donde se localizan las zonas destinadas a juego de niños y estancia de los residentes mezcladas con la vegetación. Las zonas de caminos de cemento alcanzan el 17% aproximadamente. El modelo muestra características urbanas y condiciones externas similares, el área que bordea las edificaciones mantiene condiciones climáticas estables producto de la similitud de las características morfológicas y edificatorias del conjunto residencial y la presencia del verde. El microespacio exterior lo configura las edificaciones que lo conforman, tipología continua y condiciones en cuanto a: altura (4 pisos), orientación de los volúmenes, relación altura espacio libre y distancias. Las zonas entre edificaciones, las áreas de circulación y de permanencia presentan vegetación y sombreado. Además, se presume condiciones térmicas similares por similitud de orientación, organización y distribución en el lote, localización de los volúmenes, altura de los mismos, ubicación y distribución de la vegetación, entre otras. Ello refleja aplicación de criterios de planeamiento y diseño equivalentes dentro del conjunto residencial, con similitud de respuestas en la condición térmico - ambiental y uso del espacio. En cuanto a las edificaciones, existe dominio de elementos cerrados al exterior, sus muros son de cemento de acabado mixto y colores neutros. Puede mencionarse que domina el uso residencial, con pocos usos complementarios que la apoyen.

Conjunto residencial Urdaneta

El conjunto residencial tiene un área aproximada de 22.598 m², de forma irregular y con un área desarrollada de aproximadamente 5912 m², su configuración la

determina los límites externos de la parcela y las vías perimetrales, se localiza en una manzana del tejido urbano en la zona centro - oeste de la ciudad ocupada en su mayoría por viviendas de tipología unifamiliar aislada. De acuerdo a la Ordenanza de zonificación esta área se localiza en el polígono de Áreas Residenciales Planificadas (parcelamientos, urbanizaciones y conjuntos residenciales) o Zona PR - P.



Figuras 20 y 21. Imagen Conjunto Residencial Urdaneta y su localización

Fuente: Gómez 2011

Las Figuras 20 y 21 muestran la vista y el plano digital del conjunto residencial Urdaneta en donde identifica la zona de estudio elegida (modelo representativo) que alcanza un aproximado de 45% del total del parcelamiento y señala el lugar de medición que atiende, al igual que en el anterior conjunto al criterio combinado de posición intermedia entre edificios y de enfrentamiento al espacio contextual. Las mediciones se realizaron a una altura aproximada a 1.5 m del suelo. La parcela tiene una densidad neta aproximada de 480 hab/Ha, el área libre ocupa el 82% del lote, el restante 18% corresponde al porcentaje de área edificada, tal como lo expresa el modelo gráfico síntesis representativa del sector sur del conjunto residencial (Figura 22).

La Figura 20 del modelo representativo muestra que una considerable extensión del área libre está destinada a zonas de esparcimiento común y áreas verdes localizados en las inmediaciones de las edificaciones que alcanzan un 5% del lote. El conjunto residencial no tiene zona de parqueo, las áreas para juegos de niños, esparcimiento y caminos ocupan un 32% del total, su revestimiento es de cemento y tierra. El microespacio exterior lo configura la morfología de las edificaciones, al igual que el anterior conjunto es de tipología aislada y condiciones similares de: altura (4 pisos), orientación de los volúmenes, relación altura espacio libre y retiros. Las zonas de retiro entre las edificaciones, áreas de circulación y permanencia, tienen diferente condición, en el espacio exterior el verde es escaso y en su mayoría lo conforma pequeñas áreas de grama cercanas a las edificaciones y a las zonas de juego de niños y esparcimiento comunitario. El área que bordea las edificaciones aparenta no presentar grandes diferencias en cuanto a sus condiciones climáticas y uso del espacio, la mayoría se encuentran expuestas a los efectos del clima con

pavimentos de cemento y tierra localizados entre edificios. Se supone que la morfología urbana atiende a criterios de planeamiento y diseño diverso, diversas respuestas que inciden en la condición térmica exterior.

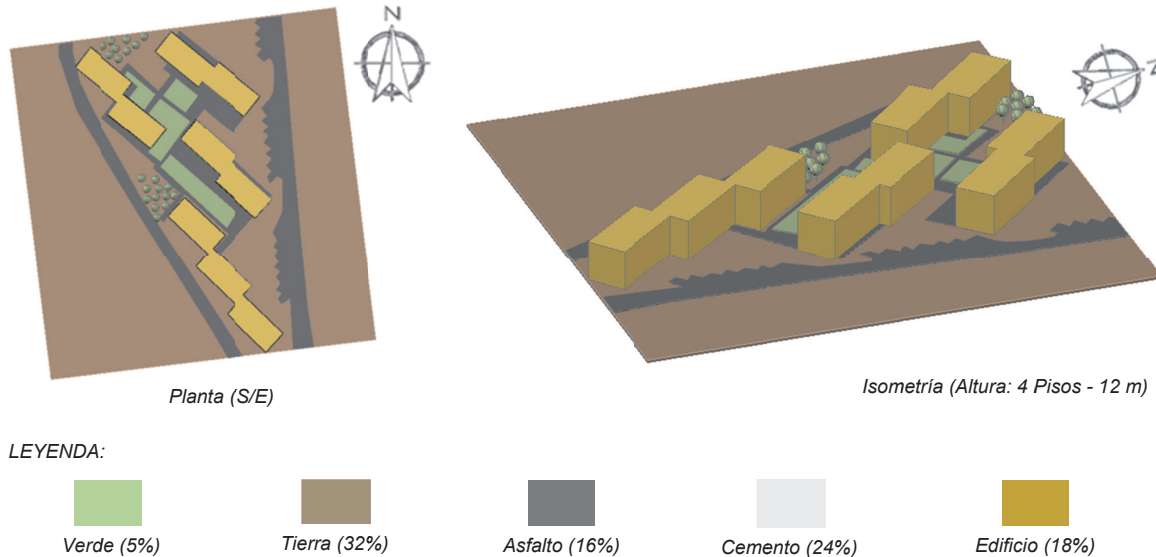


Figura 22. Modelo representativo Conjunto Residencial Urdaneta

Fuente: Gómez 2011

Existe dominio de superficies macizas, de muros de cemento de acabado mixto y colores neutros. Esta condición contribuye a generar efectos reflectivos cuando la temperatura y radiación solar es alta. En el conjunto residencial domina el uso residencial, no existen usos complementarios de apoyo para esta función.

6.2 Síntesis de comportamiento térmico-ambiental de los conjuntos residenciales, rangos-valores confort

La síntesis del comportamiento térmico - ambiental se realiza en función de los valores promedio de los conjuntos residenciales y de los rangos obtenidos en el Modelo de Confort (ZC) a través de la aplicación del Diagrama Psicométrico para Maracaibo en los cuatro (4) conjuntos. El fin es determinar las condiciones de confort exterior en las agrupaciones residenciales estudiadas (Figuras 23 y 24).

Intervalo	Hora	CR La Paragua				CR La California			
		Tbs.	Hr.	Tg.	V.v.	Tbs.	Hr.	Tg.	V.v.
0 - 1	1	28,96	75,46	28,23	1.3	29,34	74,30	29,15	1.25
1 - 2	2	28,67	76,31	28,04	1.3	29,07	75,04	28,91	1.25
2 - 3	3	28,42	75,90	27,91	1.3	28,82	74,65	28,70	1.25
3 - 4	4	28,18	75,10	27,76	1.3	28,54	73,96	28,39	1.25
4 - 5	5	27,98	75,37	27,61	1.3	28,31	74,39	28,15	1.25
5 - 6	6	27,81	75,70	27,52	1.3	28,15	74,85	28,02	1.25
6 - 7	7	27,93	75,06	27,59	1.3	28,06	74,70	28,10	1.25
7 - 8	8	28,91	75,12	27,81	1.3	28,49	73,28	28,89	1.25
8 - 9	9	30,21	68,26	28,52	1.3	29,34	70,74	30,07	1.25
9 - 10	10	31,19	66,13	29,09	1.40	30,25	69,01	31,22	1.25
10 - 11	11	32,28	63,34	30,89	1.30	31,27	66,64	32,38	1.60
11 - 12	12	32,81	61,04	31,46	1.20	32,30	63,55	33,53	1.15
12 - 13	13	33,90	58,64	36,95	1.70	33,62	60,08	35,41	0.90
13 - 14	14	34,44	56,99	40,14	0.80	34,73	56,72	37,17	1.30
14 - 15	15	34,14	58,00	41,83	2.40	35,14	56,44	37,83	1.15
15 - 16	16	33,48	60,08	38,22	1.70	35,32	56,13	38,40	1.05
16 - 17	17	33,06	60,83	39,87	1.10	35,07	56,22	37,62	1.60
17 - 18	18	31,57	65,91	34,73	1.3	33,35	60,74	33,66	1.25
18 - 19	19	30,41	70,49	31,71	1.3	31,28	67,38	30,80	1.25
19 - 20	20	29,87	72,83	30,06	1.3	30,42	70,82	30,15	1.25
20 - 21	21	29,80	73,34	30,33	1.3	30,27	71,68	30,12	1.25
21 - 22	22	29,66	74,69	30,36	1.3	30,15	72,92	29,92	1.25
22 - 23	23	29,50	76,00	30,45	1.3	29,92	74,53	29,73	1.25
23 - 24	24	29,39	76,51	29,95	1.3	29,77	75,24	29,62	1.25
Promedios		30,52	69,34	31,54		30,87	68,50	31,50	55,55

Figura 23. Resumen promedios. Valores promedio en los CR La Paragua y La California

Fuente: Gómez 2011

Intervalo	Hora	CR Zapara				CR Urdaneta			
		Tbs	HR	Tg	Vv	Tbs	HR	Tg	Vv
0 - 1	1	29,00	76,34	28,23	0,75	29,53	74,56	29,49	0,89
1 - 2	2	28,76	77,21	28,04	0,75	29,29	75,44	29,27	0,89
2 - 3	3	28,51	77,30	27,91	0,75	29,11	75,62	29,14	0,89
3 - 4	4	28,27	77,35	27,76	0,75	28,86	75,69	28,87	0,89
4 - 5	5	28,09	77,59	27,61	0,75	28,69	75,66	28,74	0,89
5 - 6	6	27,89	77,31	27,52	0,75	28,46	75,22	28,52	0,89
6 - 7	7	27,93	76,86	27,59	0,75	28,31	75,05	28,59	0,89
7 - 8	8	29,02	74,10	27,81	0,75	29,08	72,66	29,82	0,89
8 - 9	9	30,08	70,96	28,52	0,75	30,15	70,10	30,56	0,89
9 - 10	10	30,72	69,55	29,09	0,60	30,68	69,51	31,22	0,45
10 - 11	11	31,50	66,81	30,89	0,70	31,35	68,28	31,76	0,83
11 - 12	12	32,30	65,05	31,46	1,05	31,50	65,21	32,05	0,70
12 - 13	13	33,06	63,96	36,95	1,10	32,58	64,04	33,02	0,40
13 - 14	14	33,79	61,80	40,14	0,50	33,11	62,12	33,67	1,30
14 - 15	15	34,12	60,44	41,83	0,55	33,01	61,88	33,42	0,90
15 - 16	16	33,74	61,45	38,22	0,60	32,86	62,25	33,32	1,30
16 - 17	17	33,29	62,35	39,87	0,90	32,67	62,50	32,97	1,20
17 - 18	18	32,11	65,87	34,73	0,75	32,22	64,63	32,18	0,89
18 - 19	19	30,81	70,57	31,71	0,75	31,37	68,83	31,22	0,89
19 - 20	20	30,21	72,88	30,06	0,75	30,83	70,76	30,79	0,89
20 - 21	21	29,94	74,61	30,33	0,75	30,59	72,25	30,56	0,89
21 - 22	22	29,68	76,34	30,36	0,75	30,30	74,26	30,28	0,89
22 - 23	23	29,36	77,58	30,45	0,75	30,11	75,43	30,09	0,89
23 - 24	24	29,22	78,27	29,95	0,75	29,88	76,49	29,84	0,89
PROMEDIOS		30,48	71,36	31,54	0,75	30,61	70,35	30,81	0,89

Figura 24. Resumen promedios. Valores promedio en los CR Zapara y Urdaneta

Fuente: Gómez 2011

7 APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN LOS CONJUNTOS RESIDENCIALES

A continuación se describe el proceso de simulación de los conjuntos residenciales en que se busca estudiar el comportamiento termofluidodinámico de cuatro (4) conjuntos residenciales: La Paragua, La California, Zapara y Urdaneta. El propósito es poder discernir los efectos de la radiación solar y las corrientes de aire en el acondicionamiento ambiental exterior de los conjuntos, a fin de determinar principios y lineamientos que garanticen niveles de confort en los usuarios de estos espacios. La Simulación Computacional de diversos fenómenos físicos ha sido una herramienta utilizada desde los años 1980 para el análisis de procesos termofluidodinámicos, entre ellos la mecánica de fluidos computacional, *CFD* (Patankar 1980). En la actualidad existen códigos computacionales que realizan el análisis numérico necesario para la implementación de modelos matemáticos que expliquen el comportamiento del fenómeno físico en estudio. Antes de entrar en detalle con los resultados numéricos se da una breve descripción de las etapas del proceso de simulación: generación de la geometría, la malla y el pre - procesado. Es preciso recordar que el procedimiento para obtener los resultados es el mismo para los cuatro (4) conjuntos residenciales; por lo tanto, se tomará La Paragua para fines explicativos.

Creación de la geometría

El conjunto residencial La Paragua a modelar consta de cinco (5) edificios cercados de ocho (8) plantas, una cancha de tenis, zonas adyacentes de vegetación (grama) y diversos tipos de suelos. El modelo geométrico se muestra la Figura 25.

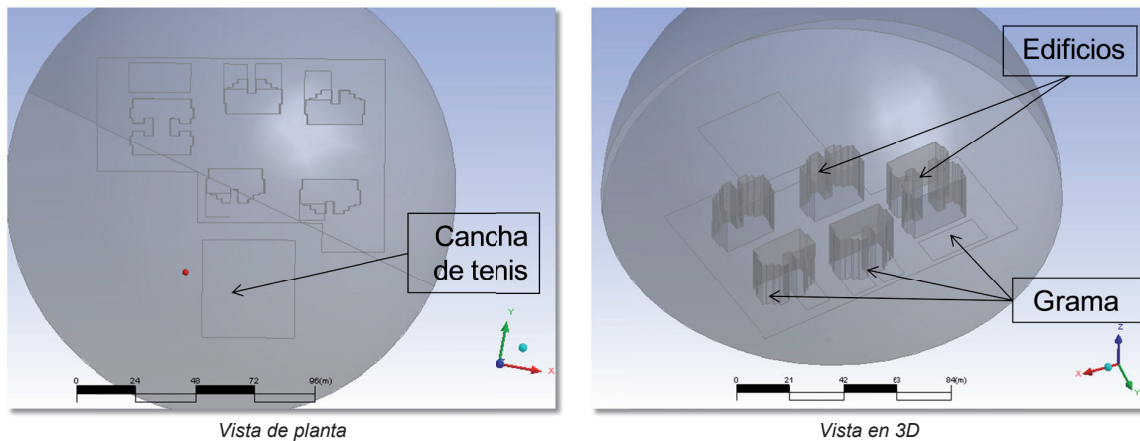


Figura 25. Modelo geométrico. CR La Paragua

Fuente: González y Añez 2011

Para la simulación termofluidodinámica no se tomó en cuenta las cercas que rodean los edificios por su poco efecto sobre las corrientes de aire y alto costo computacional. En las simulaciones DFC (Dinámica de fluidos computacional o CFD,

por su siglas en ingles) interesa modelar geoméricamente el volumen por donde va a pasar el fluido, no su contenedor o delimitador; es decir, el volumen ocupado por el aire atmosférico, más no el volumen de los edificios, arboles, etc. Por lo tanto, los edificios fueron extraídos del volumen sólido (por donde pasa el aire) que representa el dominio de cálculo, resultando el negativo de los mismos (Figura 26).

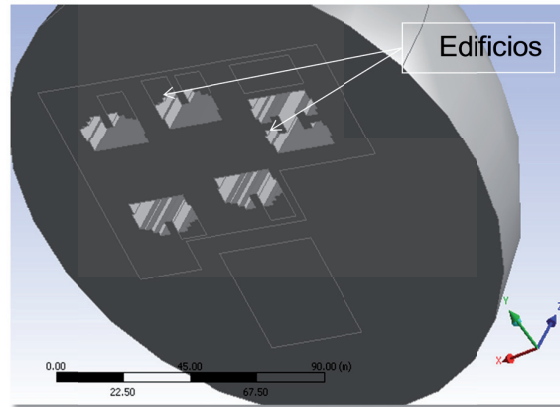


Figura 26. Modelo geométrico. CR La Paragua

Fuente: González y Añez 2011

Pre-procesado de la geometría

El pre - procesado consiste en declarar las condiciones de borde, valores iniciales y demás modelos matemáticos que se van a utilizar en la simulación. Como primer paso se configuran las ecuaciones de las corrientes del aire y de radiación.

