

COLECCIÓN ARQUITECTURA Y URBANISMO INTERNACIONAL



HÁBITAT SUSTENTABLE

III



Compiladores: Sergio Padilla Galicia
Víctor Fuentes Freixanet

HÁBITAT SUSTENTABLE



COLECCIÓN ARQUITECTURA Y URBANISMO INTERNACIONAL

HÁBITAT SUSTENTABLE

III

**Compiladores: Sergio Padilla Galicia
Víctor Fuentes Freixanet**

Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro

Rector General

Mtro. José Antonio de los Reyes Heredia

Secretario General

Unidad Azcapotzalco

Dr. Óscar Lozano Carrillo

Rector de la Unidad

Dra. Ma. de Lourdes Delgado Nuñez

Secretaria de la Unidad

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro

Director de la División de Ciencias

y Artes para el Diseño

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas

Secretario Académico

Mtro. Miguel Toshihiko Hirata Kitahara
Jefe interino del Departamento de Evaluación
del Diseño en el Tiempo

Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes

Jefa del Área de Arquitectura
y Urbanismo Internacional

**Comité Editorial de publicaciones
unitarias y periódicas que lo requieran**

Dr. Eduardo Langagne Ortega

Dr. Gabriel Salazar Contreras

Dr. Francisco Gerardo Toledo Ramírez

Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes

Mtra. Gloria María Castorena Espinosa

Mtra. Irma López Arredondo

Mtro. Eduardo Ramos Watanabe

Hábitat sustentable III es una publicación de la Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional editada por el Área de Investigación de Arquitectura y Urbanismo Internacional y el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, en colaboración con el Departamento de Medio Ambiente (Área de Arquitectura Bioclimática).

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco,
Av. San Pablo No. 180,
Col. Reynosa Tamaulipas,
Azcapotzalco, C.P. 02200,
México, D.F.
Tel.: 55 5318-9179

DR © 2019, UAM Azcapotzalco

ISBN: 978-607-28-1759-3

Para la versión impresa

ISBN: 978-607-28-1753-1

Para la versión electrónica

Coordinador de la edición:

Sergio Padilla Galicia

Editora responsable:

Elizabeth Espinosa Dorantes

Diseño y formación:

Andrés M. Ramírez Cuevas

Cuidado de la edición:

Ana María Hernández López

Impreso en México. Printed in Mexico

México, D. F., noviembre de 2019

Primera edición: 2019

Primera edición electrónica: 2019

ÍNDICE

9 **Presentación**

Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet

URBANISMO

TEMAS Y CONCEPTOS

17 **Retos de las ciudades**

**latinoamericanas para alcanzar
un desarrollo sustentable**

Maruja Redondo Gómez

27 **Sustentabilidad vs. especulación inmobiliaria**

Gloria María Castorena Espinosa

37 **Agenda hacia la ciudad sustentable**

Sergio Padilla Galicia

53 **Sustentabilidad, configuración urbana y movilidad en la ciudad**

Elizabeth Espinosa Dorantes

69 **Ciudades con energía cero (*Net Zero Cities*)**

Aníbal Figueroa Castrejón

URBANISMO

81 **Hacia un urbanismo ambiental. Diseño bioclimático multiescala aplicado**

Xristos Vassis

Colaboradores: Moisés Vargas

y Spyridon Vassis

133 **Singapur: la apuesta sustentable**

Guillermo Díaz Arellano

145 **Sustentabilidad: una responsabilidad compartida**

Alejandro Hurtado Farfán

ESTRATEGIAS Y PROYECTOS

103 **The idea of “Greenery Without Borders”. Discovering Arbol de la Vida from the perspective of Green Infrastructure Development**

Alina Drapella-Hermansdorfer

117 **A general overview on urban adaptation strategies to climate change and sea level rise**

Christiano Lepratti and Emilio Guido Rossi

125 ***Bahnstadt*. Un proyecto innovador de urbanismo en Heidelberg, Alemania**

Eckhart Ribbeck

153 **Comunidad tradicional, ejemplo de alternativa para la vida. San Jerónimo Tecóatl, una comunidad en busca de la modernidad**

Saúl Vargas González

161 **Centro Histórico de Cartagena de Indias, Colombia: una visión y valoración desde lo bio ambiental y paisajístico**

Ricardo A. Zabaleta Puello

ARQUITECTURA

CONCEPTOS

175 Criterios bioclimáticos y sustentables en la arquitectura moderna

Víctor Fuentes Freixanet

231 Affordable Housing for Hot and Sub-Humid Climate in Mexico as Result of a Thermal Comfort Study

Gabriel Gómez-Azpeitia

Coautores: Adolfo Gómez Amador

Martha Eugenia Chávez González

Gonzalo Bojórquez Morales

Ramona Alicia Romero Moreno

ESTRATEGIAS, PROYECTOS Y APLICACIONES

199 Evaluación ambiental en instituciones de educación superior en México. Caso de estudio: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa

Miguel Arzate Pérez y Gerardo Arzate

247 Una renovada mirada del desempeño térmico de la Casa Curutchet: aporte del diseño a la calidad ambiental en arquitectura

John Martin Evans y Silvia de Schiller

215 Costo y rentabilidad de diversas estrategias bioclimáticas en viviendas con enfriamiento evaporativo directo en función del ciclo de vida

Luis Carlos Herrera Sosa

Coautores: Alejandro Pablo Arenas Granados

Gabriel Gómez-Azpeitia

PRESENTACIÓN

Hábitat sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo

El urbanismo y la arquitectura deben estar orientados al desarrollo de comunidades urbanas y espacios habitables sustentables en ambientes armónicos y equilibrados. Estos principios se incorporan en políticas públicas, proyectos urbanos y arquitectónicos que producen efectos positivos y sostenibles en el ámbito social y medioambiental. Los proyectos sustentables abordan temas y constituyen prácticas para incidir en los problemas y en las transformaciones espaciales que se presentan en la ciudad contemporánea. Los planteamientos y prácticas del hábitat sustentable constituyen un nuevo paradigma en las disciplinas de la arquitectura y el urbanismo.

En este horizonte se enmarcan los diferentes temas y casos documentados en el presente libro colectivo. Algunos temas fueron presentados en la tercera edición del Seminario Hábitat Sustentable que giró en torno a: “Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo”, realizado en la Ciudad de México, del 25 al 27 de octubre 2017, evento organizado conjuntamente por las áreas de investigación: Arquitectura y Urbanismo Internacional del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Arquitectura Bioclimática del Departamento de Medio Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco en el marco de acciones de cooperación entre los dos departamentos. Este seminario reunió a importantes especialistas, quienes compartieron públicamente sus hallazgos, experiencias, inquietudes y propuestas concretas. Los temas compilados en este libro se presentan en forma de artículos, algunos presentados en el seminario y otros seleccionados por medio de una convocatoria realizada *ex profeso*. En todos los textos se exponen planeamientos y experiencias de diversas ciudades; algunos agrupan conceptos e ideas generales producto de experiencias internacionales aceptadas como válidas; otros, aportan conocimiento nuevo y visiones críticas producto de proyectos de investigación; unos más, muestran experiencias de intervención puntual o bien constituyen aplicaciones de conceptos, criterios y estándares en contextos específicos. En conjunto, representan una muestra pequeña pero significativa de temas y situaciones interesantes y constituye un aporte más a la discusión actual en el campo del urbanismo y la arquitectura sustentable.

El objetivo del libro es difundir productos de investigación, criterios y lineamientos de políticas urbanas sustentables desarrolladas en los últimos años, o bien estrategias y proyectos que aportan conceptos, métodos y técnicas de análisis y aplicación en casos concretos a partir del enfoque

disciplinar de la arquitectura y el urbanismo sustentable. Se presentan 18 artículos de autores de diferente procedencia: tres de Argentina, uno de Alemania, uno de Polonia, uno de Grecia, dos de Colombia y diez de México; que abordaron situaciones y proyectos específicos de Argentina, Colombia, Alemania, Grecia, México, Singapur y otros países.

En el análisis de los temas y conceptos de la ciudad sustentable se propugna por una nueva forma de pensar y hacer las cosas para lograr cambios sustanciales en nuestra forma de vivir, producir y consumir; y así generar espacios y ciudades equilibrados e integrales.

Los trabajos parten de la reflexión sobre los procesos y modelos de urbanización experimentados en las ciudades en las últimas décadas, principalmente en ciudades de países en vías de desarrollo, caracterizadas por el predominio de la pobreza, inequidad, marginación y fragmentación. La ausencia de procesos de planificación y gestión territorial adecuados ha propiciado modelos de crecimiento que no contemplan a las personas ni procuran una mejor calidad de vida y un uso racional de los recursos del planeta; tampoco han contribuido a alcanzar la paz y la justicia, apartándose del objetivo de formar sociedades más inclusivas.

En dichos procesos de urbanización predominan los aspectos económicos y políticos de corto plazo y de máximo beneficio; luego entonces, el reto es cómo conciliar estos modelos inadecuados con el desarrollo sustentable. Es indudable que la tendencia debe cambiar orientándose a alcanzar y controlar el equilibrio ambiental, con un enfoque social y una sólida base económica que permitan planear y gestionar el uso y aprovechamiento del espacio habitable de manera que se propicien condiciones óptimas de calidad de vida y garantizar los recursos para las próximas generaciones.

El crecimiento urbano incontrolado que presentan muchas ciudades en el mundo conlleva patrones de ocupación extensiva e indiscriminada con inadecuado aprovechamiento de suelo. Desde el enfoque sustentable, se plantea la redefinición de nuevos patrones de ocupación del territorio, considerando que la estructura urbana tiene incidencia en la movilidad y, con ello, en la definición del uso del espacio, del ahorro de energía, de la dotación de transporte público, entre otros aspectos.

Por esta razón, la relación de la forma urbana con criterios de sustentabilidad es fundamental, principalmente en lo referente a la necesidad de optimizar el consumo de suelo y la relevancia de la ordenación del territorio en la definición y viabilidad de patrones de movilidad. Asimismo, es necesario que la arquitectura y el diseño de los espacios urbanos se basen en criterios bioclimáticos y sustentables que ofrezcan condiciones saludables y confortables a sus ocupantes; es decir, que el urbanismo y la arquitectura requieren replantear su relación con la naturaleza, basada en el respeto y manejo eficiente de los recursos generando sinergias proambientales.

A los procesos de crecimiento urbano y urbanización se suman los impactos generados por el cambio climático que aumentan la vulnerabilidad de las zonas urbanas. Por ejemplo, muy pocas ciudades ubicadas en zonas costeras han desarrollado planes, estrategias y acciones de adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, en general, y a los relacionados con el aumento del nivel del mar (SLR); además, la gran mayoría de las ciudades siguen careciendo de un enfoque sistémico para afrontar este desafío.