- a) Corriente de aire: Aquí se tomó en consideración el cambio de velocidad con respecto al tiempo del aire desde las 6 am de la mañana hasta las 19.00 de la tarde, para una dirección fija del viento, con sentido del NE (Norte - Este) al SO (Sur - Oeste) (Figura 27).

Horas del día [h]	Velocidad del viento [m/s]
6.00	1.3
7.00	1.3
8.00	1.3
9.00	1.4
10.00	1.3
11.00	1.3
12.00	1.3
13.00	1.2
14.00	1
15.00	1.2
16.00	1.1
17.00	1.3
18.00	1.3
19.00	1.3

Figura 27. Magnitud de la velocidad del viento

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la Estación EMU-IFAD (1999)

La ecuación resultante fue obtenida mediante una regresión polinomial (González y Añez 2011) basada en la data experimental, dando como resultado un polinomio de 6to grado con la magnitud de la velocidad y el tiempo como variables dependiente e independiente, respectivamente. A continuación se muestran los resultados de la regresión polinomial:

$$\text{Vel} = a + b (t) + c (t^2) + d (t^3) + e (t^4) + f (t^5) + g (t^6)$$

Esta ecuación representa la magnitud de la velocidad del viento en el intervalo de estudio. (González y Añez 2011). Los coeficientes de la ecuación son:

$$a=1.307, b=-0.1033, c=0.0936, d=-0.0259, e=0.0029, f=0.00014, g=2.5369$$

- b) Radiación Solar: En este caso no se trabajó con las ecuaciones de radiación que trae por defecto el Programa Software 2010 de Simulación, en cambio se usó la siguiente ecuación:

$$Q_i(\text{neta}) = \varepsilon_i (\varepsilon_{bi} - G_i)$$

La cual está basada en un balance energético en un plano imaginario horizontal y perpendicular a la hoja (representado por la línea segmentada que se muestra en la Figura 28), de forma que la absorción y emisión ocurren bajo la superficie gris, se tiene entonces que $Q_{i(\text{neta})}$ significa la energía neta que hay que suministrar a la superficie para mantener su temperatura constante (en régimen permanente), ε_i es la emitancia de la superficie, E_{bi} es la transferencia neta de energía radiante, la cual es la energía que abandona una superficie en forma de calor, por radiación; y a su vez, es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta y G_i es la energía radiante incidente sobre la superficie. (Cengel 2004)

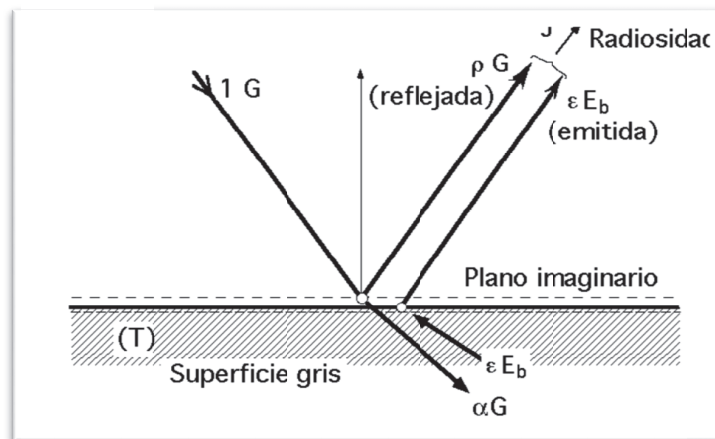


Figura 28. Balance energético sobre un plano imaginario por debajo de la superficie

Fuente: Elaboración propia adaptado ed Cengel (2004)

La ecuación de energía incidente (G) en forma de radiación global depende del tiempo, fue obtenida por medio de una regresión polinomial, la data fue recolectada del Instituto de Investigación de la Facultad de Arquitectura y Diseño (IFAD) ubicado en la ciudad de Maracaibo, Azimut 302° (medido desde el Norte

geográfico y la proyección del rayo solar medido desde 0° a 360°) y altitud solar 70°, esta posición solar corresponde con la hora y fecha de una de las mediciones térmicas en el sitio (26 mayo - 16.00). La energía incidente en función del tiempo, luce como sigue:

$$G = -111294.9 + 80225.76 (t) - 24347.88 (t^2) + 4064.109 (t^3) - 410.283 (t^4) + 25.712929 (t^5) + 0.98109 (t^6) + 0.02087 (t^7) - 0.00019 (t^8)$$

Esta ecuación representa la variación de energía solar incidente con respecto al tiempo (González y Añez 2011). Ahora bien, debido al régimen transitorio del fenómeno a estudiar, se le proporcionó al programa condiciones iniciales para un tiempo igual a cero (0) segundos; es decir, a las 6.00 para esto fue necesario simular en régimen permanente para dicho momento en el tiempo. Las características fundamentales de la serie fueron:

- Tipo de transferencia de calor: isotérmico.
- Condiciones de borde a la entrada del dominio (para el aire atmosférico): igual a la velocidad del viento a las 6.00 con dirección desde el N - E hasta el S - O.
- Condiciones de borde a la salida del dominio (para el aire atmosférico): Valor prescrito de presión manométrica igual 0 [Pa].
- Condiciones de borde para los suelos del dominio (incluyendo edificios): Transferencia de calor adiabática.
 - Una vez que se alcanzó la convergencia, los resultados son utilizados en la simulación trasiente, la cual consta de lo siguiente:
- Tiempo total a simular 14 horas, desde las 6.00 hasta las 19.00. El cual fue tomado por los promedios horarios medidos por el IFAD durante las 24 horas del día, durante todos los días del año, en donde se estableció un periodo de exposición solar de 14 horas durante el día.
- Tipo de transferencia de calor: energía térmica.
- Condiciones de borde de pared (cemento, tierra, cancha, grama y edificios): sin deslizamiento, opción de transferencia de calor de tipo: coeficiente de transferencia de calor convectivo y fuente de calor: flujo de energía ($Q_{i(neta)}$)
- Condición de borde de entrada: con ecuación de la corriente de aire.
- Condición de borde salida con cero (0) Pascales manométricos.
- Salida de resultados: cada cinco (5) pasos en el tiempo (cada 2,1 minutos), las variables discretas serían: flujo de calor en las paredes, presión, temperatura y velocidad.

Resultados de la geometría

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la simulación del comportamiento termofluidodinámico del conjunto residencial La Paragua; la cual se llevó a cabo en un computador con las siguientes características: Sistema operativo Windows XP, 2.5 GB de memoria RAM y procesador Intel Centrino Duo de 1.85 GHz. El tiempo de duración por simulación, para el caso general (condición de diseño), fue de aproximadamente de 18 horas con 33 minutos. El Programa Software 2010 de Simulación fue creado en el Laboratorio de simulación computacional de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia (LUZ), por los investigadores José González y Javier Añez. Esto ameritó un proceso de validación de resultados, el cual consistió en la comparación cuantitativa de las temperaturas de la simulación con las temperaturas de bulbo seco medidas en sitio por el HOBOWare Data loggers. ONSET, Hobo ware. Versión 2, (Instrumento que fue utilizado para la toma de mediciones de temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo y humedad relativa en las áreas exteriores de los conjuntos residenciales). Las mediciones fueron tomadas en las cercanías de unos de los edificios como se muestra en la Figura 29.

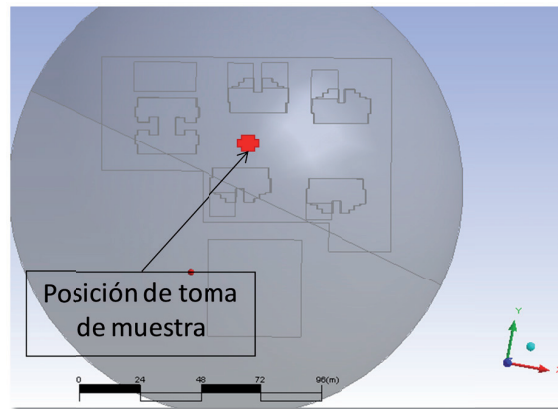


Figura 29. Lugar de medición de datos HOBO. CR La Paragua

Fuente: González y Añez (2011)

El procedimiento no consideró las sombras solares proyectadas por los edificios durante el periodo de tiempo de la simulación, por el contrario, se tomó la energía neta ($Q_{i(neta)}$) uniforme sobre todas las superficies, por lo que se propuso disminuir en cierta cantidad esta energía neta. El análisis está basado en que siempre existirán áreas que reciben radiación global y otras no, esto requirió reducir en porcentajes hasta que finalmente los resultados fueron suficientemente cercanos al valor real de las mediciones tomadas en sitio por el HOBO. Ello significa que el valor real es referencial, el sistema no es autónomo y necesita una referencia exterior microclimática, por esta razón, no se puede prescindir de un valor real. La Figura 30 muestra los resultados de las temperaturas de la simulación en comparación con las mediciones de temperatura en el mismo sitio hechas por el HOBO, la cual muestra similitudes apreciables en la temperatura.

Horas [h]	Temperatura del HOBO [°C]	Temperatura numérica [°C]
6:00	27,81	27
9:00	30,21	28,93
13:00	33,90	34,87
16:00	33,48	33,67
19:00	30,41	27,54

Figura 30. Comparación de las mediciones del HOBO con los resultados numéricos

Fuente: González y Añez (2011)

Modelos de simulación por conjunto residencial

Una vez que se han legitimado los resultados numéricos de la presente simulación se procede a evaluar la condición de diseño de los conjunto residenciales: La Paragua, La California, Zapara y Urdaneta. Los tipos de superficies en el conjunto residencial La Paragua presenta una mayor ocupación de áreas en cemento (5%), asfalto (16%), tierra (41%) y el verde (10%); además, una ocupación de los edificios (18%), esto indica que las superficies de asfalto y cemento alcanzan el mayor porcentaje de ocupación, 21% del total (Figura 31). El estudio de simulación analiza los efectos de estas condiciones del modelo en los resultados obtenidos sobre comportamiento de las variables térmicas.

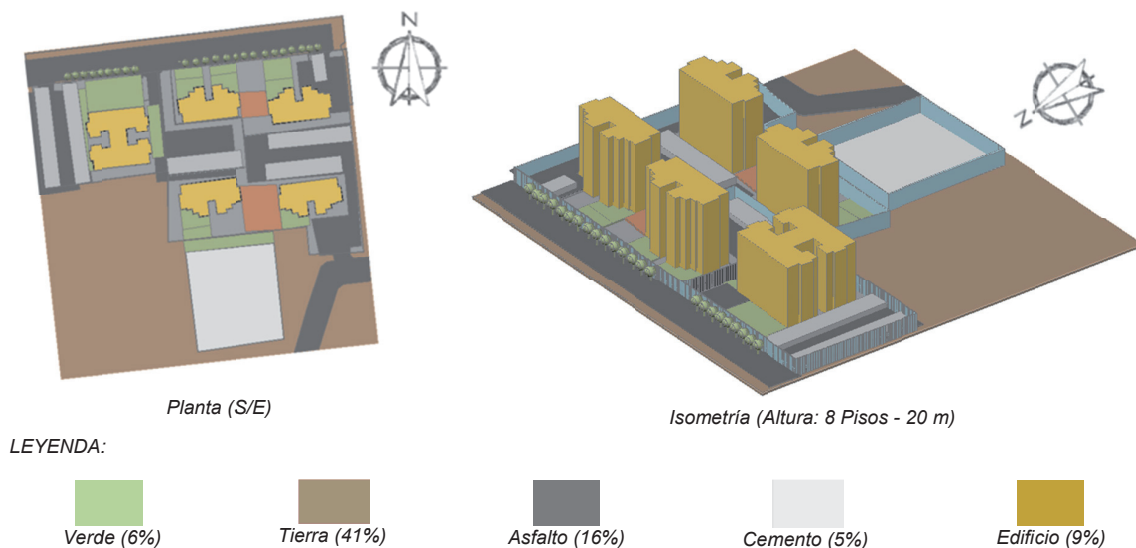


Figura 31. Tipos de superficie. CR La Paragua

Fuente: Gómez (2011)

En la Figura 32 se muestra la distribución de temperaturas a las 15:30 en un plano horizontal ubicado a 1,5 m del suelo, a la misma altura de la toma de datos del HOBO. Se puede observar como la ubicación de los edificios con respecto a la dirección y sentido del viento (del Norte - Este al Sur - Oeste), juega un papel decisivo sobre el acondicionamiento térmico exterior. También los acabados superficiales y la vegetación localizada en las inmediaciones de las edificaciones. En la grafica siguiente se puede apreciar el incremento de temperaturas en las zonas

posteriores de los edificios respecto al sentido de la corriente de aire; en los primeros tres (3) edificios ubicados en la esquina superior derecha se observa un aumento de temperatura aproximadamente de 5 °C (con respecto a la temperatura de referencia que es de 32 °C) en cambio para los otros dos (2) su zona posterior experimenta una ganancia entre 10 y 14 °C.

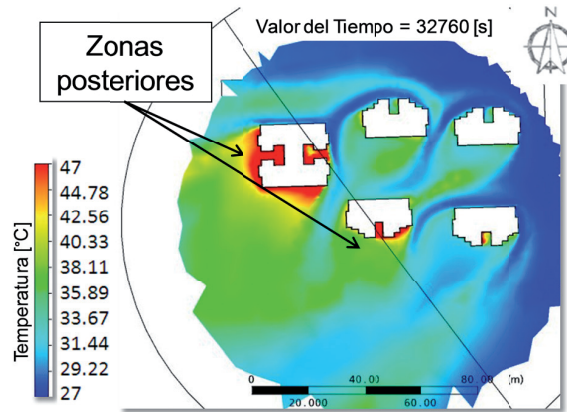


Figura 32. Distribución de temperaturas a 1,5 m. del suelo a las 15:30. Modelo La Paragua
Fuente: Gómez (2011)

Estos saltos térmicos se deben a que en el momento en que la corriente de aire atraviesa el espacio entre los últimos edificios, lo hace con una cantidad de masa menor a la que pasó entre los primeros edificios; y además, la transferencia de energía por convección entre las superficies calentadas, la vegetación como sumidero de calor y el viento, disminuye paulatinamente a medida que el aire fluye. Por lo tanto, la temperatura ambiente en el plano de estudio va ir en aumento hasta que la energía incidente por radiación disminuya con el tiempo. En la Figura 33 podemos observar las líneas corriente del viento, las cuales muestran la trayectoria real del aire con su temperatura.

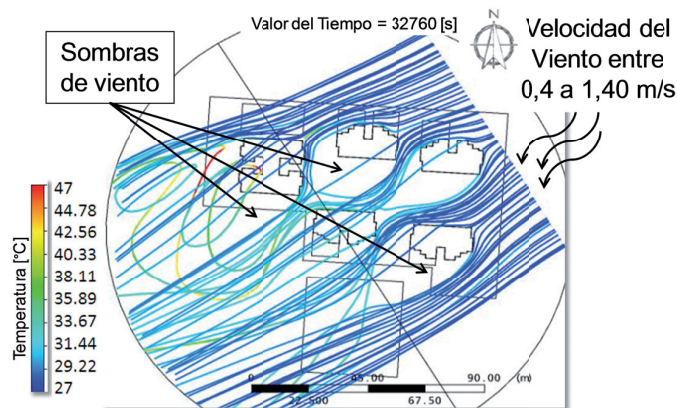


Figura 33. Distribución de temperaturas para las líneas corrientes a las 15:30. Modelo La Paragua
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Aquí se destaca la aparición de *sombras de viento*, que no son más que regiones de bajo flujo másico y presión, ubicadas en la zona posterior de los edificios; estas sombras de viento traen como consecuencia regiones de recirculación de aire que ocasionan altas temperaturas localizadas, como las mostradas en la Figura 33. Una posible solución sería la inserción de vegetación en las regiones mencionadas y también el control de los pavimentos, variables a considerar en el estudio.

Modelo de simulación La California

En el conjunto residencial La California los tipos de superficies presentan una mayor ocupación de áreas en cemento (26%) y asfalto (21%) y en menor proporción tierra (13%) y verde (10%); además, una ocupación de los edificios (18%), lo que indica que las superficies de asfalto y cemento alcanzan un 47 % del total (Figura 34). El estudio de simulación analiza los efectos las condiciones del modelo en los resultados obtenidos referentes al comportamiento térmico.

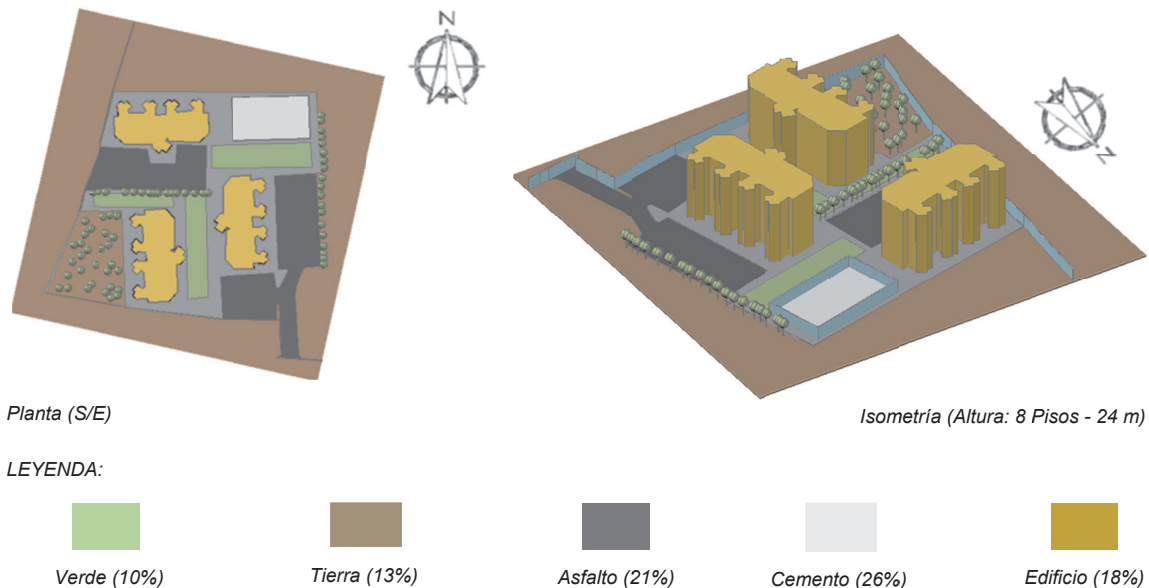


Figura 34. Tipos de superficie. CR La California

Fuente: Gómez (2011)

En este modelo se alcanza una temperatura alrededor de 32 °C en casi toda su superficie (evaluada a 1,5 m del suelo) (Figura 35). Esto se debe a que al aumentar la altura de los edificios y mantener una misma relación (altura - espacio entre edificios) existirá menos obstáculos (edificios) por área superficial para las corrientes de aire. La Figura 36, donde tenemos la variación de las velocidades del aire, la cual va desde 0,4 m/s hasta 1,40 m/s., la velocidad del viento es muy pequeña.

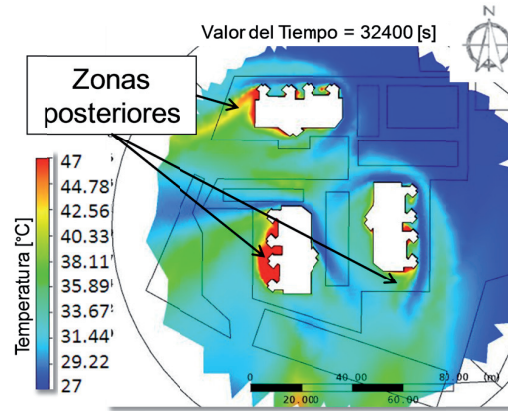


Figura 35. Distribución de temperaturas. Modelo La California
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

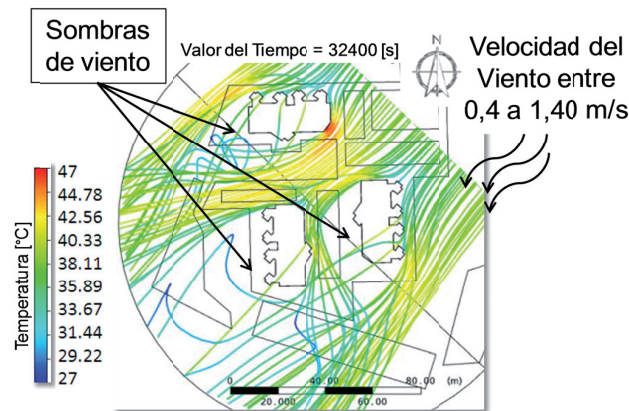


Figura 36. Distribución de trayectoria del viento. Modelo La California
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Por tanto, menos sombras de vientos o lo que es igual, menos recirculación del aire. Por último, las zonas enrojecidas en la Figura 36 son producto de las formas propias de los edificios, lo cual promueve altas caídas de presión y por ende bajo flujo en estas zonas. Lo que importa de las caídas de presión no es la cantidad sino lo que resulta de ellas, en este caso es la baja velocidad que se aprecia en la figura anterior.

Modelo de simulación Zapara

En el conjunto residencial Zapara los tipos de superficies presentan una ocupación de cemento (17%) y asfalto (26%), tierra (24%) y verde (11%); además, una ocupación de los edificios (13%), lo que indica que las superficies de asfalto y cemento alcanzan un 43 % del total (Figura 37). El estudio de Simulación estudia los efectos de las condiciones presentes en el modelo sobre los resultados obtenidos respecto al comportamiento térmico. En la Figura 37 se observa la influencia del

tipo, densidad de la vegetación, y la relación altura - espacio sobre los resultados térmicos.

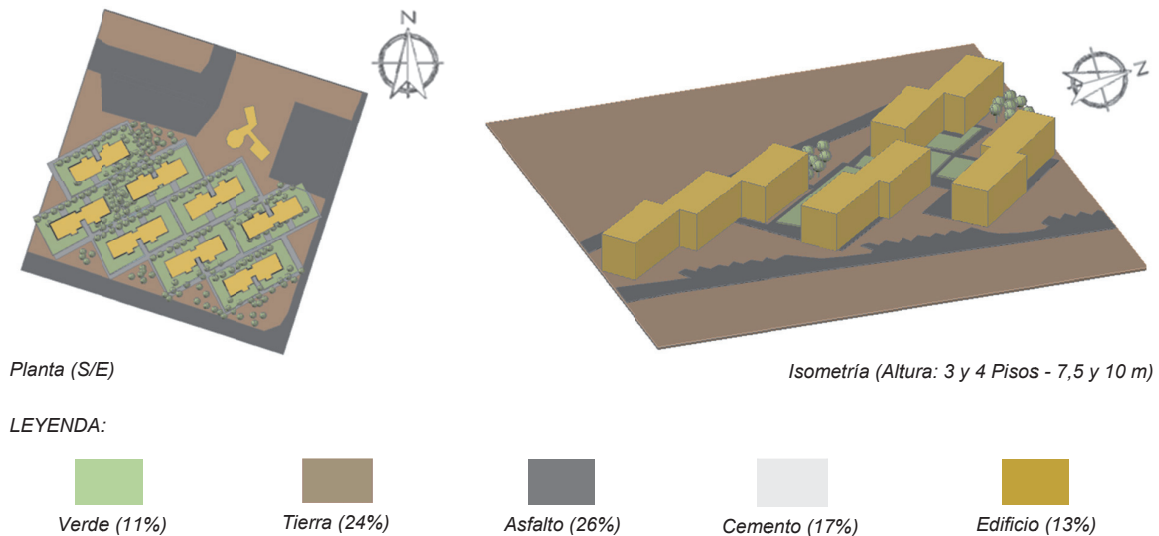


Figura 37. Tipos de superficie. CR Zapara

Fuente: Gómez (2011)

El conjunto residencial con una velocidad promedio (alrededor de 0,75 m/s) muy por debajo de los otros conjuntos analizados (La Paragua, La California y Urdaneta), lo cual interfiere en la transferencia de calor por convección entre el aire y las superficies. Puede verse en las regiones representadas por los colores rojizos y amarillentos con una temperatura entre 37 y 32 °C (Figura 38).

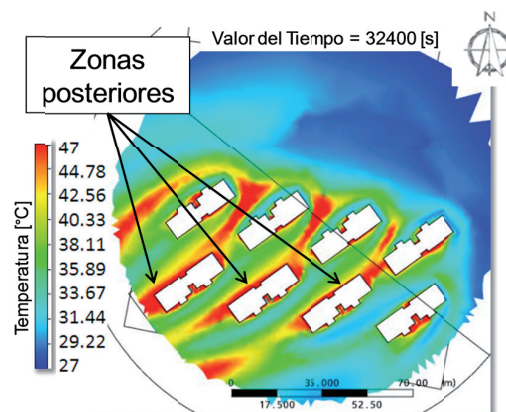


Figura 38. Distribución de temperaturas a 1,5 m. del suelo a las 15:30. Modelo Zapara

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

La Figura 37 muestra el exceso de vegetación representado por arboles de gran tamaño que impiden el flujo de aire apropiado para un adecuado acondicionamiento de los ambientes exteriores, a pesar de que los edificios conserven la misma orientación del viento. Se intuye que la vegetación es lo más apropiado para el

control solar; sin embargo, en exceso representa un obstáculo a las corrientes de aire. Por otro lado, la menor altura de los edificios (4 pisos) en relación a la altura del conjunto residencial La California (8 pisos), e igual relación altura - espacio (1 a 1), aumenta el número de obstáculos de las corrientes de aire. Tal como lo expresa la Figura 39.

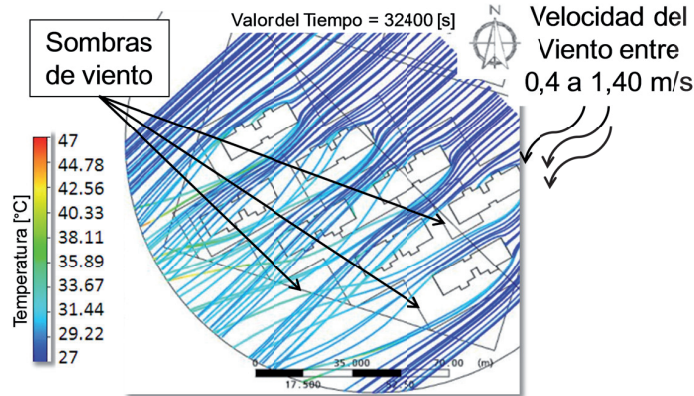


Figura 39. Líneas de trayectoria. Modelo Zapara
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Modelo de simulación Urdaneta

En el conjunto residencial La California los tipos de superficies presentan una mayor ocupación de áreas en cemento (24%), asfalto (16%), tierra (32%) y verde (5%); y una ocupación de los edificios (18%), lo que indica que las superficies de asfalto y cemento alcanzan un 40% del total (Figura 40). El estudio de simulación analiza los efectos de estas condiciones en los resultados obtenidos referentes al comportamiento térmico del modelo.

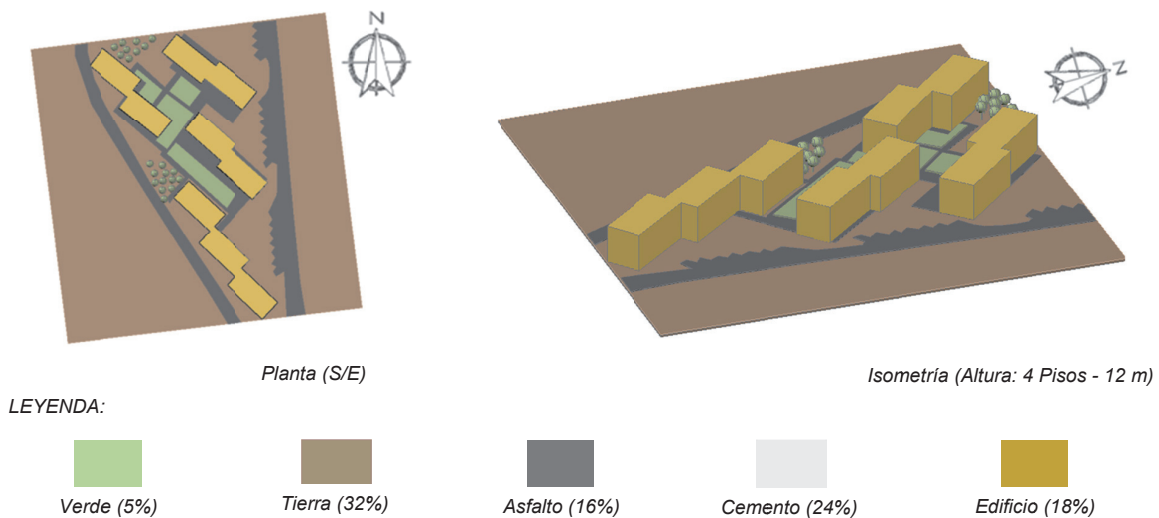


Figura 40. Tipos de superficie. CR La Urdaneta
Fuente: Gómez (2011)

En la figura 41 se muestra la distribución de temperaturas a las 15:30 horas a una altura de 1,5 m del suelo. La dirección del viento es NE con velocidad de 0,40 a 1,40 m/s.

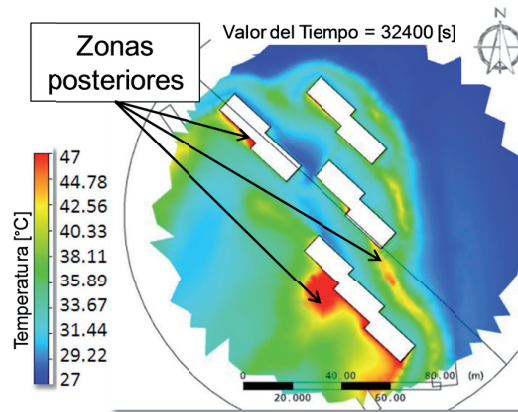


Figura 41. Distribución de temperaturas a 1,5 m. del suelo a las 15:30. Modelo Urdaneta
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Se puede observar la orientación aproximadamente perpendicular de los edificios con respecto a la dirección del viento, lo que trae como consecuencia que las corrientes de aire choquen contra las paredes frontales de los edificios (Figura 42).

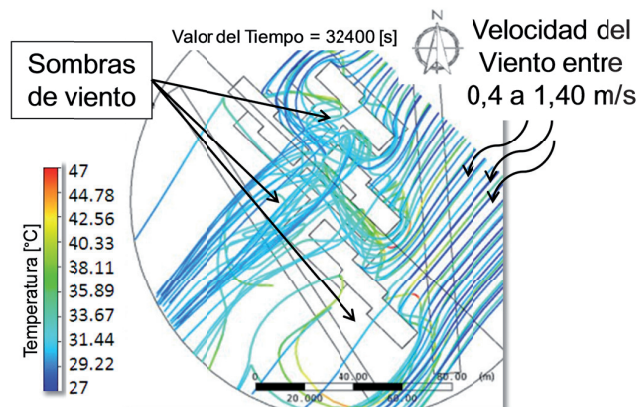


Figura 42. Líneas de trayectoria del viento. Modelo Urdaneta
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Por esta razón se produce un pequeño aumento de la temperatura en estas regiones, desde 37 °C en las regiones entre verdes y amarillentas señaladas en la Figura 41. Esto trae como consecuencia, que suceda un calentamiento excesivo en las zonas posteriores de los edificios producto de la disminución del flujo másico de aire aguas abajo del conjunto residencial (sombra de viento), y aunado a los tipos de superficies de tierra y asfalto, presentes en las cercanías de los últimos edificios ubicados en el sur - oeste, lo que influye notablemente en esta región de baja presión estática.

8 ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL. RESULTADOS

A continuación se presenta un análisis del comportamiento térmico de los conjuntos residenciales. Se puede apreciar las regiones rojizas y amarillentas representadas por temperaturas de bulbo seco alrededor de 42 °C, presentes en los cuatro (4) conjuntos residenciales, el área afectada aumenta desde La Paragua, La California, Urdaneta; y por último, Zapara. En esta última se observa la mayor cantidad de área superficial alrededor de los edificios con temperaturas elevadas (Figura 43).