En la Conferencia Mundial sobre Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible, Hábitat III, Quito, Ecuador del 2006, se retomaron muchos conceptos que a lo largo de los últimos 20 años se habían venido trabajando sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible, ya sea porque algunos problemas no se han resuelto u otros se han acentuado, o porque existe una experiencia en políticas públicas, estrategias e intervenciones urbanas que han sido exitosas convirtiéndose en prácticas recomendables para su desarrollo en forma general. En la actualidad, es fundamental que los modelos de planificación y gestión se articulen en una Agenda Urbana Pública estructurada con políticas, estrategias y proyectos a nivel local, en el marco de sus competencias, especialización y características particulares del territorio. A partir de las experiencias documentadas en diferentes ediciones de los Seminario de Urbanismo Internacional (SUI) y de Hábitat Sustentable (SHS), se mencionan algunos temas básicos que esta Agenda puede contener, principalmente, sobre las estrategias y acciones a desarrollar en materia de: medio ambiente, urbanismo social, red vial y accesibilidad, movilidad y

transporte público, espacio público, centralidades, planeación y proyectos urbanos estratégicos.

Si bien, aunque la Agenda Urbana todavía no se ha instaurado integralmente en muchos casos, en diferentes partes del mundo se están gestando movimientos sociales, económicos, ambientales y políticos que propician estos cambios, que facilitan el desarrollo de tecnología y modifican el comportamiento individual y colectivo de las personas. Tal es el caso del concepto de barrios y edificios de energía cero (*Net Zero Cities*), espacios que pueden producir, en un ciclo anual, la energía que consumen y ser autosuficiente en sus servicios, lo que marca una tendencia en el siglo XXI.

En Europa el enfoque ambiental en la modernización de la ciudad se ha basado en la configuración del sistema verde urbano y presenta dos tendencias complementarias: a) como una red de parches y corredores ecológicos que forman la columna vertebral (estructura/warp) del sistema; y b) como vegetación dispersa que acompaña a las urbanizaciones y otras zonas construidas. En Wrocław, Polonia (Breslavia), la eco-modernización de la ciudad se basó en el concepto de *Greenery Without Borders* y fue adoptado en el proyecto “Estudio de Desarrollo Espacial para Breslavia”, en respuesta a expectativas sociales.

Singapur es un caso particular a nivel mundial. Destaca una política pública de vivienda ligada al desarrollo de infraestructuras, logrado una mezcla entre propiedad de la tierra y apartamentos de viviendas en propiedad privada, así como de propiedad pública. La elevada proporción de viviendas públicas ha permitido la integración de los servicios, incluido el transporte público por carretera y ferrocarril, así como el gas natural, la electricidad y los servicios de agua. Lo anterior, sumado a otros factores, ha permitido al país lograr primeros lugares a nivel mundial en varios índices y categorías que evalúan aspectos económicos, sociales y ambientales, en suma, indican su desarrollo sustentable entre los que destacan: competitividad global, potenciadores de eficiencia, desarrollo humano, calidad de vida, ciudades verdes, control de emisión de residuos y tratamiento de agua.

En Heidelberg, Alemania, el *Bahnstadt* (“Ciudad del Tren”) es un importante proyecto de crecimiento urbano realizado en los terrenos de una antigua estación de

ferrocarril, clasificadas como “áreas de reconversión”. El proyecto tiene como objetivo realizar una “ciudad del conocimiento” y así continuar con la tradición de Heidelberg como ciudad universitaria y científica, mediante un proyecto urbano innovador y de alta calidad, exitoso y ejemplo actual de urbanismo sustentable. En particular, destacan la calidad de las viviendas y del espacio público, la mezcla de actividades urbanas, la eficiencia energética, el tratamiento del entorno natural y las sofisticadas tecnologías de construcción aplicadas.

En el centro histórico de Cartagena de Indias, Colombia, con clima cálido-húmedo, intervenciones mal realizadas buscando confort artificial, afectaron tanto la coherencia ambiental de edificaciones patrimoniales como la adaptación del espacio urbano a las condiciones climáticas del lugar, por lo que se hace necesario el análisis de edificios y espacio público en cuanto a su comportamiento bio ambiental y sus atributos paisajísticos, ponderando los beneficios que estos aspectos generan en zonas patrimoniales.

En México, el poblado de San Jerónimo Tecóatl, comunidad indígena mazateca que conserva parte de su cultura y tradiciones, puede ser considerada como un laboratorio viviente que permite mostrar cómo esta forma de vida ayuda a la preservación del ambiente y, a su vez, ejemplo para retomar algunas actividades y conservar un hábitat sano.

En la Ciudad de México, ante el problema del acoso femenino en los sistemas de transporte público (metro y metrobús), se estableció la separación de las personas: de un lado damas, niños y personas de la tercera edad, y del otro, hombres. Dicha medida no ha terminado con el problema de acoso, por el contrario, ha generado hostilidad entre ambas partes. Este hecho invita a la discusión de los conceptos de equidad e inclusión en el medio urbano y a la necesidad de elaborar estrategias que fomenten vivir de una manera más respetuosa y cívica.

De los temas significativos de arquitectura sustentable destacan aquellos que se desarrollaron como parte de la arquitectura moderna a principios del siglo XX. Este movimiento intelectual y arquitectónico trataba de resolver los problemas de carencia de vivienda, de equidad y accesibilidad para grandes grupos de la población, con base en las tecnologías constructivas disponibles en ese

momento, tratando de unir las ciencias y las artes con un enfoque de beneficio social, sus aportaciones fueron significativas y marcaron el devenir de la arquitectura de hoy en día. En general, se ha puesto atención en los magnos proyectos de los arquitectos más renombrados, pero hubo casos de arquitectura modesta con muy buenas soluciones bioclimáticas y sustentables.

Ejemplo de lo anterior es la Casa Curutchet, proyectada por Le Corbusier en 1949, ubicada en la ciudad de La Plata, Argentina. Este proyecto incorporó una serie de innovaciones arquitectónicas, como *Brise Soleil* o parasoles en las fachadas principales. Estudios de eficiencia ambiental realizados en diferentes estaciones del año, concluyen que los parasoles logran un favorable control ambiental, indicando la posibilidad de combinar luminosidad y control ambiental de grandes superficies vidriadas, con mínima dependencia del acondicionamiento artificial, logrado gracias a la creatividad e inteligencia aplicada en el diseño. A pesar de estas cualidades, es sabido que en su época las condiciones logradas no fueron aceptables para los habitantes, quienes prefirieron mudarse al año de residencia.

Otro ejemplo es un prototipo alternativo de vivienda de bajo costo, desarrollada con base en estudios de campo llevados a cabo en Colima, México (clima cálido subhúmedo). Se trata de un tipo de vivienda promovido por el gobierno mexicano llamado “vivienda económica”. Un grupo de profesores y estudiantes de la Universidad de Colima desarrollaron el proyecto arquitectónico de 45m² aplicando las siguientes estrategias bioclimáticas: dispositivos de sombreado, masa térmica, ventilación natural (ventilación cruzada), ventilación inducida (efecto *stack*) y ventilación nocturna (intercambio de radiación de onda larga). Una vez construido el edificio, se monitoreó su desempeño térmico. Los datos indican que las condiciones en el interior son significativamente más frescas respecto a las condiciones al aire libre. Hoy en día, el prototipo funciona como centro comunitario de apoyo, abierto a todo tipo de visitantes y sirve como muestra didáctica sobre cómo conseguir un mejor hábitat.

En las regiones de clima cálido seco en México se ha extendido el uso de equipos de enfriamiento evaporativo directo que consumen altas cantidades de energía y agua,

ello motivó el desarrollo de un proyecto experimental que utiliza seis estrategias conservativas y bioclimáticas a viviendas mínimas provistas de ese tipo de equipos, a fin de reducir en lo posible su tiempo de operación. Las estrategias aplicadas a viviendas construidas en la ciudad de Chihuahua fueron: instalación de termostato para control de encendido del equipo de enfriamiento evaporativo directo, aislamiento térmico adicional en cubierta, protección solar en ventanas, aislamiento térmico y protección solar del equipo de enfriamiento evaporativo directo, incremento de masa térmica en muros y ventilación nocturna superpuesta a las anteriores. Los resultados en términos de ahorro de agua y energía muestran que todas las estrategias analizadas resultan ser inversiones de muy bajo riesgo y rentabilidad superior a las opciones de inversión que usualmente accede un ciudadano promedio en el mercado.

Por último, se presenta la evaluación ambiental aplicada a una Institución de Educación Superior (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa), con el objetivo de generar un certificado ambiental, utilizando una metodología desarrollada en México (ARTEBES). Dicha evaluación da una visión clara del nivel de sustentabilidad logrado, lo que servirá para poder elaborar distintas estrategias sustentables y tomar decisiones a corto, mediano o largo plazo. Adicionalmente, se propone el desarrollo de un nuevo modelo de evaluación para la arquitectura sustentable en Instituciones de Educación Superior (IES) en México, específicamente, para la Universidad Autónoma Metropolitana.

En la elaboración de un libro colectivo intervienen muchas voluntades y esfuerzos, por lo que agradecemos a los autores que aportaron sus trabajos e hicieron posible esta compilación. Los autores, además de investigadores académicos especializados en el tema, también son arquitectos y urbanistas que realizan proyectos, asesorías y propuestas concretas de intervención en el hábitat. En orden alfabético son: Alejandro Pablo Arena Granados, Gerardo Arzate, Miguel Arzate Pérez, Gloria Castorena Espinosa, Martha Eugenia Chávez González, Silvia de Schiller, Guillermo Díaz Arrellano, Alina Drapella-Hermansdorfer, Elizabeth Espinosa Dorantes, Víctor Fuentes Freixanet, Aníbal Figueroa Castrejón, Adolfo Gómez Amador, Gabriel

Gómez Azpeitia, Emilio Guido Rossi, Luis Carlos Herrera Sosa, Alejandro Hurtado Farfán, Christiano Lepratti, John Martín Evans, Sergio Padilla Galicia, Maruja Redondo Gómez, Eckhart Ribbeck, Ramona Alicia Romero Moreno, Saúl Vargas González, Xristo Vassis y Ricardo Zabaleta Puello. Hacemos extensivo nuestro reconocimiento a las instituciones donde han desarrollado sus investigaciones y trabajos: Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) México; Universidad Politécnica de Wrocław, Polonia; Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México; Universidad ISTMUS-Norte, México; Universidad de Colima, México; Universidad Veracruzana, México; Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México; Universidad Tecnológica Nacional en Mendoza, Argentina; Universidad de Génova, Italia; Universidad San Buenaventura, Cartagena, Colombia y Universidad de Buenos Aires, Argentina.