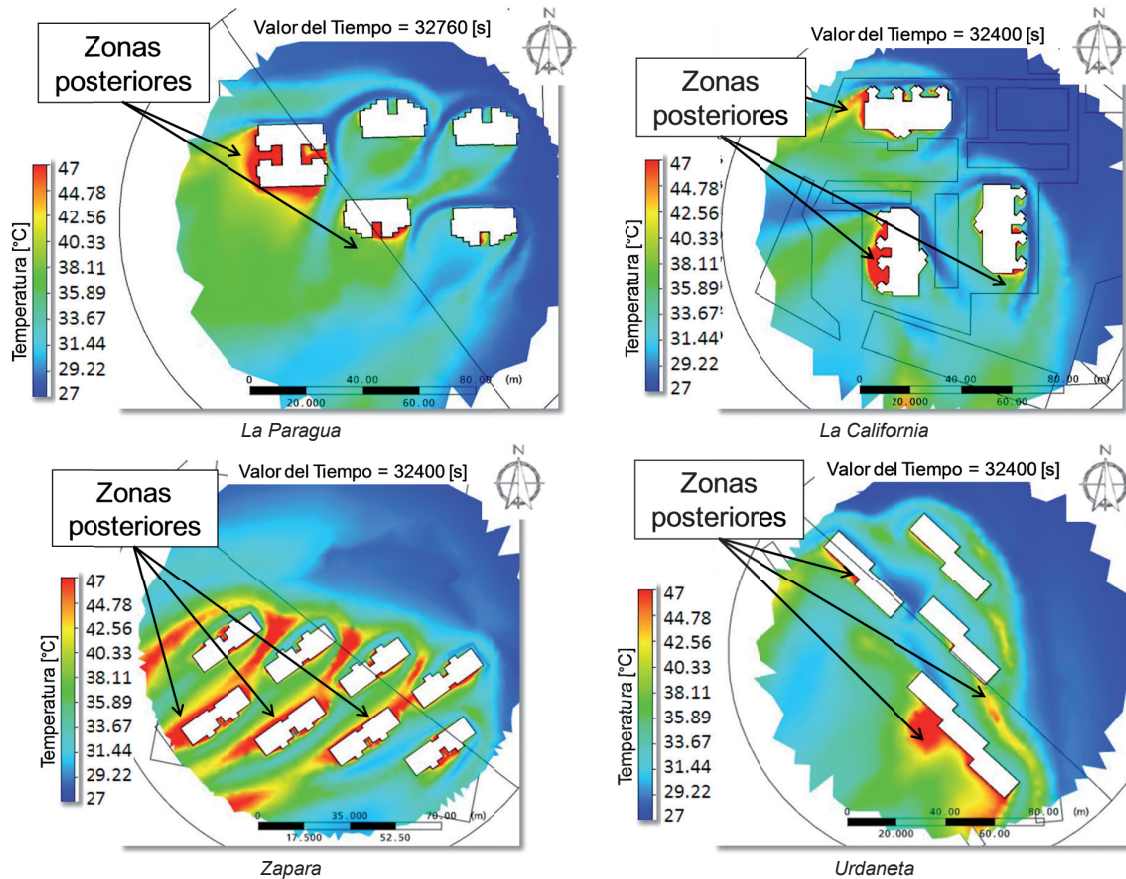


Figura 43. Comportamientos térmicos de los Modelos de Simulación

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Conjunto Residencial	Temp. Prom. alrededor de los edificios a 1.5 m del suelo	
	°C	°K
La Paragua	32,429	305,429
La California	31,992	304,992
Zapara	33,647	306,647
Urdaneta	32,655	305,655

Figura 44. Temperaturas basadas en simulaciones computacionales

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

En la Figura 44 se puede observar las distintas temperaturas promedio a una altura de 1,5 m del suelo de cada conjunto residencial. En definitiva, el conjunto residencial con el mayor impacto térmico es Zapara y el menor La California. Por lo tanto, se procederá entonces a evaluar a Zapara como la peor condición térmica posible. Se hará un proceso prospectivo en donde se analizarán la influencia de cada una de las variables del estudio, tomando como punto de referencia La California. Este corresponde al conjunto cuya proporción entre las magnitudes de sus variables resultaron más adecuadas; es decir, mejores que las del resto de conjuntos.

Variables aisladas

A continuación se presenta el estudio en los conjuntos residenciales de la influencia de algunas variables de importancia como son: la vegetación y la orientación. Se realizó en base a ciertos criterios; primero, se aplicará sobre el conjunto residencial Zapara, seleccionado como modelo para el análisis de la condición climática; y luego, se utilizará el mismo criterio en los demás conjuntos, solo sí, la aplicación sobre el modelo fuese efectivo (si se apreció alguna mejora a nivel térmico mediante la modificación).

- Variable 1. Como primera variable a observar es la vegetación; el criterio que se usó para su implementación fue basado en las simulaciones de las condiciones de los conjuntos residenciales, las cuales muestran un incremento sustancial de la temperatura, en las cercanías de las paredes de los edificios, de 8 °C con respecto a las regiones azules y celestes de 35 °C (Figura 45).

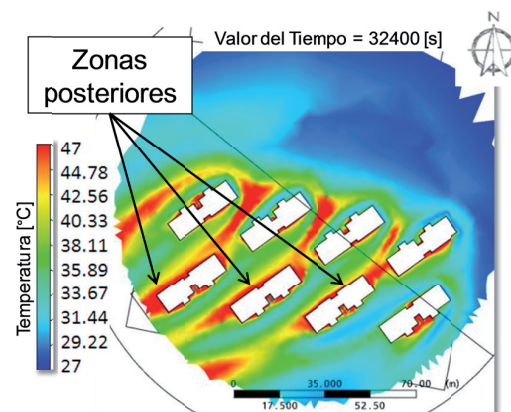


Figura 45. Distribución de temperaturas. Modelo Zapara

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Por esta razón, se propone utilizar el criterio de “borde de vegetación” alrededor de los edificios en este conjunto. En la Figura 46 la mayoría del área que rodea los edificios ya contiene diversos tipos de vegetación (grama, árboles, etc.); por tanto, en el modelo se complementó el área que carecía de ella.

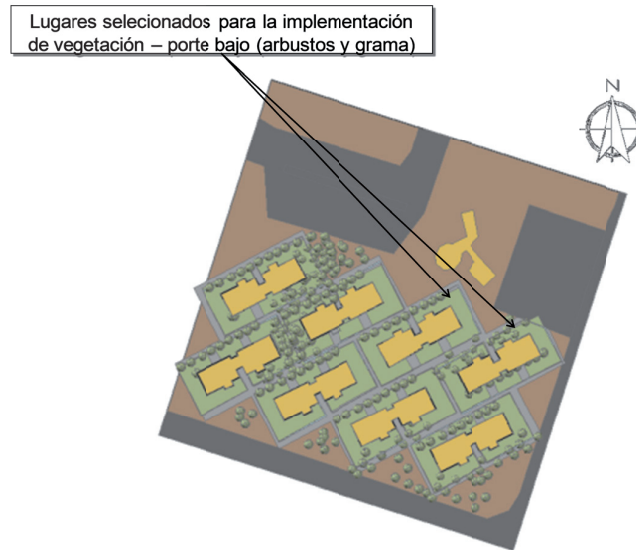


Figura 46. Criterio borde de vegetación. CR Zapara

Fuente: Gómez (2011)

En la Figura 47 se puede observar la mejoría en las condiciones térmicas en comparación con la original. Ocurre una disminución de la temperatura promedio en las cercanías de las paredes de los edificios, desde aproximadamente 40 °C a 35 °C, por lo que se procede a aplicar el mismo principio hacia los tres (3) conjuntos restantes. La Figura 46 muestra la modificación sobre el modelo Zapara.

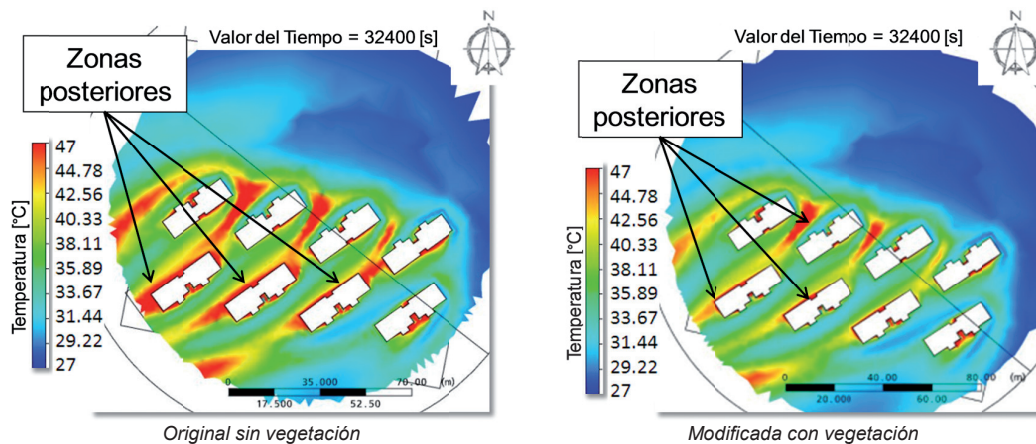


Figura 47. Criterio borde de vegetación. Modelo Zapara

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

La aplicación del mismo criterio en los conjuntos residenciales La Paragua, La California y Urdaneta, demuestra que el efecto producido no es suficiente ni concluyente para establecer un principio que constituya una vía hacia el mejoramiento de la condición térmica de los conjuntos, por lo menos desde el punto de vista de la vegetación. En todos los casos se utilizaron arbustos o grama no muy baja y se localizaron alrededor de los edificios. Esto se evidencia en los resultados mostrados en la Figura 48.

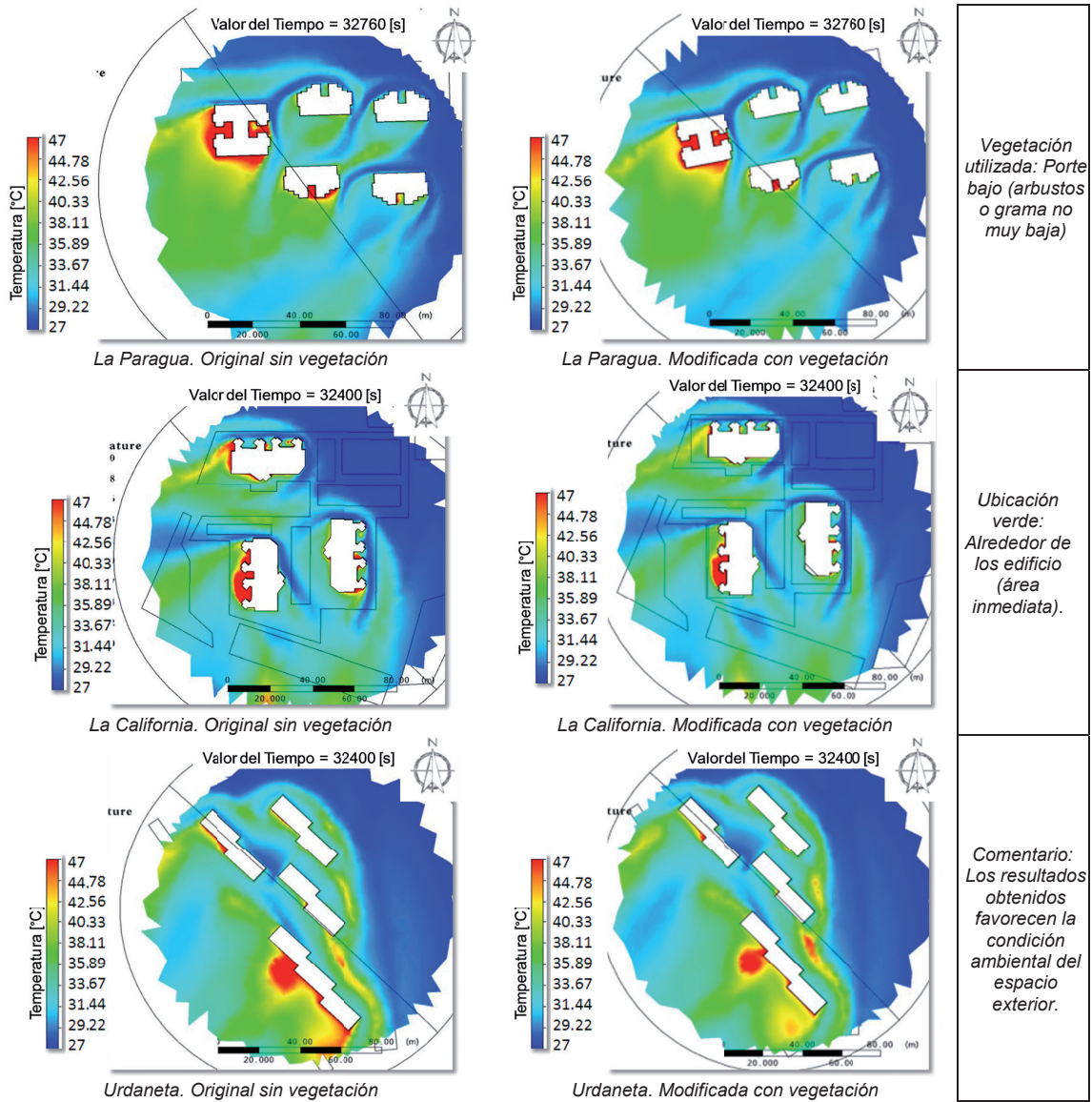


Figura 48. Aplicación del criterio de borde de vegetación. La Paragua, La California y Urdaneta

Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

- Variable 2.** La segunda variable a observar es la orientación, que no es más que el cambio de la dirección de los edificios respecto a su propio eje de rotación. El criterio que se usó para su implementación se basó en las proyecciones de arquitectura, en ellas se recomienda la orientación Norte para la fachada de los edificios en el diseño de las nuevas edificaciones y en la rehabilitación (González et. al. 1986). La Figura 49 muestra la modificación obtenida en los conjuntos residenciales La Paragua, Zapara y Urdaneta (La California no se tomó en consideración debido a que originalmente ya presenta la orientación recomendada para el diseño). Para el caso de La Paragua la orientación seleccionada contribuye al acondicionamiento térmico, en cambio se observa un

mayor deterioro en las condiciones térmicas con respecto a la original en los conjuntos residenciales Zapara y Urdaneta. Por esta razón, se sugiere realizar otras modificaciones de la orientación, en función de lo explicado anteriormente en amarillo para establecer una orientación efectiva. Estos cambios constituyen una propuesta para nuevas construcciones y para fines de rehabilitación.

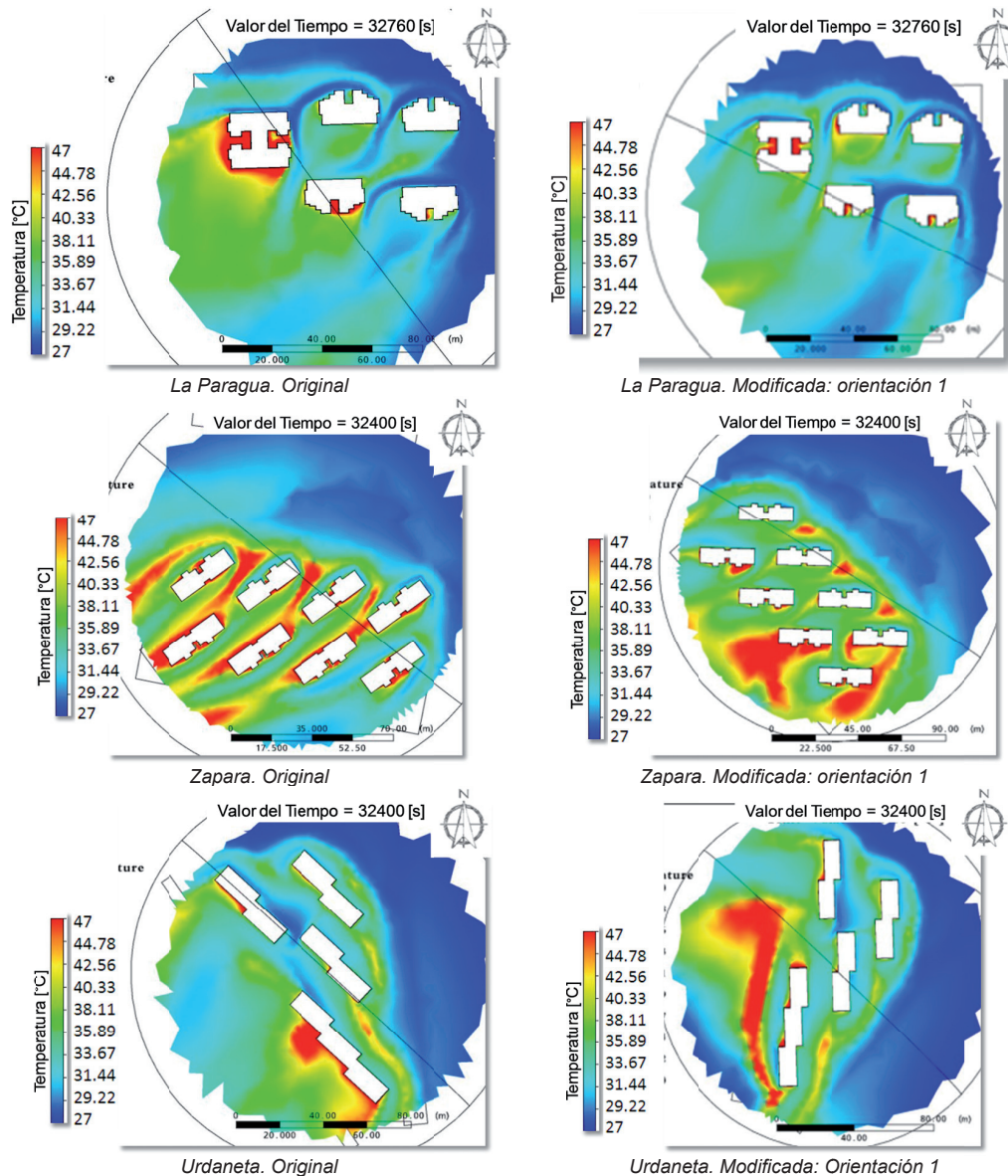


Figura 49. Aplicación del criterio de orientación. Modelos: La Paragua, La California y Urdaneta
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

Como se demostró en el análisis anterior, el estudio comparativo entre conjuntos residenciales con variables aisladas no es conclusivo, es preciso realizarlo en combinación, por lo que se procederá a simular con variables combinadas.

VARIABLES COMBINADAS

Las variables modificadas estarán basadas sobre la mejor condición para así asegurar un acondicionamiento térmico adecuado en todos los conjuntos residenciales. Por esta razón, serán consideradas las variables del conjunto residencial La California para ser aplicadas al modelo de Zapara.

- **Variable 1.** La primera variable a observar es la orientación, el criterio que se usó fue el recomendado para edificaciones arquitectónicas. La Figura 50 muestra las dos (2) modificaciones hechas sobre el modelo Zapara. Se puede observar la diferencia que existe entre las dos (2) orientaciones 1 y 2, muestra mucha menos área superficial afectada por altas temperaturas en la orientación 1.

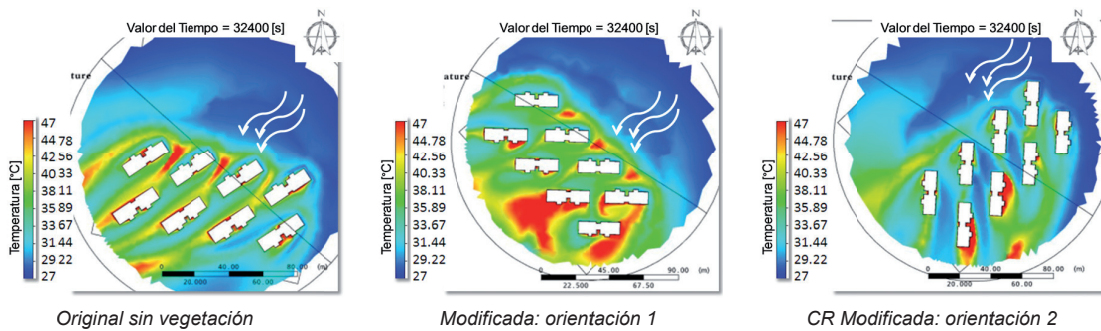


Figura 50. Aplicación del criterio de orientación. Modelo Zapara
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

- **Variable 2.** La segunda modificación es la variable vegetación, la cual ya fue analizada anteriormente en los modelos anteriores bajo el criterio de “borde de vegetación” en los edificios; por lo tanto, simplemente se anexará a las modificaciones de la variable 1 para poder así observar su efecto combinado.

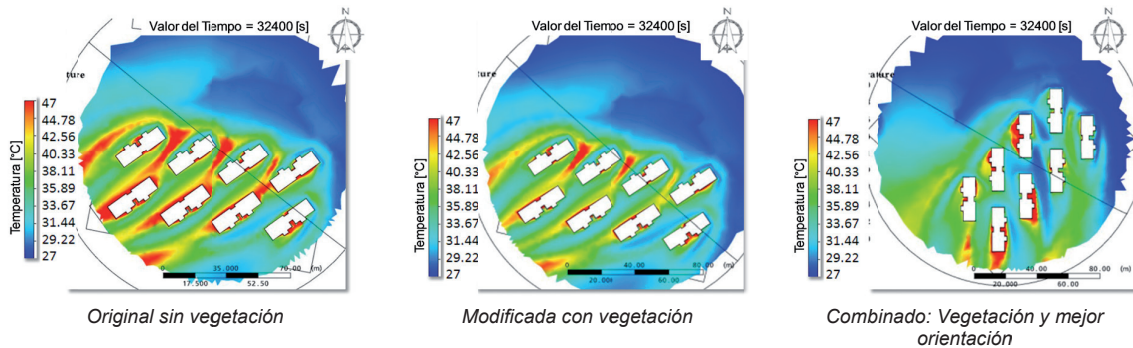


Figura 51. Aplicación del criterio de vegetación y combinación. Modelo Zapara
Fuente: González, Áñez y Colman (2011)

La Figura 51 expresa dicha combinación, en donde tenemos la modificación de la variable de vegetación (figura central) con la de mejor orientación (figura derecha). Aquí es claro el efecto combinado, ya que no existen prácticamente temperaturas representadas por regiones amarillentas, alrededor de 42 °C, solo existen (entre edificios) entre 33 y 35 °C, lo que mejora a nivel térmico notablemente el área superficial a 1,5 m del suelo.

- **Variable 3.** Se analizará la variable distanciamiento entre los edificios por medio de dos (2) tipos de modificaciones. En la primera modificación trataremos la relación de aspecto, o lo que es lo mismo, la relación altura - espacio entre edificios. Originalmente el conjunto residencial La California cuenta con una relación de aspecto 1/1, igualmente Zapara, por lo que se pensó en establecer una relación de aspecto $1/1^{1/2}$. La segunda modificación consiste en un distanciamiento por desfase, para mejorar el flujo frontal de aire que incide sobre los edificios. En la Figura 52 se puede apreciar que la modificación por la relación de aspecto $1/1^{1/2}$ conlleva a unos mejores resultados en la condición térmica, y era lo esperado, puesto que al incrementarse el área de flujo existirá menos restricción del mismo y se reducirá el riesgo de recirculación de aire e impedirá regiones localizadas de altas temperaturas. Por lo tanto, se procedió a combinar la mejor condición de distanciamiento con la combinación de las variables vegetación y orientación previamente realizada.

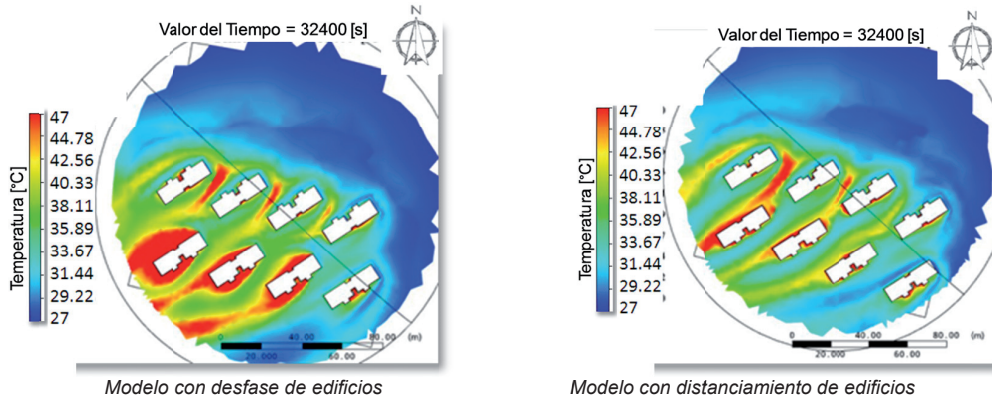


Figura 52. Aplicación del criterio de distanciamiento. Modelo Zapara.

Fuente: González, Añez y Colman (2011)

La Figura 53 muestra dicha combinación. Como se observa la diferencia entre la combinación anterior y la actual, el incremento del flujo de aire entre los edificios, genera una mejoría en la condición térmica alrededor de los mismos.

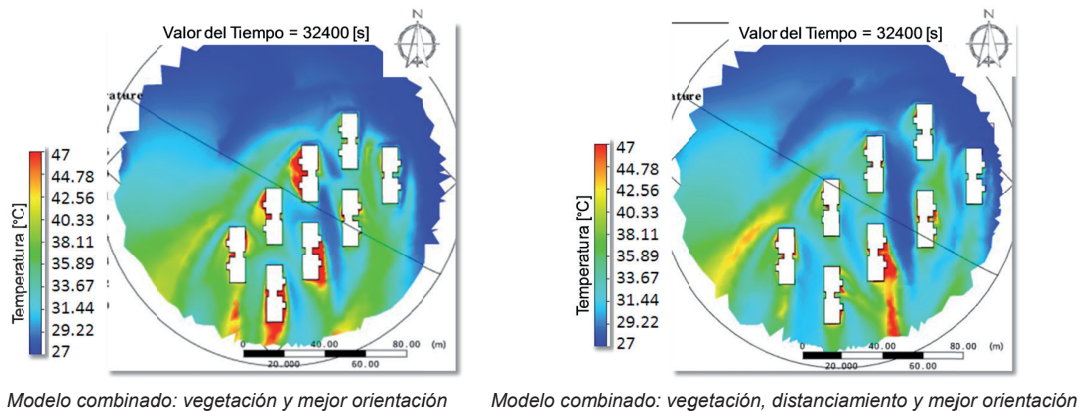


Figura 53. Aplicación del criterio combinado: vegetación, distanciamiento y mejor orientación. Modelo Zapara.

Fuente: González, Añez y Colman (2011)

- **Variable 4.** Finalmente se analiza la variable altura de los edificios. Se aplicó la altura del conjunto residencial La California (8 pisos), para posteriormente combinar el mejor resultado obtenido con la última combinación anterior resultante (Figura 53). A continuación se presenta las tres (3) modificaciones de altura realizadas sobre el conjunto residencial Zapara (6, 8 y 10 pisos). Los resultados demuestran que es claramente verificable que al incrementar el número de pisos de 6 a 10 pisos (manteniendo el mismo espacio entre los edificios) mejora la condición térmica para un área superficial a 1,5 m del suelo (disminuyen las áreas de color rojizo) Esto se debe a que, el aire que se encontraba a la altura original (4 pisos) mantiene la velocidad, en cambio con las mayores alturas la velocidad del viento se acelera, lo que incrementa la transferencia de calor por convección en las cercanías de los edificios (Figura 54).

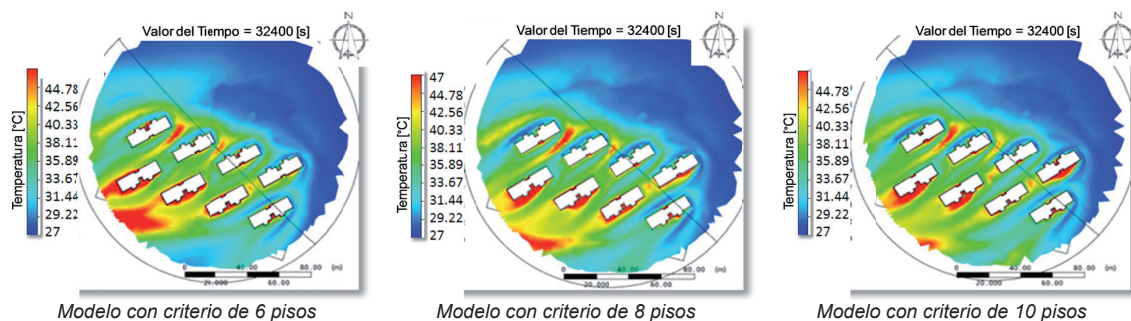


Figura 54. Aplicación del criterio de altura. Modelo Zapara.

Fuente: González, Añez y Colman (2011)

Se utilizó la variable altura del conjunto residencial La California (8 pisos) como criterio de selección entre las opciones de modificación de la variable del modelo. Esta modificación se combinó con la anterior, y los resultados obtenidos no son satisfactorios, demuestran el deterioro respecto a la combinación previa obtenida (vegetación, orientación y distanciamiento), Figura 54, aparecen zonas enrojecidas en los edificios posteriores (donde no existían en la combinación anterior). Esto se debe mayormente a que existe un punto en que la variable altura de edificios propuesta en el modelo resulta perjudicial. Significa que, según la orientación que se utilice existirá o no un flujo de aire ordenado que mantenga las condiciones térmicas constantes en los edificios posteriores, lo cual no sucede en este caso.

Ahora bien, en vista de no haber obtenido resultados concluyentes, se procedió a manipular la variable altura en el modelo utilizando un criterio de altura ascendente, consistente en una altura de 4 pisos para los edificios localizados frente al viento (relación altura - espacio de $1/1^{1/2}$) y 6 pisos para los edificios posteriores (relación altura - espacio $1/1$), al igual que en La California.

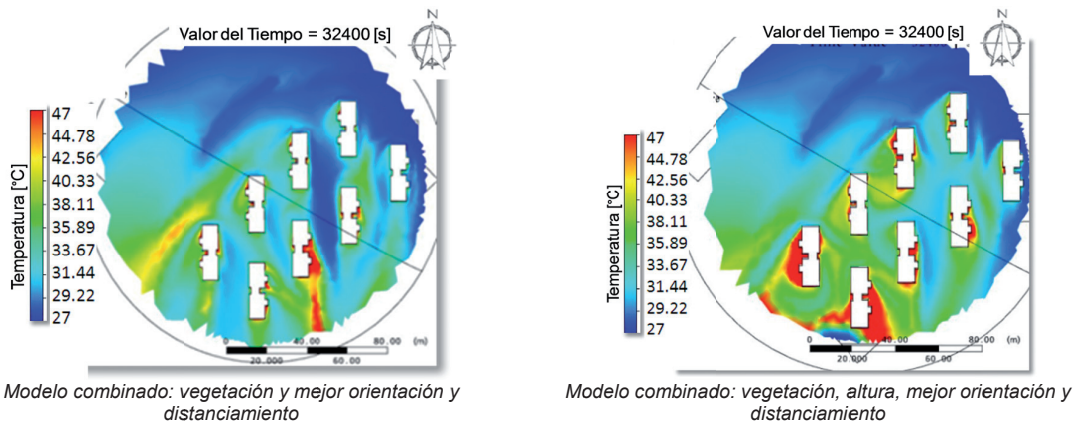


Figura 55. Aplicación del criterio combinado: altura, vegetación, orientación y distancia. CR Zapara.
Fuente: González, Añez y Colman (2011)

En la Figura 56 se puede observar que, aún con la variación ligera de las alturas manejadas en los edificios, los resultados obtenidos no mejoran respecto a la combinación anterior (vegetación, orientación y distanciamiento). Esto se debe a que en el Modelo la energía por unidad de masa es más baja que la de los conjuntos residenciales inicialmente analizados (velocidades del viento aproximadamente de 0,8 m/s). Por lo tanto, dependiendo de la adecuación de la orientación, existirá un nivel de energía capaz de vencer el aumento de las restricciones al flujo, producto del incremento en la altura de los edificios.

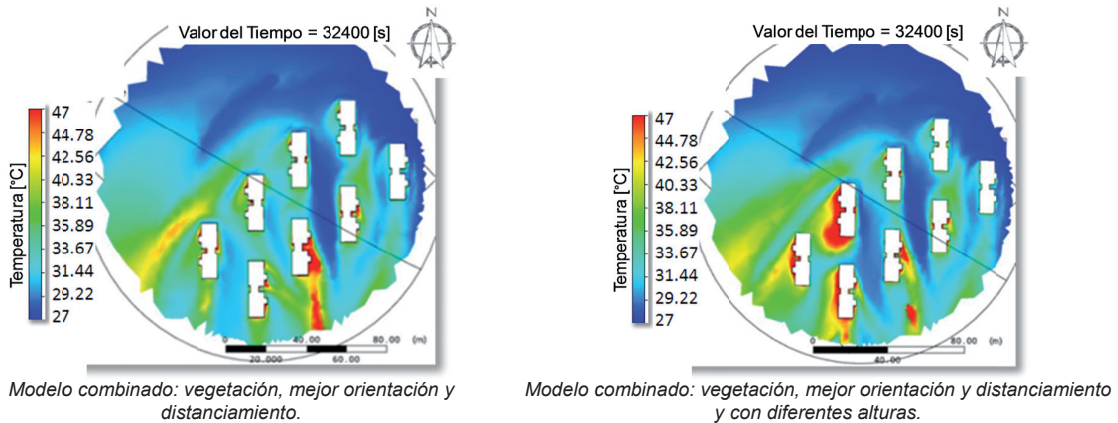


Figura 56. Aplicación del criterio combinado: altura, vegetación, orientación, distancia y el criterio combinado de varias alturas. CR Zapara.
Fuente: González, Añez y Colman (2011)

A continuación se muestran las Figuras 57 y 58 que presentan el resumen del estudio comparativo de los resultados obtenidos en los conjuntos residenciales utilizando variables aisladas y combinadas en los Modelos de Simulación La Paragua, La California, Zapara y Urdaneta.