La publicación de este libro ha sido posible también al trabajo y esfuerzo de los miembros de las áreas de investigación de Arquitectura y Urbanismo Internacional

y de Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. La responsabilidad interna de la edición estuvo a cargo de Elizabeth Espinosa Dorantes, el cuidado de la edición y la revisión de los textos fueron realizados por Ana María Hernández L. y el diseño original y formación por Andrés Mario Ramírez Cuevas. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Los artículos que se compilan en este tercer libro sobre Hábitat Sustentable contribuyen al debate de los problemas ambientales, por lo mismo, las áreas de investigación participantes de la UAM-Azcapotzalco difunden al público experto y a la sociedad en general, la compilación de estos trabajos, con el fin de promover temas y prácticas relevantes de arquitectura y urbanismo sustentable en el ámbito mundial.

Sergio Padilla Galicia
 Víctor Fuentes Freixanet
Ciudad de México,
julio de 2019



URBANISMO



Maruja Redondo Gómez

Retos de las ciudades latinoamericanas para alcanzar un desarrollo sustentable

PALABRAS CLAVE:

desarrollo sustentable, inequidad, fragmentación, sociedades inclusivas

KEYWORDS:

sustainable development, inequity, fragmentation, inclusive societies

RESUMEN

Un debate muy presente en el siglo XXI es el que aborda la posibilidad de conciliar entre los modelos de urbanización de las ciudades en las últimas décadas con los modelos de desarrollo sustentable, principalmente en ciudades de países en vías de desarrollo, donde la pobreza, la inequidad, la marginación y la fragmentación han sido los patrones reproducidos, demostrando incapacidad para instaurar un proceso de desarrollo que impulse y haga crecer los campos de acción de manera sustentable, que contemple a las personas y su calidad de vida, así como la protección y uso racional de los recursos del planeta logrando la paz y la justicia en sociedades inclusivas. El crecimiento acelerado a partir de la segunda mitad del siglo XX y la carencia de procesos de planificación y gestión territorial adecuados para un desarrollo sostenible, han impedido alcanzar mejores niveles de desarrollo en la región.

ABSTRACT

One of the questions that has led to debates in the 21st century about urbanization models that cities have experienced in recent decades is how to reconcile these models with Sustainable Development, mainly in cities in developing countries. development, where poverty, inequality, marginalization and fragmentation have been the reproduced patterns, demonstrating the inability to implement a development process that encourages and grows the fields of action and even less in a sustainable way, that contemplates people and their quality of life, the protection and rational use of the resources of the planet and that achieve peace justice in inclusive societies. The accelerated growth since the second half of the 20th century and the lack of adequate territorial planning and management processes for sustainable development has been crucial to achieve better levels of development in the region.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
marujaredondo@hotmail.com

El contexto

En las primeras décadas del siglo xx menos del 10% de la población mundial vivía en zonas urbanas, lo que muestra que el problema de las ciudades aún era inexistente. Hacia finales del mismo siglo, el crecimiento poblacional mundial se aceleró y se duplicó para llegar, en 1999, a una población total mundial de 6 mil millones de habitantes; es decir, la población urbana en el mundo se había multiplicado por dos y lo grave de esta situación es que el 95% de ese crecimiento se produjo en regiones en vías de desarrollo (Figura 1).

En la actualidad, América Latina y el Caribe cuenta con el 10% de la población global y el 15% de la población urbana total;¹ es la segunda región más urbanizada y con el mayor ritmo de urbanización del planeta (Rodríguez Tijerina, 2015); pasó del 45% en 1950 al 80% en 2015 con las mayores tasas de crecimiento urbano. Entre 1995 y 2014 cuando la tasa de urbanización creció cerca de 2 puntos porcentuales al año, la población mundial en condiciones de pobreza aumentó en más de 200 millones de personas (*Le Monde Diplomatique*, 2004).

Esta situación se refleja mayormente en América Latina y según estadísticas del Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y BANCO MUNDIAL), son los países de Centroamérica y el Caribe los que presentan el mayor índice de pobreza entre los que se encuentran: Honduras, Nicaragua,

México, Guatemala (Figuras 2a y 2b). En este contexto surge la pregunta: ¿por qué la condición de urbanización no está asociada al desarrollo económico en los países en desarrollo, como sí sucede en los países desarrollados? En efecto, así como la urbanización promueve la productividad, la riqueza y atrae a más personas a las ciudades, la urbanización en los países en desarrollo se asocia con la pobreza, los asentamientos informales y la escasez de servicios públicos, entre otras situaciones.

Una de las causas que hace la diferencia entre naciones en desarrollo y desarrolladas respecto a la urbanización, es que en el caso de Europa y, posteriormente en Estados Unidos, la urbanización estuvo acompañada por el desarrollo del sector manufacturero a mediados del siglo xix. Estas regiones, por lo tanto, se caracterizaron por tener ciudades productivas desde esa época. En América Latina y el Caribe la urbanización sucedió tardíamente, en la segunda mitad del siglo xx, y no necesariamente por razones de avance industrial o por el aumento de productividad urbana; además, el rápido crecimiento poblacional en la mayoría de estas ciudades se caracterizó por una alta incidencia de pobreza y desigualdad. Es importante destacar la carencia de políticas públicas orientadas a procesos de planificación y de una gestión urbana adecuada, por lo que América Latina (y en general los países en desarrollo) tienen hoy un “rezago en desarrollo” por sus niveles de urbanización en comparación con el mundo desarrollado.

1. En 2015 el Banco Mundial señalaba para esta región una población de 622 millones de habitantes, equivalente a menos del 10% de la población mundial, de los cuales 500 millones viven en ciudades lo que representa al 15% de la población urbana mundial.

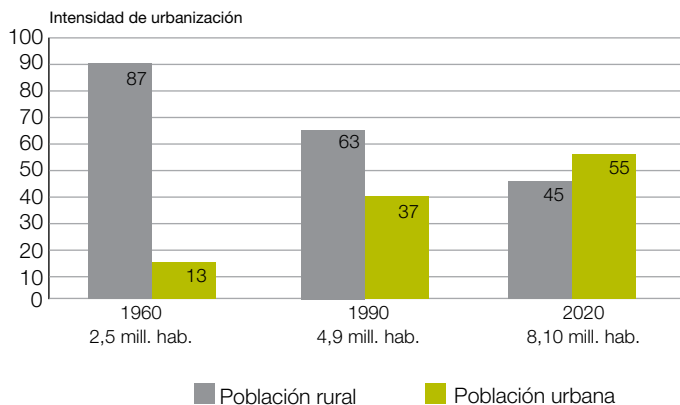


Figura 1. Situación mundial del proceso de urbanización (<https://recursosgeografiabi.weebly.com/el-proceso-de-urbanizacioacuten>).

La gran velocidad de los procesos demográficos de América Latina y el Caribe ha tenido un alto costo social, económico y ambiental marcada por el deterioro del entorno y una profunda desigualdad social, reconociéndose como las ciudades más inequitativas del planeta (ONU Hábitat, 2012), y con grandes impactos ambientales por el uso irracional de los recursos.

Este tema ha generado preocupación y cuestionamientos alrededor de los procesos de urbanización y sus consecuencias en el desarrollo urbano latinoamericano, por ello la RED 2017 y el Banco de Desarrollo de América Latina se han concentrado en estudiar los retos y oportunidades de la urbanización en dicha región a partir de las siguientes interrogantes: ¿porqué la región no ha podido sacar pleno provecho de su rápida urbanización? y ¿cuáles deberían ser los caminos para canalizar, a través de la política pública, la densificación urbana en favor de un mayor bienestar para toda la sociedad? (Vargas, 2017).

También son interrogantes que han motivado, desde la segunda mitad del siglo xx, el surgimiento de múltiples iniciativas desde la Organización de las Naciones Unidas (ONU) observándose gran preocupación por su situación, en especial, los países en vías de desarrollo en materia de urbanización y medio ambiente. Esto ha sido evidente en las conferencias internacionales o Cumbres de la Tierra que han propuesto acuerdos globales y tratados que constituyen instrumentos que no sólo definen consensos

internacionales sobre la ruta que deben seguir los países en distintos temas para mejorar sus condiciones sociales, físicas y medioambientales, sino que, además, invitan a los gobiernos de las ciudades a traducir estas iniciativas en políticas locales contribuyendo a afrontar los retos de los territorios y trabajar por un mejor futuro para el planeta.

En este sentido, una primera generación de acuerdos surgieron en la segunda mitad del siglo xx, cuando en la Conferencia de Estocolmo (1972) y después en Río de Janeiro (2000), los expertos se centraron en postular principios para alcanzar el Desarrollo Sostenible a partir de la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La Conferencia de Estocolmo tuvo como misión dirigir y alentar la participación en el cuidado del medio ambiente, informando y dando a los pueblos los medios para mejorar la calidad de vida. Posteriormente, en Río de Janeiro con la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo surgió el *Programa 21* con la idea de generar actuaciones para fomentar un desarrollo más sostenible en el planeta. Actuaciones a nivel global dirigidas no sólo a los gobiernos sino a la sociedad civil y a las empresas a través de la máxima: “*piensa localmente y actúa globalmente*”, que propició el desarrollo de acciones más concretas sobre el territorio para impulsar el desarrollo sostenible desde el nivel local. A esta documento se le llamó *Agenda 21*.

Pobreza en América Latina-% Sobre el total de la población

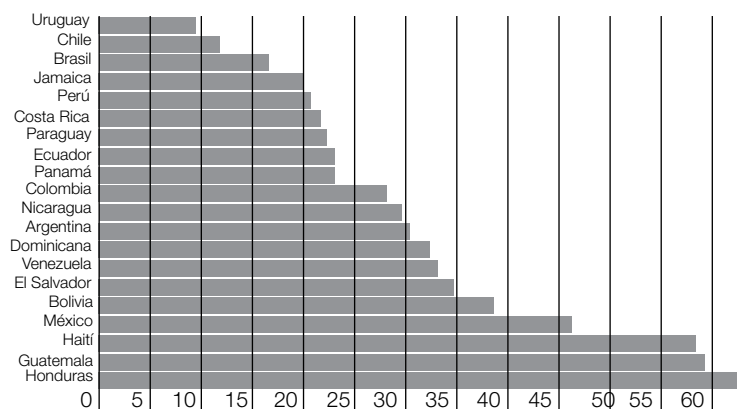


Figura 2a y 2b. Pobreza en América Latina
(Fuente: Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial) (Informatesalta.com.ar).

El caso Bogotá, Colombia

Agenda 21 surgió como un instrumento para que en las instancias locales, tanto los gobiernos como las entidades privadas de cooperación y sociedad civil, se organizaran en torno a políticas y acciones para la sostenibilidad de las ciudades. Bogotá, Colombia fue una de las primeras ciudades en Latinoamérica que adoptó esta *agenda* como parte de sus políticas públicas en 1994; la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) creó las Agendas Ambientales Locales (AAL) de planificación para encaminar el desarrollo sostenible de las veinte localidades de Bogotá a través de la participación ciudadana, garantizando una respuesta más adecuada a las necesidades y condiciones específicas de cada localidad; además, servía como medio de referencia ambiental urbano, de consulta, de comunicación y aprendizaje de lo ambiental por parte de la comunidad.