Variables	LA PARAGUA	LA CALIFORNIA	ZAPARA	URDANETA
Ubicación				
Tbs (°C)	30,52	30,87	30,48	30,61
HR (%)	69,34	68,50	71,36	70,35
Tg (°C)	31,54	31,50	31,54	30,81
Vv (m/s)	1,5	1,2	0,70	1,2
Viento dominante	E	S	N	NE
Asfalto (%)	5	21	24	24
Cemento (%)	9	26	17	24
Área Verde (%)	6	10	11	5
Arboles (%)	9	6	9	5
Situación urbana	Periférica - norte	Periférica - norte	Periférica	Central
Isla Térmica	SI	SI	SI	SI
Entorno circundante	Denso y asfaltado	Denso y asfaltado	Denso y asfaltado	Denso y asfaltado
Pisos	8	8	4	6
Altura (m)	20	24	10	12
Modelo de simulación				
Comportamiento Térmico				
Ventilación				
Análisis por conjunto residencial	Aparición de sombras de viento. Superficies externas residuales	Relación de aspecto 1:1 con 8 pisos: mejor condición	Exceso de vegetación , relación de aspecto 1:1 pero con 4 pisos: peor condición	Orientación inadecuada. Sombras de viento
Vegetación criterio: bordes de vegetación en los edificios	Se observa poca variación	No se observa variación alguna	Mejora considerablemente con respecto al original	Se observa poca variación
Orientación: criterio: fachada del edificio hacia el Norte. (Opción 1 y 2)	Mejora considerablemente con respecto al original. Opción 1.	Originalmente ya tiene la orientación adecuada	Se observa un retraso en la condición térmica. Opción 1.	Se observa un retraso en la condición térmica. Opción 1

Variables Combinadas	Opción 1	Opción 2	Opción 3
	Se observa un retraso de la condición térmica	Mejora considerablemente con respecto al original	
Orientación			
Vegetación		Orientación unida al criterio de vegetación proporciona una mejora en la condición térmica. No existen prácticamente temperaturas representadas por regiones amarillentas, alrededor de 42 °C, solo existen en la cercanías de los edificios entre 35 y 33 °C.	
Distanciamiento entre edificios	Con desfase de los edificios. No se aprecia mejoras considerables.	Con distanciamiento de edificios de 1 a 1,5 mejora considerablemente con respecto al original	
Combinación Vegetación, Orientación y Distanciamiento		Se observa una mejora sustancial con respecto a la combinación vegetación - mejor orientación.	
Altura	6 pisos. Mejora con respecto al original	8 pisos. Mejora con respecto a la de 6 pisos	10 pisos. Se mantiene aproximadamente similar a la de 8 pisos
Combinación Vegetación, Orientación, Distanciamiento y Altura (8 pisos)		Los resultados obtenidos demuestran el deterioro respecto a la combinación previa (vegetación, orientación y distanciamiento),	Tal que aparecen zonas enrojecidas en los edificios posteriores (donde no existían).
Manipulación de la variable altura Criterio de altura ascendente:	4 pisos para los edificios localizado frente al viento (relación altura - espacio de 1/1 y 1/2).	6 pisos para los edificios posteriores (con relación altura - espacio 1/1, al igual que en La California).	
Combinación Vegetación, Orientación, distanciamiento con altura variable		Los resultados obtenidos no mejoran respecto a la combinación anterior (vegetación, orientación y distanciamiento).	

Resultados de la simulación computacional

El proceso comparativo analiza primero, las variables aisladas (vegetación y orientación) y utiliza como criterio el “borde de vegetación” y el cambio de orientación. Sin embargo, los resultados obtenidos no son concluyentes pues la modificación aislada de las variables no resulta suficiente. Por esta razón, se realiza un nuevo análisis que trata las variables en forma combinada buscando asegurar el acondicionamiento térmico en todos los conjuntos residenciales.

Por tanto, se modifica primero la variable orientación utilizando el criterio recomendado (González 1986) para las edificaciones arquitectónicas. Luego se combina con el criterio “borde de vegetación”, el efecto combinado mejora notablemente el nivel térmico; y posteriormente, se aplica el criterio distanciamiento de edificios y los dos (2) tipos de relación altura - espacio (1/1 y 1/1^{1/2}). Con esta última se obtiene mejores resultados ya que al incrementarse el área de flujo se produce menos restricción y se reduce el riesgo de recirculación de aire y la formación de zonas de altas temperaturas.

Posteriormente, se combina la variable altura de los edificios (6, 8 y 10 pisos), los resultados obtenidos demuestran que aumentar los pisos y esta misma relación altura - espacio, mejora la condición térmica, las nuevas alturas aceleran la velocidad e incrementan la transferencia de calor por convección en las cercanías de los edificios. Sin embargo, se observa que los resultados obtenidos no mejoran sustancialmente respecto a la combinación anterior (vegetación, orientación y distanciamiento). Esto es consecuencia que, en el Modelo la energía por unidad de masa resulta más baja que los modelos inicialmente analizados. Por lo tanto, según la orientación existirá un nivel de energía capaz de vencer las restricciones al flujo de viento ocasionadas por la altura de los edificios. Como conclusión podemos destacar que la adecuada orientación, vegetación y distanciamiento son determinantes en el condicionamiento térmico, y la altura de los edificios contribuye a mejorar estos efectos apoyándose en el control de la ventilación.

A partir de los resultados obtenidos se verifica la comprobación de la Hipótesis planteada en la investigación. Este último apartado incluye los resultados obtenidos y el Avance de estrategias en la búsqueda del equilibrio ambiental del microespacio entre edificaciones, principios y lineamientos de optimación térmico - ambiental, las Conclusiones de la tesis y las perspectivas futuras de investigación.

Comprobación de hipótesis

El desarrollo de las actividades sociales y recreativas está determinado por las características y particularidades de los elementos construidos (componentes edificados y superficies), elementos naturales (vegetación) y las condiciones microclimáticas particulares de soleamiento y ventilación del microespacio exterior en clima cálido - húmedo.

La Hipótesis formulada en la investigación efectivamente pudo ser comprobada. El estudio en las experiencias de la realidad (conjuntos residenciales) permitió comprobar que las situaciones y alteraciones ambientales sustanciales, los niveles

de afectación térmica y las condiciones de confortabilidad e impacto detectadas en los diferentes conjuntos, derivan de las características urbanas (variables morfológicas), los elementos del microespacio exterior (vegetación, acabados y superficies) y de las condiciones climáticas (variables térmicas) influyentes en el desarrollo de las actividades y el uso efectivo del microespacio exterior en los diferentes conjuntos analizados.

En la investigación se logró determinar los factores físico - ambientales relevantes y las variables determinantes de la condición ambiental, el análisis de las variables por conjunto permitió detectar condiciones ambientales diversas y verificar que el poco uso y escaso confort percibido en estos espacios intermedios comprobados en las encuestas realizadas, en parte son consecuencia de los instrumentos de regulación vigente y de la carencia de parámetros de control térmico - ambiental lo que condiciona el desarrollo de las actividades y uso del microespacio exterior. Los resultados obtenidos y la aplicación de Técnicas Estadísticas y de Simulación Computacional permitieron establecer algunos principios y lineamientos de optimación térmica - ambiental como estrategias para orientar la evaluación y el diseño del microespacio entre edificios con el fin de garantizar la condición ambiental y social requerida.

9 ESTABLECIMIENTO DE PRINCIPIO DE ORDENAMIENTO Y LINEAMIENTOS DE OPTIMACIÓN TÉRMICA AMBIENTAL

Las experiencias de Simulación Computacional realizadas en las áreas exteriores de los conjuntos seleccionados en la investigación, permitieron discernir sobre los efectos de la radiación solar y las corrientes de aire en la condición ambiental exterior. Los resultados obtenidos, producto de la combinación de las variables influyentes en las áreas exteriores, contribuyeron a establecer principios o reglas que pueden regir la condición térmica, y a partir de allí definir algunos lineamientos que orienten el ordenamiento del microespacio y garanticen niveles de confort adecuado a los usuarios de estos lugares.

Principios de ordenación

Los diferentes criterios utilizados en la combinación de las variables urbano - ambientales y las experiencias de simulación realizadas mediante la asociación y modificación de las mismas, contribuyeron a la determinación de principios - claves de la investigación - que reglan la consecución de los efectos térmicos en áreas exteriores, obtenidos de la conjunción de las variables orientación, vegetación, distanciamiento entre los edificios y la altura. A continuación se presentan las reglas que rigen las condiciones térmicas del exterior.

- Principio 1. El sentido de la dirección del viento (NE) define las sombras de viento en los conjuntos locales analizados. Son aquellas zonas donde existe baja presión estática que se localizan en las proximidades - zona posterior a los edificios - donde se genera la recirculación del flujo de aire y se incrementa la temperatura de este lugar.
- Principio 2. La orientación de los edificios en los conjuntos estudiados, que no es más que la posición de los mismos en relación a su propio eje de rotación respecto a la posición del sol y dirección del viento, determina el choque de las corrientes de aire con los cerramientos frontales, lo que produce aumentos de temperatura en estas zonas y en las zonas posteriores a los edificios por la disminución del flujo másico de aire aguas abajo del conjunto.
- Principio 3. La cantidad de masa de aire que atraviesa el espacio entre edificios está determinada por la densidad de las edificaciones en relación al área del conjunto (10%), por lo que al aumentar esta densidad se produce menor cantidad de masa de aire y disminuye porcentualmente la transferencia de calor por convección.
- Principio 4. La altura de los edificios respecto al espacio de su entorno determina la relación entre la altura total y el espacio entre edificios (relación altura - espacio). Por lo tanto, al aumentar la altura de los edificios debe ser considerado este espacio, ya que se produce una mayor restricción de flujo de aire y se incrementa porcentualmente la sombra de viento.
- Principio 5. La menor altura de los edificios (4 pisos) en relación a los edificios de mayor altura (8 pisos) e idéntica relación altura - espacio (1/1), incrementa el

número de obstáculos de las corrientes de aire lo que afecta negativamente la condición ambiental del exterior.

- Principio 6. La vegetación determina la condición térmica del entorno. La inadecuada localización y altura de la vegetación alrededor de las edificaciones (árboles de gran tamaño y arbustos) limitan el flujo de aire apropiado para los ambientes exteriores, aunque los edificios conserven la misma orientación del viento.
- Principio 7. La presencia de la vegetación influye en los niveles de temperatura alcanzados en las cercanías de los edificios. No es suficiente la utilización de un determinado tipo de vegetación (árboles, arbustos, etc.), debe considerarse su porte, altura, tamaño de hojas, especies tipo y adecuada localización.

Lineamientos de optimación térmico-ambiental

1. Se confirma el lineamiento establecido para áreas exteriores en climas tropicales que sugiere la orientación de las fachadas de las edificaciones hacia el Norte. Se recomienda un ángulo de incidencia del viento con respecto a las edificaciones menor a 90° Norte en el horario de mayor incidencia solar, tal como lo muestra el modelo Zapara, con el fin de evitar el calentamiento en la región frontal de los edificios y mejorar la circulación de masa de aire entre los mismos. Por lo tanto, se sugiere realizar tantas modificaciones como sean necesarias para obtener resultados prósperos de manera aislada ya que los conjuntos empeoran una situación de partida mala con un microclima muy adverso y esto debe ser tenido en cuenta para el diseño urbano de los espacios exteriores.
2. Para garantizar una masa de aire que aumente la transferencia por convección en el espacio exterior entre las edificaciones. La ocupación volumétrica de los edificios, correspondiente a la relación de los volúmenes edificados y al área del lote, debe aproximarse al 10% establecido por norma, de forma que acorde al área de construcción mantenga una condición térmica favorable para los usuarios.
3. Para la altura de los edificios debe ser tomada en cuenta la orientación y la magnitud de la velocidad del viento, el exceso de altura puede resultar perjudicial y de acuerdo a la orientación existirá o no un flujo ordenado de aire que mantenga las condiciones térmicas equilibradas entre los edificios.
4. Para garantizar un nivel adecuado de temperatura en el entorno edificado, es necesario garantizar la altura adecuada de los edificios tratando de mantener la relación altura-espacio no menor a 1/1, la finalidad es asegurar menos obstáculos por área superficial para las corrientes de aire.
5. Se propone localizar la vegetación alrededor del volumen edificado utilizando el verde tipo grama y arbustos de baja altura (setos). Aunque este lineamiento utilizado en forma aislada no garantiza el mejoramiento de la condición térmica en el exterior.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostini. (2005). *Estudio Urbano de Orientación en Arquitectura y Urbanismo: Acondicionamiento Ambiental*. Caracas (Venezuela): Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Diseño Arquitectónico. Herramienta ArchiTIC. N° 04.

Álvarez D., S.; Velázquez V., R.; Guerra M., J. J. et Al. (1992). *Control climático en espacios abiertos. Proyecto Expo 92*. Colección Textos de Arquitectura. Madrid: Editorial CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

Álvarez, A. (2004). "Cambio Climático y Microclimas Urbanos en Ciudades del Centro De Cuba", *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 8. N° 1. Santa Clara. p. 177.

Augé, M. (1993). *Los no lugares: Espacios del anonimato*. Barcelona: Editorial Gedisa

Aynsley, R. y Gulson, L. (1999). "Microclimatic and urban planning in the humid tropics". Ponencia en RAPI 27th National Congress, Northern Territory Department, Planning and Environment. Darwin, (Australia).

Bruse, M. (2007). "Simulating human thermal comfort and resulting usage patterns of urban open spaces with a multi - agent system". Proc. 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA2007), Vol. X.

Bustos R., M. (1988). *Principios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. Tesis de Doctorado. Universidad de Sao Paulo. (Brasil).

Bustos R., A. (1993). *Arquitectura Bioclimática de los Espacios Públicos*. Tesis de Doctorado. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Cole, R. y Larsson, N. (2002). "Green Building Challenge: analysis and summary of GBC - 2002 case study projects", en Pettersen, T.E. (Comp). *Proceedings International Conference on Sustainable Building, SB - 2002*. Oslo: Ecobuilt

Collin, R. (1985). *El Espacio Urbano*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Cuadrat, J., Serrano, S. y Saz, M. (2005). "Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España): la isla de calor y sus factores condicionantes". *Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO)*, Boletín de la AGE, N° 40. pp. 311 - 327.

Cuchi, A. (2007). *Sobre una estrategia para dirigir al sector de la edificación hacia la eficiencia en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)*. Ministerio de Vivienda del Gobierno de España. [Documento en línea]. Disponible: www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/7CA1FD2E - 1DB9.../GEI.pdf. [Consulta: 2011, Septiembre 4].

Dávalos, L. (1994). *Venezuela's Environmental Policy and Institutions. A Technical Note*. Caracas: Política Ambiental y Competitividad. IESA.

De Campos Gouvêa, L. A. (1999). "Biociudad: Algunos Criterios Para Un Diseño Ambiental Urbano". *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona*. N° 45 (20).

De Oteiza del Gallego, P. (1983). *Base de datos: La velocidad del viento en Maracaibo*. Maracaibo (Venezuela): Universidad del Zulia (LUZ). Instituto de Investigaciones y Sistemas Ambientales (ISA). Facultad de Arquitectura (FA), Universidad del Zulia (LUZ).

De Oteiza, P. (1985). *La temperatura y humedad en Maracaibo*. Maracaibo (Venezuela): Instituto de Investigaciones y Sistemas Ambientales (ISA). Facultad de Arquitectura (FA), Universidad del Zulia (LUZ).

De Oteiza, P. (1986). *La radiación solar en Maracaibo*. Maracaibo (Venezuela): Instituto de Investigaciones y Sistemas Ambientales (ISA). Facultad de Arquitectura (FA), Universidad del Zulia (LUZ).

De Schiller, S. (2000). *Forma Edilicia y Tejido Urbano: Evaluación de Sustentabilidad*. Buenos Aires (Argentina): Centro de Investigación Hábitat y Energía Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.

De Schiller, S. (2002). "Transformación urbana y Sustentabilidad". Revista *Urbana* editada por el Instituto de Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFAD). Universidad del Zulia (LUZ). Caracas Venezuela. 7(31), pp. 25 - 28.

De Schiller, S; Nahas, E. y Sartorio, J. (2002). *Parámetros para evaluación de Sustentabilidad del Hábitat Urbano*. Centro De Investigación Hábitat y Energía. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 6, Nº 1.

De Schiller, S.; De Schiller, J., y Martin, E. (2003). *Evaluación de impacto ambiental de proyectos urbanos. El caso del boulevard ex - AU3*. Buenos Aires.

De Schiller, S; Gómez da Silva, V; Goijberg, N. y Treviño, C. (2003). "Edificación Sustentable: Consideraciones para la Calificación del Hábitat Construido en el contexto Regional Latinoamericano". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 7, Nº 1, 2003. Argentina.

Dossío, Higuera y González, N. (2009) *Propuesta para una Ciudad Sostenible*. Caracas (Venezuela): Arquitectura bioclimática, Urbanismo y Medio Ambiente. Área de Sostenibilidad y Medioambiente. Comité de Impulso y Seguimiento de La Calidad de Vida.

Duffie J., y Beckman W. (1974). *Solar Energy Thermal Process*. New York: John Wiley and Sons.

Emmanuel. (1993). "A hypothetical shadow umbrella for thermal comfort enhancement in the equatorial urban outdoors", *Architectural Science Review*, 36. pp. 173 - 184.

Esteves, A. (2004). *La Dimensión Ambiental de la Arquitectura como Eje organizador del procedimiento proyectual para una Arquitectura Sustentable*. Mendoza (Argentina): Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ASADES. Vol. 8, Nº 1.

Fariña Tojo, J. (2001). *La ciudad y el medio natural*. Madrid: Akal.

Fariña Tojo, J. (2006). *Diseño Bioclimático de espacios Urbanos*. Madrid: Master en planeamiento urbano. ETSAM - Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Fariña Tojo, J. (2009). *Los nuevos espacios públicos y la vivienda en el siglo XXI*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Fernández, F. (2000). *Clima y Calidad ambiental en las ciudades*. [Documento en línea]. Disponible: www.uam.es/personal_pdi/filoyletras/ffernand/monográfico/calidad%20ambiental.PdF. [Consulta: 2011, Agosto 26].

Gaitani N. y Santamouris M. (2005). "Thermal comfort conditions in outdoor spaces". *International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment*. Santorini (Greece).