Por otro lado, al retomar la iniciativa de la *Agenda 21*, fue más sencillo identificar problemáticas urbanas y potencialidades ambientales y hacer propuestas de proyectos e intervenciones en las localidades. Fue un ejemplo de cómo una ciudad se apropia de un acuerdo global, lo adopta y lo convierte en líneas de acción para el ordenamiento local y con ello lograr avanzar en el desarrollo sustentable.

Aunque fue considerada la ciudad progresista-sostenible en 1995, Bogotá enfrentó a una serie de retos que obligaron a las autoridades a repensar sus decisiones, en algunos casos y, en otros, esperar a un cambio en las situaciones políticas, económicas, etc. Algunas de estas dificultades estaban relacionadas con políticas y regulaciones nacionales restrictivas y limitaciones administrativas; con inconsistencias en los instrumentos de planificación y deficiencias en su desarrollo; con limitaciones financieras; divisiones a nivel municipal; una falta de coordinación regional a nivel metropolitano que, finalmente, se resume en una falta de integración y entendimiento entre las diferentes instancias de gobierno relacionadas con la planeación del desarrollo. Sin embargo, lo más importante de la experiencia bogotana es el reconocimiento de que para lograr un desarrollo integrado efectivo es necesaria una visión estratégica de largo plazo, un marco institucional

propicio y modelos financieros sostenibles (Hirosaki Susuki, Robert Cervero y Kanako Luchi, 2014).

Años después apareció la segunda generación de acuerdos surgidos de las conferencias internacionales, tales como el de París y el Marco de Sendai en 2015 con compromisos hasta el año 2030, entre muchos otros, donde se insiste en la disminución de los índices de pobreza, en revertir la continua degradación del medio ambiente, en el aumento de la resiliencia, así como considerarlos en políticas, planes, programas y presupuestos a todos los niveles en todas las naciones del mundo. El panorama se tornó aún más claro en el 2016 con la Tercera Conferencia de Hábitat cuando los gobiernos de América Latina empezaron a reconocer la magnitud y las consecuencias de la rápida urbanización y se convencen que la situación debe ser afrontada de manera integral y coordinada a nivel mundial, regional, nacional, subnacional y local con la participación de todos los actores, generando una *Agenda* que incorpore los *Objetivos del Milenio* (ODM) surgidos en el año 2000,² y los *Objetivos de Desarrollo Sustentable* del 2015.

La Nueva Agenda Urbana (NAU)

En este sentido, la *Nueva Agenda Urbana* acordada en la Conferencia Hábitat III, constituye una guía para orientar esfuerzos en materia de desarrollo; marca la pauta global para definir una nueva organización de las ciudades para los próximos 20 años, sentando bases de política y estrategias que deberán tener un impacto a largo plazo.

Para Latinoamérica, esta agenda propone reconocer el modelo de urbanización de las ciudades y revertirlo en motor de Crecimiento Económico, Social, Cultural y de la Protección del Medio Ambiente, aprovechando las oportunidades que presenta la urbanización, siendo necesario el diseño de un nuevo paradigma en la planeación que contemple las nuevas tendencias de urbanización como el cambio morfológico y funcional que se ha dado en los territorios en los últimos años y el cambio de escala no sólo de la estructura física de las ciudades sino de los fenómenos sociales, económicos y ecológicos producto del dinamismo del entorno y el rápido ritmo de los acontecimientos.

2. Los Objetivos del Milenio (2000), han generado el movimiento más exitoso de la historia contra la pobreza, primero expresados en 8 objetivos y después en pasos prácticos que han permitido mejorar vidas y perspectivas de futuro en todo el mundo. Los ODM ayudaron a que más de mil millones de personas escaparan de la pobreza extrema; reorientando la toma de decisiones en muchos países (Bankimoon, ONU).

3. La planificación es el proceso de preparar un conjunto de decisiones para actuar en el futuro, dirigida a la consecución de metas a través de medios preferidos (Yehekel Droz, 1968).

Así, las mega regiones, los corredores urbanos, las ciudades región y las áreas metropolitanas, que son las formas de urbanización de los últimos tiempos, inducen a repensar las herramientas de gestión, desde innovar la forma de los planes o figuras de planificación hasta adoptar enfoques de desarrollo urbano y territorial integrados, fortalecer la gobernanza y, en general, impulsar nuevas técnicas que promuevan un crecimiento equitativo de las regiones urbanas y los entornos rurales reflejando el interés en el desarrollo sustentable tal y como lo plantea la *Nueva Agenda Urbana*.

Una pregunta surge en este contexto: ¿cómo lograrlo?, sin duda la planificación debe ser el camino a través del cual se puedan afrontar los nuevos retos que tienen las ciudades en el siglo XXI.³ Por un lado, enfrentar los tres grandes problemas que padecen hoy las metrópolis, principalmente del mundo en desarrollo: la vivienda, el ambiente y la movilidad. Por otro, afrontar un desarrollo urbano conforme a un modelo de ciudad más humana y democrática, orientado a generar las condiciones materiales que hagan real y efectivo el acceso de todos los ciudadanos a bienes y servicios que generen calidad de vida y, finalmente, trabajar un desarrollo integrado del territorio, generando estrategias conjuntas e instrumentos de colaboración, que permitan dotar a la ciudad y la región de ventajas competitivas en una economía globalizada.

Sin embargo, a pesar de la situación crítica que se vive en la mayor parte de las ciudades de los países en desarrollo, existen en Latinoamérica algunas ciudades que alcanzan las condiciones de sustentabilidad de acuerdo a algunos de los factores con que son evaluadas a nivel internacional, tal como se informa en el estudio de ARCADIS NV. Se evalúan los factores: economía, capital humano, tecnología, medio ambiente, proyección internacional, cohesión social, movilidad y transporte, gobernanza, planificación urbana y gestión pública. En 2015 y 2016 revelaron que Santiago de Chile era la ciudad más sustentable de Latinoamérica en un *ranking* que consideró a 50 ciudades en el primer año y cien metrópolis del planeta en el siguiente. Otras ciudades de América Latina bien evaluadas son Buenos Aires (85), Medellín (99) y Ciudad de México (100). A nivel internacional, Londres (Inglaterra) se ubica en el primer

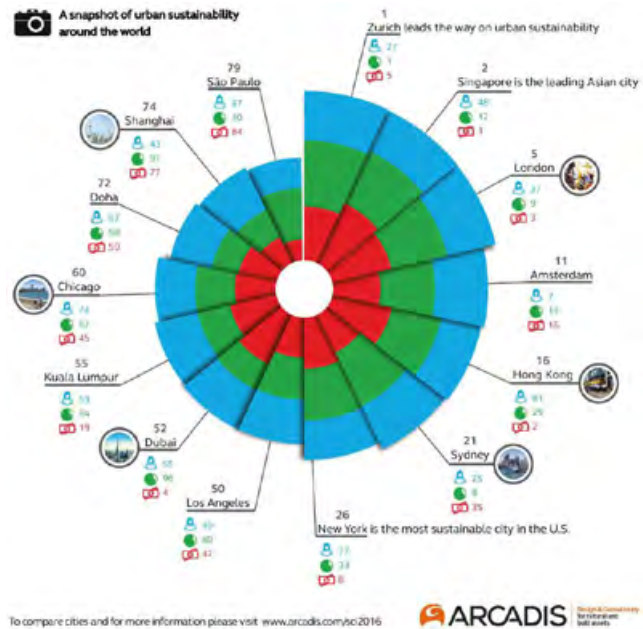


Figura 3. Comparación de ciudades y factores (www.es.weforum.org).

lugar en lo que a capital humano se refiere; Zurich (Suiza) en cuidado del medio ambiente, Copenhague (Dinamarca) en planificación urbana y Nueva York (USA) en economía, según Design and consultancy for natural and built assets (ARCADIS)⁴ (Figura 3).

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación internacional de las ciudades, se puede concluir que los esfuerzos realizados hasta ahora, principalmente en América Latina, son insuficientes y distan mucho de ser una respuesta contundente a los retos y desafíos que presentan las ciudades para alcanzar un desarrollo sustentable basado en un crecimiento económico, social y cultural sostenido e inclusivo, y en la protección del medio ambiente promoviendo el uso sostenible de la tierra y los recursos en el desarrollo urbano, así como, entre otras cosas, reduciendo los riesgos de desastre y mitigando los efectos del cambio climático.

En el contexto de la *Nueva Agenda Urbana Hábitat III* a través de sus 175 numerales que convocan a la acción inmediata de las ciudades y regiones, es posible seleccionar y replantear nuevos ejes para un nuevo ordenamiento urbano-territorial que, más que gestionar el crecimiento, está orientado principalmente a regenerar el ya existente. Un ejemplo de esto son los numerales 95 y 96, entre muchos otros, relacionados con la ordenación del territorio.

El primero se refiere a la necesidad de alentar Planes Metropolitanos de ciudades y regiones para generar sinergias e interacciones entre las zonas urbanas y su entorno periurbano y rural con proyectos de infraestructura regional sostenible. Es claro en esta parte, el

4. Arcadis NV es una empresa global de consultoría en diseño, ingeniería y gestión con sede en Zúrida, Amsterdam, Países Bajos. Surgió en 1888.



Figuras 4a y 4b. Río metropolitano. Sant Adrià de Besòs (www.verpueblos.com/ cataluna/barcelona).

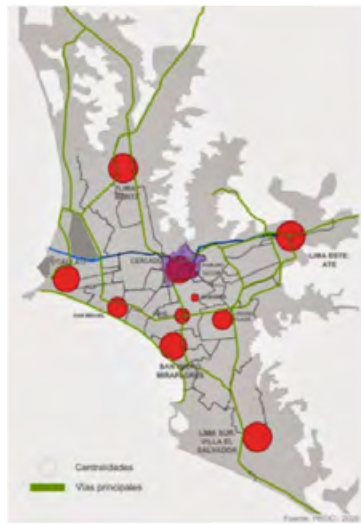
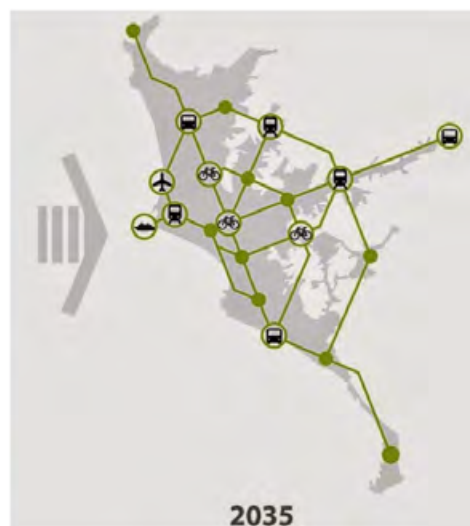


Figura 5. Centralidades Metropolitanas de Lima, Perú. Sustento de las relaciones urbanas y Sistemas Territoriales (<https://habitar-arq.blogspot.mx/2015/05/lineamientos-y-proyectos-estrategicos.html>).



énfasis en sistemas territoriales y redes de ciudades para la cooperación y el fortalecimiento regional como estrategia, que además forma parte del objetivo número 11 de desarrollo sustentable.⁵ Interesantes ejemplos a nivel internacional que han puesto en práctica algunos de estos ejes, principalmente en países desarrollados, merecen mención, tal es el caso de la región de Cataluña donde se evidencia no sólo la importancia de la planificación regional, sino más valioso aún, el rol estratégico que se tiene en la redefinición de la relación entre lo urbano y lo rural.

Cataluña, a través de dicho planteamiento, ha consolidado su territorio urbanizado que puede ser explicado como una red de territorios diferentes, que mantienen un carácter propio y que comparten muchos elementos e intereses comunes. Las ciudades del área metropolitana de Barcelona comparten políticas, infraestructuras, relaciones y mercados de trabajo, educación y cultura, vivienda, salud, seguridad, movilidad, energía, suministros, etc., convirtiendo la vida ciudadana, en metropolitana. Es el ejemplo del *continuum* urbano metropolitano en el tramo final del “río Besòs” donde confluyen los municipales de Barcelona, Sant Adrià de Besòs y Santa Coloma de Gramenet (Figura 4a y 4b). Un río que articula de manera lineal a lo largo de su cause sistemas territoriales logrando el fortalecimiento regional.

Por otro lado y de manera diferente a un sistema lineal como lo es la región de Cataluña, se logra conseguir sistemas territoriales y en red a través de la organización en retícula, integrando sistemas de transferencia, de tránsito, de conocimiento, redes de inversión, etc., configurando formas de poli centrismo, tal es el caso del proyecto de “centralidades metropolitanas de Lima”

(Figura 5). Aunque el impacto de las redes puede no ser visible en el tejido urbano, es de dimensiones considerables ya que produce cambios rápidos y constantes. La infraestructura redefine su significación, pues se convierte en el sustento de las relaciones urbanas y sistemas territoriales, un componente valioso para la estructuración, no sólo como canal de circulación sino además como un sistema integrador de sistemas múltiples, de conocimiento, de inversiones, etc.

El caso Medellín, Colombia

No menos importante es el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano de Medellín (PIDM 2008-2030) que adopta de los numerales 95 y 96 de la *Nueva Agenda Urbana de Hábitat III*: promocionar mecanismos de cooperación intermunicipal y alianzas urbano-rurales como instrumentos eficaces para realizar tareas administrativas municipales y metropolitanas, así como el Enfoque multi-escala que tiene que ver con el pensamiento coherente entre los actores institucionales y privados en las distintas escalas territoriales, regional y local y la coordinación entre ellos, tanto en la realización de proyectos espaciales como en el planteamiento de políticas en los ámbitos social y económico.

Este Plan Integral de Medellín, promueve la inversión de esfuerzos sinérgicos de alcance regional que persiguen la sostenibilidad del entorno, considerando que el ordenamiento territorial y la planeación de los recursos son incompletos si no se toman en cuenta las interdependencias en el entorno regional; razón por la cual el área metropolitana de Medellín se ha centrado

5. El objetivo 11 de desarrollo sustentable señala: “Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales mediante el fortalecimiento de la planificación del desarrollo nacional y regional”.

en la ejecución de proyectos que contribuyen a mejorar la calidad urbana territorial desde una perspectiva ambiental, paisajística y de mejores condiciones de vida para la comunidad. De la misma manera, la ejecución de proyectos que generan redes o sistemas de relaciones a través de espacios para la movilidad y redes tecnológicas (Figuras 6a, b y c). Las políticas locales aplicadas han propiciado un desarrollo humano sostenible, han reducido la violencia, han aumentado el empleo y han propiciado la cohesión social, condición por la cual en el año 2013 Medellín fue designada la ciudad más innovadora del mundo en el concurso “City of The Year” del diario estadounidense *Wall Street Journal*, gracias a la gran transformación urbanística llevada a cabo desde hace más de una década.

En este sentido, Medellín nos ofrece lecciones que en congruencia con estrategias territoriales de la *Nueva*

Agenda Urbana muestra grandes posibilidades para la sostenibilidad del medio ambiente y el desarrollo económico y social en las ciudades en procesos de crecimiento y desarrollo. Es por esto, como bien lo plantea la Nueva Agenda, que surge la necesidad de exploración de nuevos ejes para un nuevo modelo estratégico urbano-territorial que contribuya al desarrollo sostenible y al fortalecimiento regional. Un ejemplo de esto es el transporte público en las ciudades, como estrategia para dar forma al desarrollo urbano a través de mejorar la accesibilidad.

El Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) (Hirosaki Susuki, Robert Cervero y Kanako Luchi, 2014), es una respuesta a la expansión urbana insostenible, a la dependencia del automóvil, al transporte deficiente, decadente y pobre que ha caracterizado el crecimiento de las ciudades en todo el mundo en el último siglo. Un ejemplo de esto es Curitiba (Figura 7), una ciudad



Figura 6a. Área Metropolitana de Medellín (es.wikipedia.org).



Figuras 6b y 6c. Modelo de Equidad Urbana. Sostenibilidad, transformación de la infraestructura e inclusión social (www.elmundo.com).



Figura 7. Estrategia que ofrece grandes posibilidades para la sostenibilidad del medio ambiente y el desarrollo económico y social en las ciudades en procesos de crecimiento y desarrollo. (www.slideshare.net/sibr/un-nuevo-modelo-de-movilidad-urbana-ejemplo-de-curitiba-roberto-gregorio-da-silva-ji).

6. Para Dieter Nohlen (1994), el concepto de gobernabilidad se refiere a la interacción entre gobernantes y gobernados, entre capacidades de gobierno y demandas políticas de gobierno. Hace referencia a la tensión que existe entre las dos partes y pone en cuestión el sistema de gobierno, como productor de decisiones políticas y encargado de su ejecución, y por su capacidad para estar a la altura de los problemas a resolver.

7. Según el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP), los territorios funcionales son aquellos que interactúan económica y socialmente: sus habitantes, las organizaciones y las empresas.

planeada con densidades lineales definidas a lo largo de los corredores de buses de tránsito rápido (BRT) y un Plan Maestro que canalizó el crecimiento a lo largo de corredores, combinando diferentes usos del suelo, lo que intensificó la urbanización hacia las estaciones intermodales de transporte con diseños de alta calidad, favoreciendo el acceso peatonal al corredor de BRT.

Sin duda, en este nuevo contexto de transformación, la Gobernanza y/o Gobernabilidad juega un papel importante para el nuevo proceso.⁶ Es necesario replantear las formas organizativas de los gobiernos, además de revisar las capacidades, tal y como la *Nueva Agenda Urbana* se compromete a apoyar en el numeral 90 del documento: “Apoyaremos el fortalecimiento de la capacidad de los gobiernos para una gobernanza eficaz local y metropolitana basada en los territorios funcionales”.⁷

Es claro que en el siglo XXI las responsabilidades en la tarea de gobernar son cada vez mayores. Las nuevas formas urbanas, más complejas, demandan mayores capacidades y habilidades para la gestión pública. Primero, integrar una administración pública eficaz que

contribuya a la calidad de vida de la gente, después, tomando en cuenta los numerales de la Nueva Agenda comentados anteriormente, contar con las habilidades para lograr un desarrollo territorial moderno a través de crear procesos participativos de decisión involucrando a todos los actores relevantes a nivel local y regional.

Por otro lado, y no menos importante, está el manejo de los recursos de manera flexible, transparente y eficaz que garantice el crecimiento sostenido de su potencial. Desde el punto de vista de la ordenación del territorio, un gobernante debería tener criterios claros de definición y selección de proyectos de Desarrollo Urbano Territorial que respondan a estrategias que logren objetivos sostenibles como:

1. Definir la factibilidad real de las propuestas.
2. Seleccionar proyectos que contribuyan a reducir las tensiones sociales en los temas de vivienda, marginalidad y exclusión.
3. Dar prioridad a proyectos que contribuyan a mejorar los sistemas de red, de transporte público, de internet, que fomenten la innovación y el conocimiento.

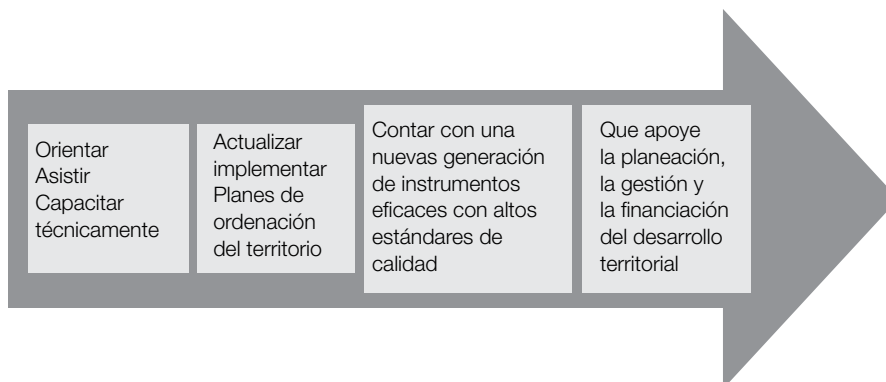


Figura 8. Secuencia para un desarrollo territorial sustentable. Esquema elaborado por la autora.

Sobre este último punto, es pertinente mencionar lo realizado en Colombia, pues en los últimos años se ha instaurado un nuevo Modelo de Planeación, con el objetivo general de: “profundizar en la descentralización, mediante la mejora de las capacidades gerenciales, institucionales y técnicas tanto del Gobierno Nacional como de los gobiernos territoriales para el cumplimiento efectivo de las competencias a su cargo” (Figura 8). Es decir, existe un interés especial en el cambio de paradigma respecto a las capacidades de los que toman decisiones en los diferentes entes territoriales. En la actualización de su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y la puesta en marcha de otras figuras nuevas como el Plan de Ordenamiento Departamental (POD), es prioritario que los entes territoriales del país empiecen a tener: “una visión más general de sus territorios y la necesidad de un sistema de centros de población que los vincule social y económicamente, con la idea de crear un sistema de ciudades conectadas, generando sinergias que revertan las desigualdades entre los municipios que conforman el entorno regional”.