Gandermer, J. (1976). *Incorfort dû us vent aux abordsdes bâtiments: concepts aérodynamiques*. París: Centre Scientifi que et Technique du Bâtiment.

García, M., Fidalgo, M. R., y Labajo, J. L. (2004). "El Clima de las Ciudades: Isla de Calor de Salamanca". *Revista Salud Ambiental*. Departamento Física General y de la Atmósfera. Salamanca (España): Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca, 4. pp. 25 - 29.

Gehl, J. (2006). *La Humanización del espacio urbano. La vida social entre edificios*. Barcelona: Editorial Reverté.

Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press, 1718, Washington. USA. DC 2009, 261 p.

Gelardi, D. y Esteves, A. (2004). *La Dimensión Ambiental de la Arquitectura como Eje organizador del procedimiento proyectual para una Arquitectura Sustentable*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Reunión de trabajo. Mendoza (Argentina): Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (ASADES). Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICYT). Universidad de Mendoza. Vol. 8, N° 1.

Gil López, T. (2007). "Influencia de la configuración del borde público - privado. Parámetros de diseño". *Cuadernos de Investigación Urbanística*. N° 52. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia (España): Ediciones Tilde S.L.

Giusti, R. (1994). *Ordenanzas de Diseño Urbano Plan de desarrollo Urbano Local de Maracaibo (PDUL Maracaibo, 1992)*. Maracaibo (Venezuela): Instituto de Investigaciones y Sistemas Ambientales (ISA). Facultad de Arquitectura (FA), Universidad del Zulia (LUZ).

Givoni, B. (1989). "Urban Design in different Climate". *Report WMO/TD - N° 346*. Geneve (Italia): World Meteorological Organization.

Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. New York: International Thomson Publishing Inc. USA.

Golany, G. (1996). "Urban design morphology and thermal performance" *Atmospheric Environment*, 30. pp. 455 - 465.

Goldbrunner, A. (1974). *Clima y cartografía varía. Mapas a partir de Comandancia general de la aviación*. Servicio de Meteorología y Comunicaciones. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.venemia.com/Vzla/VzlaClima/VeneClima1.php>. Consulta: 2010, Agosto 2.

Gómez, N. (2009). *Parámetros ambientales e Indicadores para el microespacio urbano. Herramienta de Evaluación propuesta*. Madrid: Proyecto ABIO. Grupo de investigación ETSAM - UPM.

Gómez, N., Higuera, E., Ferrer, M., y Rojas, A. (2009). "Microclimatic scenarios (MCS): Redefining urban sustainability in the space between buildings". *Citta 2nd Annual Conference on Planning Research Planning in Times of Uncertainty*. Porto (Portugal): Faculdade De Engenharia Da Universidade do Porto.

Gómez, N, Higuera, E., y Rojas, A. (2010). "Microclimatic scenarios (MCS): innovation in environmental urban planning Redefining urban sustainability in the space between buildings". *CITTA 2nd annual conference on planning research planning in times of uncertainty*. Porto (Portugal): The Research Centre for Territory, Transports and environment. Universidade do Porto.

Gómez, Rojas e Higuera. (2010). "Parámetros (PS) Sostenibles en el planeamiento y diseño Ambiental del espacio microurbano (Venezuela)". *Pluris 2010. 4to Congreso Luso - Brasileiropara o Planeamento Urbano, Regional, Integrado. Sustentavel*. Fro (Portugal): Universidad de Alcano.

González, E. (1978). *Estudio de la Influencia de algunos factores microclimáticos sobre la temperatura del aire en la ciudad de Maracaibo. Informe de Investigación*. Maracaibo (Venezuela): Coordinación de Postgrado. Facultad de Arquitectura (FA), Universidad del Zulia (LUZ).

González E., Hinz, E., Oteiza, P. y Quirós, C. (1986). *Proyecto Clima y Arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

González, E., Rojas, A, Bravo, G., et al. (2006). *Desempeño térmico de la VBP - 1: temperaturas características, factor decremental y retraso térmico*. Veracruz (México): Proceedings ANES 2006.

González, J; Añez, J. y Colman, A. (2011). *Programa Software 2010 de Simulación*. Maracaibo (Venezuela): Equipo de investigación del Laboratorio de Simulación Computacional. Escuela de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería (FI). Universidad del Zulia (LUZ).

Hernández García, F. (2000). *Clima y Calidad ambiental en las ciudades*. [Documento en línea]. Disponible: www.uam.es/personal_pdi/filoyletras/ffernand/monográfico/calidad%20ambiental.PDF. [Consulta: 2005, Agosto 6].

Higueras, E. (2006). *Urbanismo Bioclimático*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Higueras, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. Construcción y Urbanismo. Madrid: DAAP, Publicaciones Jurídicas.

Hwang, R.; y Lin, T. (2007). "Requisitos de confort térmico de los ocupantes de la semi - al aire libre y outdoor environments in hot - humid regions. Ambientes al aire libre en clima cálido - húmedo regiones". *Architectural Science Review*, 50, (4): 60 - 67 Science Review arquitectónica 50 (4). pp. 60 - 67.

Johansson, E. (2006). "Urban Design and Outdoor Thermal Comfort in Warm Climates. Studies in Fez and Colombo". *International journal of biometeorology*. Vol. 51 N° 2. pp. 119 - 133.

Joseph, I. (1999). *Retomar la ciudad. El espacio público como lugar de la acción*. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia.

Katzschner, L. (2004). *Urban Bioclimate And Open Space Planning University of Kassel*. Kassel (Germany): Dep. of Architecture and Planning.

Katzschner, L. (2006). *Microclimatic thermal comfort analysis in cities for urban planning and open space design*. Kassel (Germany): University Kassel / Germany Institute for Environmental Meteorology Faculty of Architecture and Urban Planning microclimatic.

Kees, C. (2006). "Sostenibilidad en el Diseño Urbano. Nuevas comunidades sostenibles en Europa". En *Eco - Barrios en Europa. Nuevos Entornos Residenciales. Comisión Europea. Programa Life. Mediterranean Verandahways*. Madrid: Empresa Municipal de la Vivienda y Suelos (EMVS). Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras Ayuntamiento de Madrid. Segunda Edición. pp. 52 - 75. 115 p.

Lin y Matzarakis. (2008). "The comparison of thermal sensation and acceptable range for outdoor occupants between Mediterranean and subtropical climates. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan". *Int. J. Biometeorol.* 52(4). pp. 281 - 290.

López de Asiain. (1997). *Espacios abiertos en la Expo 92*. Sevilla (España): Colección Textos de Arquitectura. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

López, H. (2007). *Arquitectura y clima: el difícil bienestar*. Sevilla (España): Dirección Nacional de Arquitectura y vivienda. Consejería de Obras Públicas y Transporte.

López, T. G. (2007). "Influencia de la configuración del borde público - privado. Parámetros de diseño". *Cuadernos de Investigación Urbanística*. N° 52. Caracas, Venezuela.

López de L., R. (2007). *Construir ciudad en la Periferia Criterios de diseño para áreas residenciales sostenibles*. Madrid: Mairera Libros / Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

López, M. (2007). *Micro Scale Spatial Relationships In Urban Studies: the relationship between private and public space and its impact on street life*. Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul, Akkelies van Nes Technology Faculty of Architecture, Delft University of Technology, İstanbul.

Luengo. (2002). *Acondicionamiento ambiental*. Rev. Venezolana de Sociología y Ant. Vol. 33. Mérida, Venezuela.

Machado M., Quijano E., y Rodríguez, E. (1994). *La Otra Ciudad. La génesis de la ciudad petrolera de Maracaibo*. Maracaibo (Venezuela): Facultad de Arquitectura, CONDES LUZ. TAU, Producciones Editoriales, CA.

Macías, M., Higuera, E. y Paula, R. (2010). "Metodología para la evaluación de sostenibilidad en nuevas planificaciones urbanas. Selección de Criterios e Indicadores". *Sustainable Building Conference SB10MAD*. Madrid, España.

Madanipour. (2003). *Design of urban space an inquiry into a socio - spatial process*. Newcastle Upon Tyne (UK): University of Newcastle.

Monteiro, L., y Alucci, M. (2005). "Modelos predictivos de confort térmico: Quantificação de relações entre Variáveis Microclimáticas e de Sensação Térmica para avaliação e projeto de Espaços Abertos". In: *VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino - Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*, Maceió.

Naredo, J. (1999). *Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Neila G., J. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid: Editorial Munilla - Leria. pp. 13 - 17 y 419 - 421.

Nikolopoulou, Baker y Steemers. (2001). *Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter*. Cambridge (UK): The Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge Department of Architecture.

Nikolopoulou, M., y Steemers, K. (2003). "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces". En *Energy and Buildings*, 35(1), pp. 95 - 101.

Nikolopoulos, M. (2004). *Diseño de espacios abiertos en el entorno urbano: un enfoque bioclimático. Proyecto Redescubriendo el ámbito Urbano y Espacios Abiertos RUIROS*. Centro de recursos renovables CRES. Departamento de edificios. Grecia.

Novick, A. (2003). *Las dimensiones del espacio público. Problemas y proyectos*. Buenos Aires: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Departamento de Espacio Público y Desarrollo Urbano.

Ochoa de la Torre, J. (1999). *La Vegetación Como Instrumento para el Control Microclimático*. Barcelona: Tesis Universitat Politècnica De Catalunya Escola Técnica Superior d' Arquitectura de Barcelona.

Ochoa J. y Marincic., I. (2005). "Thermal comfort in urban spaces: The case of very warm and dry Climate". *International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment*, Santorini (Greece).

Olgay, V. (1968). *Clima y Arquitectura en Colombia*. Cali (Colombia): Universidad del Valle.

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Palomo, S. (2003). *La Planificación del verde en las ciudades*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Patankar, S. (1980). *Numerical Heat transfer and fluid flow*. París: Series in computational methods in mechanics and thermal sciences. MAC Graw Hill / Lavoisier.

Pineda, E. (2009). *Plan Urbano, Morfología y Fractales*. Maracaibo (Venezuela): Tesis Doctoral Facultad de Arquitectura y Diseño. Programa de Doctorado en Arquitectura.

Portiansky, S. (2007). "El Espacio Público. La Ciudad como totalidad colectiva". En *La Plata Proyectos*, Argentina: La Plata. [Documento en línea]. Disponible:

<http://www.laplataproyectos.com/notas/silvia%20portiansky/el%20espacio%20publico/primer%20parte.htm>. Consulta: 2011, Agosto 26].

Quirós, C. (2005a). "Solar control strategies evaluation in buildings with bioclimatic design - Study Case: Petroleum Engineering School of the Universidad del Zulia Evaluación de las estrategias de control solar en edificaciones caso ingeniería". *Revista Técnica de Ingeniería*. Maracaibo (Venezuela): Universidad del Zulia (LUZ). Vol. 28. N° 2.

Rodríguez, E. (2006). "La movilidad cotidiana sostenible en una ciudad". *Revista Portafolio*. Maracaibo (Venezuela): Facultad de Arquitectura y Diseño. Año 7. Vol. 1. N° 23. pp. 17 - 25.

Rueda, S. (1994). "Ecología Urbana y Planificación de la Ciudad". En *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales*. Madrid: Ministerio de Obras Publicas Transporte y Medio Ambiente. Región y Ciudad Ecológica. Vol. II. N° 100 - 101.

Rueda, S. (2006). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Sevilla (España): Gerencia de Urbanismo. Ayuntamiento de Sevilla. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Semeco, A. (2002). "Dimensión ambiental en la Planificación Territorial Urbana". *Revista Urbana* editada por el Instituto de Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas (Venezuela): Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFAD). Universidad del Zulia (LUZ). Vol. 7. N° 31.

Sempere, M. (2000). *Maracaibo ciudad y arquitectura*. Maracaibo: Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD). Universidad del Zulia (LUZ).

Sempere, M. (2002). "Maracaibo 1927 - 1960: del ensanche al Plan regulador". *Revista Portafolio*. Maracaibo (Venezuela): Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD). Universidad del Zulia (LUZ). Vol. 2. N° 5 y 6.

Serra, R. (1999). *Arquitectura y Climas*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili

Serra, R. (2006). *Arquitectura y clima*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Sommer, R. (1974). *Espacio y comportamiento individual*. Madrid: Instituto de estudios de administración Local. Colección Nuevo Urbanismo.

Spangenberg, J. (2007). *Simulation Of Urban Microclimates In Tropical Metropolis. Maracanã / Rio De Janeiro - A Case Study*. Köln (Alemania): Institut für Tropentechnologie ITT, University of Applied Sciences Cologne.

Spangenberg, Shinzato, Johansson y Duarte. (2008). "Simulation of the Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the city of São Paulo". *Rev. SBAU, Piracicaba*, Vol. 3. N° 2. pp. 1 - 19.

Stekar, J. (2006). *Del Espacio Urbano/Exterior - Interior*. NICH0 2011.

Swaid, H., Bar - El y Hoffmann M. E. (1993). *A Bioclimatic design methodology for urban outdoor spaces*. *Theor. Appl. Climatol.* 48. pp. 49 - 61.

Tai, Stephen y Lau. (2007). "An empirical study on outdoor thermal environment of residential developments and street blocks in Hong Kong PLEA2007". *The 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Hon Kong: Department of Architecture, University of Hong Kong.

Tato, B., Vallejo, J. y García - Setien, D. (2005). "Todo es arquitectura". Artículo en *Hacia un nuevo espacio público. Ocho respuestas para el Boulevard Bioclimático de Vallecas en Madrid. Eco - Valle. Comisión Europea. Programa Life. Mediterranean Verandahways. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelos (EMVS)*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras. p. 13 - 25. 150 pp.

Taylor Meng, B; Mimeche, C. y Menvsci, P. (2008). *The first line of defence: Passive design at an urban scale. Proceedings of Conference: Air Conditioning and the Low Carbon Cooling Challenge, Cumberland Lodge, Windsor, UK*. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings.

Terradas, J. (2003). *Ecología Urbana*. Barcelona: Rubes Editorial

Thorsson S. (2004). *Climate, air quality and thermal comfort in the urban environment. Doctoral thesis Physical Geography*. Gothenburg (Sweden): Department of Earth Sciences, University of Gothenburg.

Ugarte J. (2008). *Guía bioclimática: Construir en Países Cálidos*. San José (Costa Rica): Instituto de Arquitectura Tropical. Fundación Príncipe Claus para la Cultura y el Desarrollo. pp. 4 - 5.

Uherek, E. (2004). *El clima en las ciudades*. Climate Encyclopedia Environmental Science Published for Everybody Round the Earth Educational Network on Climate. Department of Climatology Inst. of Geography and Spatial Management. USA.

White, W. H. (1980). *The Social Life o Small urban spaces*. Washington D.C.: Conservation Foundation.

World Bank (2002). *Cities in Transition*. Washington D.C.: The World Bank. World Bank Urban and Local Government Strategy.

Yeang, K. (2001). *El rascacielos ecológico*. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli

Yunus A. (2004). *Transferencia de Calor*. (Segunda edición, Traducción: José Hernán Pérez). México: Mc Graw - Hill. pp. 605 - 658.

Zambrano L., Malafaia C. y Bastos, L. (2006). "Thermal comfort evaluation in outdoor space of tropical humid climate". PLEA2006 - *The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva, (Switzerland).

LOS CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA publicados por el Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio desde el año 1993, difunden bimensualmente aquellos trabajos de investigación realizados en el área del Urbanismo, la Ordenación Territorial, el Medio Ambiente, la Planificación Sostenible y el Paisaje, que por sus características, muchas veces de investigación básica, tienen difícil salida en las revistas profesionales. Su objetivo es la difusión en lengua española de estos trabajos, en el convencimiento de que es necesario potenciar el uso de este idioma entre el mundo científico para conseguir alcanzar ámbitos de difusión a los que, de otra forma, no se podría acceder.

Su formato no es el convencional de una revista de este tipo, con artículos de diferentes autores que, en realidad, abordan aspectos parciales de cada trabajo, muy adecuados para la difusión y el conocimiento rápido de los mismos, pero que no pueden profundizar demasiado debido a su limitada extensión, sino que se trata de amplios informes de la investigación realizada que ocupan la totalidad de cada número. Esto permite, sobre todo a aquellos investigadores que se inician, el tener accesibles los aspectos más relevantes del trabajo y conocer con bastante precisión el proceso de elaboración de los mismos.

La realización material de los Cuadernos de Investigación Urbanística está a cargo del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, garantizándose el respeto de la propiedad intelectual, pues el registro es siempre en su totalidad propiedad del autor. Está permitida su reproducción parcial en las condiciones establecidas por la legislación sobre propiedad intelectual citando autor, previa petición de permiso al mismo.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Las condiciones para el envío de originales se pueden consultar en la página web:
<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciurpublicar.html>

FORMATO DE LAS REFERENCIAS

Monografías: APELLIDOS (S), Nombre (Año de edición). Título del libro (Nº de edición). Ciudad de edición: Editorial [Traducción castellano, (Año de edición), Título de la traducción, Nº de la edición. Ciudad de edición: editorial].