Esta nueva concepción del planeamiento, que además de las ciudades involucra al territorio de los departamentos, supone una reflexión sobre la dualidad ciudad-región, de tal manera que los esfuerzos realizados se convierten

en acciones con un alcance regional y contribuyen a la sostenibilidad de ese entorno. En suma, las capacidades para diseñar y ejecutar políticas públicas, traducir las demandas internacionales de los acuerdos y tratados en políticas y lograr efectividad en el desenvolvimiento de la actividad gubernamental son condiciones ineludibles para alcanzar un desarrollo sostenible y/o sustentable.

Es necesario un cambio de actitud en la planificación, donde se reconozca la integración de políticas, actores, proyectos, temas, problemáticas y potencialidades para garantizar un proceso de transformación. Además de la confluencia de agendas sociales, económicas y políticas para que las acciones llevadas a cabo sean posibles, en el desafío común de mejorar la calidad ambiental y con ella la calidad de vida de toda la población.

Para terminar recordamos el Principio 14 de la Conferencia de Estocolmo de 1972 sobre el Medio Humano: “La planificación racional constituye un instrumento indispensable para conciliar las diferencias que puedan surgir entre las exigencias del desarrollo y la necesidad de proteger y mejorar el medio. La planeación territorial y urbana debe ser concebida como una herramienta fundamental para definir estrategias y acciones integrales que permitan lograr la ciudad sustentable a la que todos aspiramos”.

Bibliografía

- Ban Ki-moon (2000), Objetivos de Desarrollo del Milenio; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ONU https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/mdg_goals.html
- European Commission (2010), “World and European Sustainable cities”, en European research area. Socio-economic Sciences and humanities <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=749&menu=1515>
- Hirosaki Susuki, Robert Cervero y Kanako Luchi (2014), “Transformando las ciudades con el transporte público”, Banco mundial, Uniandes y Findeter, Bogotá, Colombia.
- Le Monde Diplomatique (2004), “Los contrastes demográficos”, en *Atlas de Le Monde Diplomatique*, Valencia, Ediciones Cybermonde.
- ONU Hábitat, (2012), Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, Nairobi, Kenia, habitat.publications@unhabitat.org
- Rodríguez Tejerina, Miguel (2015), “Ciudades Sostenibles en Latinoamérica”, en *Working paper*, No. 16/15 noviembre (Servicios Ambientales S.A. www.sasa-bolivia.com).
- Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial), (2017) <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/socio-economic-database-latin-america-and-caribbean>
- Reporte de Economía y Desarrollo (RED 2017), *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*, Banco de Desarrollo de América Latina, Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia, agosto.
- Urbal III “Desarrollo Urbano-Sostenible en Latinoamérica”. Integration. Stuttgart, Alemania, agosto 2011
- Vargas, Juan F., (2017), Urbanización en América Latina en perspectiva comparada: El Rezago de Desarrollo, Foco Económico. <https://focoeconomico.org/2017/03/07/urbanizacion-en-america-latina-en-perspectiva-comparada-el-rezago-de-desarrollo/>
- Yeheskel Droz, 2017, Public Policymaking Reexamined, Routledge, New York, USA.



Gloria María Castorena Espinosa

Sustentabilidad vs. especulación inmobiliaria

PALABRAS CLAVE:

**diseño sustentable,
sustentabilidad urbana,
intereses inmobiliarios**

KEYWORDS:

**sustainable design, urban
sustainability, real estate
interests**

RESUMEN

Hoy en día en el desarrollo urbano dominan los aspectos económicos y de especulación inmobiliaria principalmente con criterios de corto plazo, incluso en aquellos proyectos que se dicen sustentables. Esta tendencia debe cambiar, pues es necesario dar más valor al concepto de sustentabilidad.

El diseño sustentable debe estar apoyado en la tecnología de la informática, en las herramientas para alcanzar y controlar el equilibrio ambiental (gestión de recursos, generación de energía, administración, etc.), en un enfoque social (generación de fuentes de información de distribución libre y accesible) y en una sólida base económica (control de procesos productivos, comercialización digital, etc.), que permita planear y actuar para conservar y mejorar nuestro espacio habitable y disfrutar de condiciones óptimas de calidad de vida y garantizar los recursos para las próximas generaciones.

ABSTRACT

Today in urban development they dominate the economic and real estate speculation aspects mainly with short-term criteria, even in those projects that are said to be sustainable. This trend must change. More value needs to be given to the concept of sustainability.

Sustainable design must be supported by computer technology, the tools to achieve and control environmental balance (resource management, power generation, administration, etc.), a social approach (generation of sources of free and accessible distribution information) and a strong economic base (productive process control, digital marketing, etc.), which allows planning and action to conserve and improve our living space. and enjoy optimal quality of life conditions and guarantee resources for future generations.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
gmce@correo.azc.uam.mx

Introducción

La sustentabilidad es un concepto de existencia, que se refiere al equilibrio entre las actividades del hombre y los recursos naturales en una región o localidad en desarrollo. En términos de diseño urbano y arquitectura, la sustentabilidad es un indicador, en escala, de calidad y cantidad de vida, donde un diseño entre más sustentable sea ofrece a sus habitantes una mejor calidad de vida económica, social y ambiental; es decir, que garantiza por un periodo de tiempo mayor la vida humana para que el bienestar se pase de generación en generación. En contraparte, un desarrollo no sustentable sólo establece metas a corto y mediano plazo sin reparar en las consecuencias en un periodo largo.

En términos de diseño, la tendencia actual de la ciudad sustentable nos refiere a una ciudad compacta que busca limitar el crecimiento y la urbanización, establece, asimismo, un equilibrio entre el medio natural y el medio construido, aplica tecnologías en la construcción para la generación de energía, manejo de residuos y gestión de recursos naturales con énfasis en el aire y el agua, optimiza los usos mixtos de suelo que

equiparen el uso habitacional con el comercio, los servicios, la generación de empleo y las vialidades; logra una movilidad que reduzca la distancia de los trayectos en el menor tiempo y costo posibles, emplea medios de transporte de bajo impacto ambiental y prioriza el transporte colectivo de calidad, económico y seguro.

Un desarrollo sensible y participativo con sustentabilidad, incorpora en el ámbito urbano y rural al medio construido como patrimonio histórico para fortalecer la unidad e identidad de la población, valora el paisaje natural, diseña y construye áreas gratuitas para la recreación, la contemplación y el deporte en una comunidad y genera un ambiente saludable; incluye diversas opciones de movilidad, de uso eficiente de la energía, priorizando la energía limpia, trata desechos, climatización pasiva de los espacios, transformando los lugares en habitabilidad espacial.

Participación voluntaria en el desarrollo sustentable

En México, en esta transición hacia la sustentabilidad tanto a nivel urbano como arquitectónico, se han



Figura 1. Vista aérea de vialidades en la CDMX
(<https://inmobiliare.com/cdmx-contara-con-dos-nuevos-puentes-en-2019/>).



Figura 2. Vialidades de paga en la CDMX
(<http://www.pasajero7.com/buscan-implementar-corredor-express-en-segundo-piso/>).



Figura 3. Sentido oriente y poniente del Periférico (Gloria Castorena).

desarrollado programas y recomendaciones en un marco normativo, que no siempre es obligatorio, sino de participación voluntaria, promovido a través de incentivos económicos, o de difusión de producto sustentable o sólo por ética profesional. Algunos de los programas y normas oficiales a continuación se describen:

- El Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) busca, principalmente, la participación a través de incentivos fiscales tanto en edificios habitacionales como de uso comercial. Este programa ofrece una visión económica que para los usuarios resulta atractivo al reducir el costo en la operación de la edificación.
- La Norma Mexicana *NMX-AA-164-SCFI-2013*, establece los requerimientos mínimos que debe cubrir una edificación para ser sustentable en cada etapa de desarrollo y operación del edificio
- La Norma de Edificación Sustentable para el Estado de México, creada por diferentes actores como el Centro Mario Molina, asociaciones civiles y otros organismos.

Además del marco normativo, existen tres programas gubernamentales que aportan elementos de sustentabilidad y tecnología ambiental a las edificaciones, a través del Instituto Nacional de Fomento a la Vivienda, estos son: Instrumento de Edificación Sustentable, Hipoteca Verde y Si Se Vive.

Como hemos señalado este marco normativo no es obligatorio y depende de la iniciativa y voluntad de los grandes desarrolladores hasta del constructor en pequeña escala para que se aplique un desarrollo sustentable. En cambio, lo que es muy evidente es que predomina el factor económico sobre el medio ambiente, afectando el bienestar social y la salud del usuario. Destaca que sin el antecedente de un ordenamiento ecológico, existen criterios de diseño urbano que indican la viabilidad de un desarrollo urbano y sus propiedades de densificación, permeabilidad, ocupación, distribución de equipamiento, etc. Estos conceptos, aunque pueden o no estar incluidos en los planes de desarrollo urbano, son de carácter obligatorio, sin embargo, lo que está ocurriendo es que las recomendaciones y los criterios de diseño se convirtieron en no obligatorios, pues no se cumplen.

El marco legal establecido por la normatividad y los planes de desarrollo urbano pueden tener interpretaciones legales que permiten distintas formas de cumplimiento, como las aportaciones económicas que sustituyen la obligación. Otro ejemplo de lo que ocurre actualmente en los planes de desarrollo urbano para el otorgamiento del uso del suelo de un desarrollo, es la aprobación de modificaciones parciales por parte de las autoridades locales bajo acuerdos o actas de cabildo. Estas decisiones alteran la planeación territorial, fomentan el incumplimiento del marco normativo y generan consecuencias ambientales que distan de ser sustentables.

Ejemplo de lo anterior, son las vialidades de altura como el Periférico. El proyecto que inició en el 2001 y la construcción en el 2003 del segundo piso del Periférico, en el entonces Distrito Federal, hoy Ciudad de México (CDMX), proponía la construcción de tramos de 6 Km por año, con un costo de 500 millones de pesos por tramo (www.proceso.com.mx); para su realización se creó un Fideicomiso de apoyo económico. La justificación del proyecto se basó en un Estudio Técnico y de simulación de flujo vehicular (www.jornada.unam.mx/2005), desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Resultado de ello fue el documento denominado: “Del nudo a la red. Problemas de movilidad en la Ciudad de México y soluciones integrales”, en éste se indicaba que el problema era ocasionado por el predominio del transporte particular sobre el transporte público; a pesar de ello se construyó un segundo piso vial, no para ser utilizado por un transporte eficiente ni para uso de transporte público, sino para incrementar el tránsito vial privado (Figuras 1 y 2).

En la segunda etapa se construyó de Benbenuto Cellini a San Antonio, tres tramos en el 2011, y por primera vez en la Ciudad de México los automovilistas pagaron por utilizar una vialidad, con un costo similar al del Viaducto Bicentenario de \$1.36 por km lineal (<http://archivo.eluniversal.com.mx>). En el año 2003, en 10 kilómetros lineales se invirtieron más de \$432 millones de pesos (www.jornada.unam.mx/2004), adicionalmente al uso de zona federal con el correspondiente valor económico. El cobro actual de una parte de la vialidad es de \$ 5.12 por km (OHL, 2018) (Figura 3).



Una acción contraria a la sustentabilidad fue el derribo de árboles localizados en laterales y camellones, así como en las áreas colindantes a la vialidad. En una de las ciudades más contaminadas del mundo, con requerimientos de incremento de la masa arbórea para reducir los índices de contaminación del aire, en la segunda etapa se derribaron 56 mil 553 árboles (www.sinembargo.mx). Mas esta tala está permitida por la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2014 que a la letra dice:

5.10. Requisitos técnicos generales para la poda, derribo y trasplante de árboles.

5.10.1. En caso de proyectos de obra pública o privada que tengan que presentar un estudio de impacto ambiental y que por actividades del proyecto se requiera el derribo, poda o trasplante de árboles, el dictamen técnico de arbolado deberá ser realizado por un dictaminador acreditado por la Secretaría, mismo que deberá ser presentado ante la autoridad correspondiente con el Nombre, Firma y Número de Acreditación vigente de quien lo realizó, así como anexar copia simple de la acreditación emitida por la Secretaría.

Como respuesta a la tala de árboles, se colocaron en un tramo del Periférico muros verticales de vegetación recubriendo las columnas. Esta medida mejoró notablemente la imagen en la vialidad inferior de esta vía, sin que con ello se pudieran disminuir la contaminación del aire (Figura 4). Como referencia, según José Antonio Lino Mora un m² de jardín vertical capta 2.33 kg. de CO₂ al año. Mientras que un encino puede captar 22 kg. de CO₂ al año. En tanto, que un muro verde tiene un costo de \$8,500 un encino lo puede uno obtener por donación o comprarlo por \$250 hasta \$750 en talla mediana.

Otro aspecto importante en la construcción de los segundos pisos del Periférico es la ocupación de las áreas verdes permeables de camellones y banquetas. Estas áreas se pavimentaron, por lo tanto, la infiltración de agua al subsuelo es nula, situación a destacar

por tener la ciudad problemas graves de abastecimiento de agua y abatimiento de los mantos freáticos por sobre explotación, además, la construcción del 2o. piso es un negocio privado, construido en terrenos federales y concesionado a una compañía extranjera, la cual cobra arbitrariamente por el uso de la vialidad, sin ninguna conciencia ambiental, ni social y mucho menos económica. Los intereses inmobiliarios han rebasado la planeación y cada vez existe un abismo mayor que impide alcanzar los objetivos de un desarrollo sustentable.

En los últimos años miles de hectáreas han cambiado el uso de suelo de terrenos agropecuarios y bosques, áreas naturales protegidas se han modificado en zonas urbanas o urbanizables, esto es visible en el Ajusco en la Ciudad de México donde se inició la ocupación de terrenos de reserva natural a través de Desarrollos Controlados. Otro ejemplo de codicia inmobiliaria se presentó en el poblado de Salazar en Lerma, Estado de México, con la ocupación de 217 hectáreas de bosques para el establecimiento de vivienda. Desafortunadamente cada vez son más las Áreas Naturales y restricciones federales, que tienen un cambio parcial para modificar el uso de suelo y zonificarse como Áreas Urbanizables (Figuras 5 y 6).

El área boscosa de la Zona Esmeralda, en el Estado de México, con un bosque semifrío de encinos (*Quercus*), especie de crecimiento lento, regeneradora de suelo y de alto valor ambiental, está siendo suplantada por la construcción de viviendas. Se está alterando, no sólo el paisaje y la vegetación, sino unidades ambientales completas, afectando la flora y desplazando o exterminando a la fauna local. Los componentes arbóreos, arbustivos y cubre suelos naturales son reemplazados por especies inducidas, de alto consumo hídrico como es el pasto (*Gramma*). Las capas de filtración natural hoy están cubiertas por materiales impermeables.

Por supuesto que vivir en un bosque es deseable, pero si el habitarlo implica destruirlo, entonces el sitio no importa, sería más sustentable construir en terrenos sin valoración ambiental. La especulación inmobiliaria y las autorizaciones bajo un beneficio únicamente

Figura 4. Columnas recubiertas por vegetación en el Periferico.
(<https://www.arenapublica.com/politicas-publicas/columnas-verdes-de-periferico-estafa-medio-ambiental-en-la-cdmx>).

Figura 5. Urbanización en zonas boscosas (Aníbal Figueroa).

Figura 6. Terrenos de montaña transformados a planicie (Natalia Figueroa).



económico aumentan la vulnerabilidad ambiental y, por tanto, demeritan irreversiblemente la calidad de vida de una sociedad. El derecho al sol, al viento, a la tierra y al agua, es el principio de la sustentabilidad ambiental. Si no respetamos las unidades ambientales, no tenemos garantía de disposición de recursos para las futuras generaciones, ni siquiera hemos podido ofrecer agua a la actual generación mundial.

Este principio se puede aplicar en escala arquitectónica, siendo necesario garantizar la cobertura de las necesidades de los usuarios, entendidas en principios de salud y bienestar. A nivel urbano, se debe dotar a los habitantes de los recursos vitales para satisfacer sus necesidades en términos de servicios básicos, como son: dotación de agua, energía lumínica, energía calorífica, acceso a la comunicación, movilidad eficiente, segura y suficiente, así como un ambiente libre de contaminantes.

La urbanización debe respetar las unidades ambientales, como son los bosques, los manglares, la selva, los cuerpos de agua, como presas, ríos y lagos con sus ramales y áreas de restricción federal. Fortalecer el valor de estas unidades ambientales, como parte del paisaje y del equilibrio entre los ecosistemas y a favor de la biodiversidad, con acciones que permitan la regeneración, conservación o preservación.

Analizar y potencializar las propiedades físicas del sitio, para establecer la vocación del uso del suelo, considerar en el diseño y la planeación territorial la

topografía, la edafología, la geología, la hidrología, las unidades de vegetación, el equipamiento y los servicios existentes, así como los elementos históricos, entre otros. Así, las pendientes entre 5 y 30% son viables de ser urbanizadas, considerando que, a mayor pendiente, una mayor densidad de ocupación permite equilibrar el costo de las vialidades y los servicios, con el terreno urbanizable vendible.

Una capa geológica conformada por material con propiedades de dureza desde medio a duro, permiten la introducción de servicios y determinan por su dureza la resistencia estructural de la o las edificaciones. La geología debe ser el indicador de las alturas y niveles máximos permisibles, así como del sistema de cimentación a diseñar y construir. Esta consideración evita costos excesivos en la cimentación y garantiza la seguridad de los usuarios.

A nivel arquitectónico debemos entender que las edificaciones pueden cumplir con el marco normativo, pero ello no garantiza la seguridad y buen desempeño. Tal y como lo hemos vivido en la CDMX en el sismo de septiembre del 2017, en donde muchas de las edificaciones colapsaron por no tener muros de rigidez en planta baja, para albergar un comercio o estacionamiento. Edificaciones que incrementaron la altura del edificio y agregaron estructuras para la colocación de anuncios espectaculares y antenas, sin analizar la resistencia del suelo y del edificio, presentaron daños severos en el sismo hasta los límites de la demolición (Figuras 7, 8 y 9).



Figura 7. Alteraciones en edificio (Aníbal Figueroa).

Figura 8. Esquema planta libre para estacionamiento (Aníbal Figueroa).

Figura 9. Edificio dañado por sismo (Gloria Castorena).

Figura 10. Parque La Mexicana. Áreas naturales con equipamiento recreativo (Gloria Castorena).



Figura 11. Colonia Santa Fe en la Ciudad de México. Alta densidad habitacional colindante con parque público (Gloria Castorena).



Afectaciones generadas por la falta de permeabilidad hídrica, están propiciando el hundimiento de edificaciones, por ser terrenos que ocuparon el lecho del gran lago prehispánico, cuyas escorrentías bajan por gravedad, siguiendo la topografía geográfica regional. Los terrenos bajos del lago se siguen inundando, contradictoriamente la población de la Ciudad de México sufre escasez de agua. ¿Es posible cambiar las grandes urbes hacia la sustentabilidad?, ¿cómo se puede medir el nivel de sustentabilidad en un desarrollo?

Cambiar la forma de vida de los habitantes de una comunidad, implica incorporar una educación ambiental, así como generar estímulos ambientales, sociales y económicos que permitan esta transición; además, construir las directrices y acciones de forma participativa entre gobierno, sociedad civil y sociedad económicamente productiva. Actualmente los desarrollos de vivienda buscan el agrupamiento por razones de seguridad y para el aprovechamiento de la infraestructura y el equipamiento urbano. Las viviendas se adicionan en forma horizontal con acceso único, controlado y comparten las áreas verdes. En vivienda vertical con alta densidad, comparten espacios comunes para el deporte y la recreación, pero preferentemente colindan con parques y jardines a una distancia no mayor a 500 m. Un ejemplo de nuevo desarrollo de vivienda habitacional residencial se localiza en Santa Fe, en la Ciudad de México, en donde el lujo es el paisaje y acceso en una distancia corta con el Parque la Mexicana (Figuras 10 y 11).

Ciudad Inteligente o “Smart City”

A nivel rural, la población vive más sustentablemente que en el medio urbano. Hay menos población, por lo tanto, se generan menos desechos, se desarrollan actividades primarias que obligan a preservar el medio natural saludable por productividad y dependencia. Pero también existe una falta de movilidad y conectividad, así como equipamiento especializado en el sector salud y educativo. La tendencia

mundial de migración poblacional del campo a las ciudades también ocurre en México. El 78% de la población mexicana vive hoy en ciudades. Esta tendencia migratoria se incrementó en el siglo pasado por la industrialización y la comunicación en las ciudades. Las proyecciones de crecimiento de población y vivienda indican que para el 2018 la población de México sería de 124,737,789 habitantes y para el 2050 se prevé que serán 150,837,517 habitantes (CONAPO, 2018). Las ciudades localizadas en los polos principales de desarrollo se conurbarán con los municipios próximos, una tendencia que obliga a la redensificación de la ciudad para albergar a la población creciente.

La nueva tendencia de las ciudades a nivel internacional es la ciudad compacta, eficiente y digitalizada. Esta ciudad es denominada Ciudad Inteligente o “*Smart City*”. Sergio Colado (2013) define las *Smart Cities* como ciudades capaces de gestionar los recursos y fuentes de energía de manera óptima, para mejorar la calidad de vida de las personas y del entorno, optimizando los servicios y mejorando su rentabilidad de uso, englobando aspectos sociales, técnicos, políticos y funcionales.