Partes de monografías: APELLIDOS (S), Nombre (Año de edición). "Título de capítulo". En: Responsabilidad de la obra completa, Título de la obra (Nº de edición). Ciudad de edición: Editorial.

Artículos de publicaciones en serie: APELLIDOS (S), Nombre (Año de publicación). "Título del artículo", Título de la publicación, Localización en el documento fuente: volumen, número, páginas.

Asimismo, se recuerda que el autor tendrá derecho a cinco ejemplares gratuitos.

CONSULTA DE NÚMEROS ANTERIORES/ACCESS TO PREVIOUS WORKS

La colección completa se puede consultar en color y en formato pdf en siguiente página web:
The entire publication is available in pdf format and full colour in the following web page:

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciurnumeros.html>

ÚLTIMOS NÚMEROS PUBLICADOS:

- 90** **María Cristina García González:** "César Cort y la cultura urbanística de su tiempo", 88 páginas, Marzo 2013.
- 89** **Manuel Doval Abad:** "Indicadores morfológicos y funcionales de carácter territorial", 88 páginas, Enero 2013.
- 88** **Javier Pérez Igualada:** "La introducción de la edificación abierta en Valencia", 80 páginas, Noviembre 2012.
- 87** **María Cristina García González:** "César Cort y la cultura urbanística de su tiempo", 88 páginas, Marzo 2013.
- 86** **Manuel Doval Abad:** "Indicadores morfológicos y funcionales de carácter territorial", 88 páginas, Enero 2013.



PROGRAMA OFICIAL DE POSGRADO EN ARQUITECTURA

MASTER PLANEAMIENTO URBANO Y TERRITORIAL

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

PREINSCRIPCIÓN DEL 15 DE MARZO AL 27 DE JUNIO

DIRECTOR DEL MÁSTER: Agustín Hernández Aja
PERIODO DE DOCENCIA: Septiembre 2010 -Junio 2011
MODALIDAD: Presencial y tiempo completo
NUMERO DE PLAZAS: 40 plazas
CREDITOS: 60 ECTS

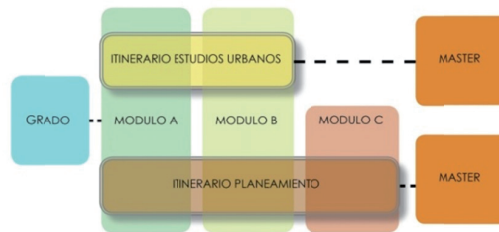
El Máster se centra en la comprensión, análisis, diagnóstico y solución de los problemas y la identificación de las dinámicas urbanas y territoriales en curso, atendiendo a las dos dimensiones fundamentales del fenómeno urbano actual: por un lado, el proceso de globalización y, por otro lado, las exigencias que impone la sostenibilidad territorial, económica y social. Estos objetivos obligan a insistir en aspectos relacionados con las nuevas actividades económicas, el medio físico y natural, el compromiso con la producción de un espacio social caracterizado por la vida cívica y la relación entre ecología y ciudad, sin olvidar los problemas recurrentes del suelo, la vivienda, el transporte y la calidad de vida. Estos fines se resumen en la construcción de un espacio social y económico eficiente, equilibrado y sostenible. En ese sentido la viabilidad económica de los grandes despliegues urbanos y su metabolismo se confrontan con modelos más maduros, de forma que al estudio de las técnicas habituales de planificación y gestión se añaden otras nuevas orientaciones que tratan de responder a las demandas de complejidad y sostenibilidad en el ámbito urbano.

El programa propuesto consta de un Máster con dos especialidades:

- Especialidad de Planeamiento Urbanístico (Profesional)
- Especialidad de Estudios Urbanos (Investigación Académica)

Se trata de 31 asignaturas agrupadas en tres módulos:

- MÓDULO A. Formación en Urbanismo.
 MÓDULO B. Formación en Estudios Urbanos e Investigación.
 MÓDULO C. Formación en Planeamiento.



Beatriz Fernández Águeda
 María Teresa Bonilla
 José Fariña Tojo
 José Miguel Fernández Güell
 Isabel González García
 Agustín Hernández Aja

PROFESORADO:

Ester Higuera García
 Francisco José Lamiqúiz
 Julio Pozueta
 Fernando Roch Peña
 Felipe Colavidas
 Luis Moya
 José María Ezquilaga

Llanos Masía
 Javier Ruiz Sánchez
 Carlos Verdaguer
 Enrique Villa Polo
 Carmen Andrés Mateo
 Álvaro Sevilla

ENTIDADES COLABORADORAS:

ci[ur]

CUADERNOS DE
 INVESTIGACIÓN
 URBANÍSTICA

urban

Consejo Superior
 de los Colegios de Arquitectos
 de España



CONTACTO: masterplaneamiento.arquitectura@upm.es
www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/masters/index.html

Otros medios divulgativos del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio:

urban

REVISTA del DEPARTAMENTO de URBANÍSTICA y ORDENACIÓN del TERRITORIO
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

PRESENTACIÓN SEGUNDA ÉPOCA

DESDE el año 1997, **URBAN** ha sido vehículo de expresión de la reflexión urbanística más innovadora en España y lugar de encuentro entre profesionales y académicos de todo el mundo. Durante su primera época la revista ha combinado el interés por los resultados de la investigación con la atención a la práctica profesional, especialmente en el ámbito español y la región madrileña. Sin abandonar dicha vocación de saber aplicado y localizado, la segunda época se centra en el progreso de las políticas urbanas y territoriales y la investigación científica a nivel internacional. Ayer y hoy, nuestro objetivo es contribuir al desarrollo de las técnicas y modelos de ciudad y territorio, desde una perspectiva crítica y conjugando las ventajas de nuestra posición en la encrucijada entre el Norte y el Sur globales, entre Europa, el Mediterráneo y Latinoamérica.

Apoyándose en cuatro vectores de interés –carácter generalista y transversal, espíritu crítico, visión regional de los procesos globales y recuperación de la memoria de la disciplina– la nueva **URBAN** se propone servir de espacio para un debate en el que la planificación se juegue sus condiciones de posibilidad. Frente a la deriva disciplinar de las últimas décadas, frente al desplazamiento paulatino del lugar social de la planificación urbana y territorial en los modos de gobierno, nos parece urgente replantear el papel que ésta merece en las economías políticas de la producción de espacio.

CONVOCATORIA PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS: nº6- Teoría urbana. Estados del arte

Sin una teoría urbana consistente nunca habrá buen urbanismo. Este problemático aforismo podría servir para abrir el debate que la revista Urban se propone albergar en un próximo número especial. La teoría urbana (teoría de la ciudad, teoría del proceso urbanizador) ha presentado una relación histórica compleja con la práctica de la planificación y las políticas de la ciudad y el territorio: anticipación de mundos más o menos felices, re-conocimiento pericial de fenómenos urbanos ya materializados, interpretación crítica que re-imagina el pasado y el presente de la ciudad y el territorio, abriéndolos a un nuevo horizonte... El trabajo teórico es, qué duda cabe, un indicador efectivo de la salud y orientación de la disciplina urbanística pero ¿es también un arma cargada de futuro? ¿Cabe aún idear teorías capaces de cambiar los hechos de un mundo urbano que se presenta cada vez más complejo, abigarrado y ajeno a cualquier indicio de racionalidad? ¿Debe la teoría conformarse, por el contrario, con adoptar una actitud de ‘testigo modesto’, buscar producciones de sentido en los intersticios de los discursos urbanos dominantes? ¿Qué perspectivas teóricas debemos perseguir, con qué herramientas conceptuales y en qué marcos intelectuales? ¿Cómo debe la teoría pensar su articulación con la práctica? ¿Qué tipo de teoría demanda nuestro mundo urbano en un contexto de crisis global? ¿En qué medida los ensayos por comprender la crisis pueden contribuir a ensanchar el campo teórico del fenómeno urbano?

Este número especial de la revista Urban pretende albergar aportaciones internacionales que exploren sistemática y críticamente los estados del arte en los distintos campos de la teoría urbana y los conecten a las tendencias más amplias de la teoría social contemporánea – de la planificación a la geografía, de la sociología a la historia y más allá, en el horizonte general del conocimiento técnico, las ciencias sociales y las humanidades. Serán especialmente bienvenidas las contribuciones que analicen corrientes actuales de reflexión sobre las intersecciones de ciudad, economía, sociedad, política, cultura, tecnología, naturaleza, medio ambiente, diseño, instituciones... Asimismo se espera que los autores consideren y problematicen la articulación entre teoría y práctica urbanística, recordando que ‘la experiencia sin teoría es ciega, pero también que la teoría sin experiencia es un mero juego intelectual’. En definitiva ¿cómo puede contribuir la teoría urbana a cambiar no sólo el conocimiento y discurso sobre la ciudad, sino también los propios procesos que

la sostienen y transforman? ¿Enfrenta el urbanismo un horizonte de ‘miseria de la teoría’ o, por el contrario, cabe imaginar un futuro floreciente y un lugar propio para la teoría urbana en el campo más amplio de la teoría social?

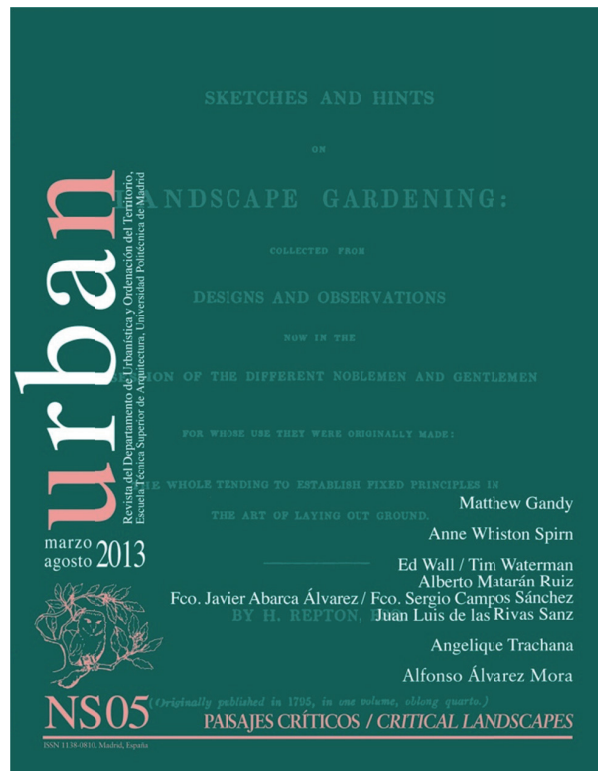
Fecha límite para la recepción de artículos: 15-04-2013

Por último, se recuerda que, aunque La revista **URBAN** organiza sus números de manera monográfica mediante convocatorias temáticas, simultáneamente, mantiene siempre abierta de forma continua una convocatoria para artículos de temática libre.

DATOS DE CONTACTO

Envío de manuscritos y originales a la atención de Álvaro Sevilla Buitrago: urban.arquitectura@upm.es

Página web: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/public/urban/info.html>



Consulta y pedido de ejemplares: ciur.urbanismo.arquitectura@upm.es

Web del Departamento de Urbanística y ordenación del Territorio:

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo>

Donde figuran todas las actividades docentes, divulgativas y de investigación que se realizan en el Departamento con actualización una actualización permanente de sus contenidos.

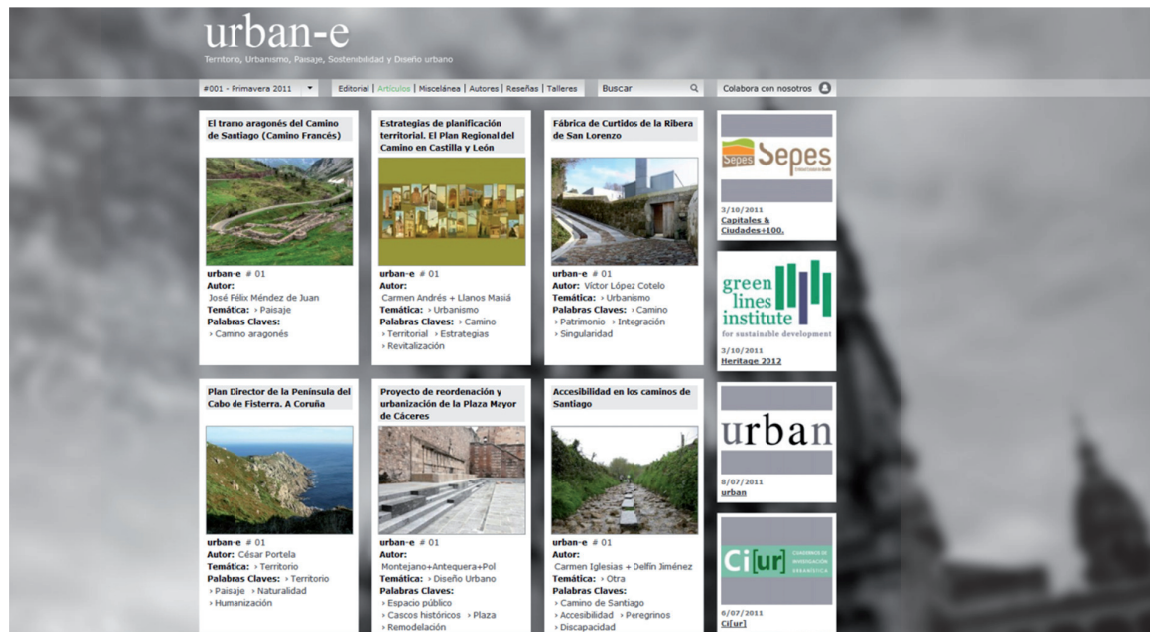
urban-e

Nace urban-e como hija de la revista académica urban y como colaboradora en la tarea de difundir el debate urbanístico con un enfoque que trata de establecer puentes entre el ámbito teórico y la intervención en la realidad, mediante el análisis de actuaciones ya realizadas o planes y proyectos.

La revista se centra en el territorio, el urbanismo, la sostenibilidad, el paisaje y el diseño urbano como campos de trabajo, abordando las distintas escalas en la construcción, la conservación o la puesta en valor de un medio siempre cambiante en el que el hombre debe vivir de la mejor manera posible, como ya decía Aristóteles. La revista apuesta por las nuevas tecnologías ya que su difusión será exclusivamente digital, y recogerá buenas prácticas en estas materias, abriendo un campo necesario a los profesionales del urbanismo para la difusión de sus trabajos, como contraposición a los de arquitectura, ésta convertida en estrella mediática tiene mayor eco en los medios y llega a la sociedad de manera cotidiana, ignorando el hecho de que la arquitectura precisa valorar el soporte e integrarse en el paisaje natural o urbano para expresarse correctamente.

Se pretende que sea una revista abierta en la que tengan cabida todo tipo de propuestas desde todas las disciplinas que intervienen en la construcción del territorio y de la ciudad. Se publicarán dos números monográficos al año, complementados con una sección de miscelánea, en la que tendrán cabida aquellos artículos que sobre cualquier tema lleguen a la redacción y sean seleccionados, así como trabajos de alumnos, tanto como reconocimiento a su esfuerzo como para propiciar su análisis y comparación para comprobar, desde experiencias de enseñanza distintas la bondad de los resultados.

NÚMERO EN CURSO: nº2 – Nuevas extensiones urbanas: el Ecobarrio como modelo (Otoño 2011)



The screenshot shows the website interface for 'urban-e'. At the top, the title 'urban-e' is displayed with the subtitle 'Territorio, Urbanismo, Paisaje, Sostenibilidad y Diseño urbano'. Below this is a navigation bar with a dropdown menu for '#001 - Invierno 2011', a search bar, and a 'Colabora con nosotros' button. The main content area is a grid of article thumbnails, each with a title, a small image, and a brief description including the author and key topics. The sidebar on the right features logos for 'Sepes', 'green lines institute', 'urban', and 'Ci[ur]', along with dates and event information.

Article Title	Author	Key Topics
El tramo aragonés del Camino de Santiago (Camino Francés)	José Félix Méndez de Juan	Paisaje, Palabras Claves: Camino aragonés
Estrategias de planificación territorial. El Plan Regional del Camino en Castilla y León	Carmen Andrés + Llanos Masía	Urbanismo, Palabras Claves: Camino, Territorial, Estrategias, Revitalización
Fábrica de Curtidos de la Ribera de San Lorenzo	Victor López Cotelo	Urbanismo, Palabras Claves: Camino, Patrimonio, Integración, Singularidad
Plan Director de la Península del Cabo de Fisterra. A Coruña	César Portela	Territorio, Palabras Claves: Territorio, Paisaje, Naturalidad, Humanización
Proyecto de reordenación y urbanización de la Plaza Mayor de Cáceres	Montejano+Antequera+Pol	Diseño Urbano, Palabras Claves: Espacio público, Cascos históricos, Plaza, Remodelación
Accesibilidad en los caminos de Santiago	Carmen Iglesias + Dellín Jiménez	Otra, Palabras Claves: Camino de Santiago, Accesibilidad, Peregrinos, Discapacidad