Un ejemplo representativo es la Ciudad de Dubái en los Emiratos Árabes Unidos, la cual fue denominada Ciudad Inteligente en el 2017 por el *Global Smart City Awards*, premios organizados en el marco de *Smart City Expo World Congress* de Fira, en Barcelona. El nombramiento fue por “ejercer un liderazgo a nivel global en el despliegue de la tecnología *blockchain* (tecnología para escenarios que requieran almacenar datos ordenados en el tiempo, sin posibilidad de modificación para ser distribuida) aplicada a servicios gubernamentales”, y por el “compromiso en la creación de una industria centrada en la plataforma de la cadena de bloques que impulse nuevas empresas y negocios”.

La ciudad eficiente se caracteriza, principalmente, por contar con una infraestructura tecnificada que permite monitorear y controlar las variables (tránsito, seguridad, energía, recursos naturales, desechos, administración, tenencia, etc.), para optimizar su función. Una ciudad inteligente cuenta con una arquitectura



Figura 12. Anillo verde. Plan de restauración y recuperación ambiental (<https://www.paisajetransversal.org/2018/05/ aniversario-anillo-verde-vitoria-infraestructura-verde.htm>).



Figura 13. Mercado de la romería de Olárizu (<https://devitoriaalmundo.wordpress.com/2015/09/16/romeria-de-olarizu-2015/>).



Figura 14. Alternativa de movilidad. Moverse en tranvía (<https://gasteizberri.com/2018/12/los-tramvias-de-vitoria-contaran-con-nuevos-vagones-para-paliar-la-masificacion/>).

eficiente, saludable y confortable (principios de la Arquitectura Bioclimática). Una ciudad eficientemente inteligente se conforma de ciudadanos con derecho y acceso a la educación y la cultura.

En el 2010, en Europa, se instauró un programa denominado “Ciudad Verde”, en reconocimiento de la aplicación de acciones ambientales. La primera ciudad en obtener el reconocimiento fue Estocolmo por su sistema de tratamiento de agua, de tratamiento de desechos y por dotar de áreas verdes a todos los habitantes a una distancia no mayor de 300 metros y tener un sistema de transporte colectivo, eficiente y seguro; también amenoró el consumo de combustibles fósiles, reduciendo el efecto invernadero por la utilización de energías limpias. La ciudad Vitoria-Gasteiz en España, además de las acciones anteriores, ha establecido medidas para ampliar la biodiversidad, evitando la delimitación del hábitat y ofreciendo mayores áreas verdes abiertas; otra innovación de esta ciudad verde ha sido la disminución de la contaminación por iluminación artificial (Figuras 12, 13 y 14).

La ciudad de Nantes, Francia, es la primera en reintroducir los trenes eléctricos con la finalidad de ofrecer un transporte público limpio. A la movilidad se le suma las vialidades para bicicletas y andadores para peatones. Excelente calidad del aire, tratamiento de desechos, mapa de ruido que determina niveles de bienestar sonoro, gestión medioambiental colectiva, delimitación urbana por medio de bosques urbanos, así como la valoración de actividades agrícolas, entre otras acciones (Figuras 15, 16 y 17).

En Alemania, Essen es una ciudad con 574,000 habitantes, originalmente industrial, está cambiando su estructura operacional utilizando energías limpias, con tratado de desechos, generando nuevas áreas verdes que permitan una regeneración en la biodiversidad de especies que sean resistentes al cambio climático. En Asia, Singapur es un ejemplo de regeneración ambiental. En 1970 fue declarada por la ONU: “zona de desastre ambiental irreversible”, por sus altos niveles de contaminación, sin embargo, hoy es la ciudad verde de Asia, pionera en el tratamiento de agua, en la utilización de agua de lluvia, en la regeneración de ecosistemas, el tratamiento de desechos, uso de la energía solar y, sobre todo, la regeneración verde de la ciudad en calles, camellones, parques, azoteas y muros verdes (Figuras 18 y 19). Los anteriores ejemplos muestran ciudades de diferentes escalas, con distintos rangos de población, diferentes condiciones climáticas y ambientales que han llevado a cabo acciones particulares, locales y resultados globales a nivel planeta por una mejor vida para todos los seres vivos con calidad en un desarrollo urbano sustentable con su medio natural.

Para medir el nivel de sustentabilidad se han creado varios indicadores. Están los cuatro capitales establecidos por el Banco Mundial para medir el nivel ambiental y económico. El primero es el capital natural, el segundo es el capital construido o artificial, el tercero es el capital humano y el cuarto es el social.

También tenemos el indicador de Huella Ecológica, desarrollado por Mathis Wackernagel y William Rees (2001). Es un concepto que permite medir el consumo



Figura 15. Nimes y el Loira (<https://www.almadeviajante.com/es/well-known/captcha>).

Figura 16. Centro de Nantes (https://www.the-vegan-travelers.com/es/wp-content/uploads/2017/04/20170311_1812553.jpg).



Figura 17. Río Nantes (<https://www.ngenespanol.com/fotogalerias/nantes-ciudad-mas-verde-y-tecnologica-europa/>).

Figura 18. Edificio eco Singapur
(<https://www.greenroofs.com/projects/solaris-fusionopolis-phase-2b-one-north-singapore/>).



Figura 19. Vista de Singapur
(https://elpais.com/elpais/2016/10/11/talento_digital/1476203282_140331.html).



de recursos de un ecosistema. Este comparativo es una herramienta de cálculo para la planificación de una sustentabilidad ambiental, económica y social. Bajo la visión de los indicadores de Huella Ecológica, hablar de una cadena productiva puede tener afectaciones en una economía local, o contraponerse a la globalización económica, cuando los ecosistemas se están sobre utilizados para la obtención de materia prima y energía, incrementando los problemas de contaminación y poniendo en riesgo la biodiversidad y la estabilidad del hábitat.

Conclusiones

En México, un país con condiciones de clima que van desde semifríos, templados y cálidos, los rangos de temperatura y humedad son favorables para el diseño de estrategias para la climatización pasiva en las edificaciones y espacios exteriores. Esto ofrece la oportunidad de reducir el consumo de energías convencionales, derivadas del petróleo y, por lo tanto, de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Según la Secretaría de Energía se estima que el potencial solar bruto del país es de 5kwh/m² diarios, lo que corresponde a 50 veces la generación de energía eléctrica a nivel nacional. La Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica ha dado como cifra 40,000 mega watts, como potencial de generación en el territorio nacional, sin embargo, sólo se aprovechan dos mil, esto es el 5% del potencial de producción; el otro 95% está en espera de ser utilizado, lo cual daría una independencia energética.

Otra fuente de energía limpia viable para ser ampliada en México es la eólica. Los estados de Baja California, Chiapas, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Yucatán cuentan con plantas de generación eólica. Leopoldo Rodríguez Olivé de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (Amdee), señala: “México tiene una vocación eólica natural, la fuerza del viento nos ha llevado a estar en el lugar 18 a nivel global y en segundo en América Latina. Tan sólo en una década, logramos instalar más de 4.000 mega watts que han contribuido a un desarrollo sustentable del país”.

Las proyecciones de la Secretaría de Energía (SENER) indican que del año 2018 al 2032, el 55% de las nuevas inversiones en el sector eléctrico se dedicarán a nuevas centrales limpias. Al menos 22% corresponderá a la tecnología eólica. La SENER tiene como objetivo cumplir con las responsabilidades estipuladas en la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” (CMNUCC), con acciones de generación de energía limpia para mitigar y afrontar las adaptaciones ante el cambio climático, así como la búsqueda de reducción de contaminantes a favor de la salud.

Hoy en día domina la especulación inmobiliaria en los aspectos económicos de corto plazo, incluso en aquellos desarrollos que se dicen sustentables. Sin embargo, esta tendencia debe cambiar. Es necesario dar más valor a la hidrología como elemento que determina la cantidad de población que puede recibir una localidad. ¿Cuánta agua tienes? ¿A qué cantidad de población garantizas una dotación y si participas responsablemente en su tratamiento?

En las edificaciones, la arquitectura bioclimática considera además de la climatización pasiva, la iluminación y la ventilación natural, la captación e infiltración de agua de lluvia, la utilización, reutilización y tratamiento de las aguas servidas; por lo que debe ser una exigencia a los nuevos edificios crear un sistema hídrico cerrado, crear su propio ciclo hidrológico, sobre todo en los sitios en los que el abastecimiento depende de otras cuencas, como ocurre en la Ciudad de México. Valorar y desarrollar en el proceso de planeación y a nivel lote, la vegetación como elemento de generación de oxígeno, ¿qué población tienes? ello determina la cantidad de árboles que debes plantar para ofrecer un aire saludable.

Pensar en los elementos bióticos vegetales como amortiguador climático, como alimento en un concepto de huerto urbano que permita articular las actividades productivas y social recreativas a través del paisaje. Propuestas de equilibrio ambiental, en su parte social, deben ubicar equipamiento y fuentes de trabajo cercano a la vivienda, para acceder a ellos caminando, a través de bicicleta o bien utilizando transporte público eficiente y seguro. Cabe recordar que en el México prehispánico,

un medio eficiente de movilidad era el medio fluvial. La transformación a una movilidad terrestre en su momento de tecnificación utilizó sistemas no contaminantes como el tranvía eléctrico, el sistema eléctrico aún existe y se puede reutilizar con tecnología moderna.

Los desechos son otro concepto que, con una buena estrategia, se transforman en energía y en materia para la reutilización en productos que alargan su periodo de vida (vidrio, cartón, metales y PET) y en materia de enriquecimiento de suelos (desechos orgánicos).

Controlar productivamente los desechos, es una tarea del productor, hoy podemos encontrar desechables de celulosa de maíz que tienen un periodo de degradación de 30 días que deben suplir a materiales de unicel (beneficio económico *vs.* daño ambiental) que se degrada en forma natural entre 100 y 1000 años; un ser humano no verá la degradación del material, tendrán que pasar trece generaciones para que esto ocurra. No debemos seguir utilizando este material, aun a pesar de su bajo costo económico. Aprender de la historia de los desechos en el México antiguo, es entender la utilización de materiales biodegradables como la hoja del maíz, la hoja santa, como material de embalaje de los productos alimenticios, que adicionalmente a ser elementos comestibles o de corto periodo en el proceso de degradación, por sus propiedades naturales preservan el producto en un estado de conservación por un tiempo mayor.

Las comunidades rurales tienen este sentido de sustentabilidad en la operación social, las faenas por la preservación del medio natural, la cultura y las tradiciones se reflejan en un estilo de vida estrechamente ligado

a su medio. La arquitectura tradicional encierra el conocimiento de la adecuación de la edificación al clima, a los materiales locales y al bienestar. Tienen muy presente el uso con conciencia de los recursos naturales, en ocasiones por necesidad de ser racional y, en otras, por responsabilidad hacia las generaciones descendentes. ¿Cuánto se ha perdido de ese conocimiento?

Las tecnologías de la comunicación y la difusión del conocimiento que caracterizan a la época actual de la informática, deben ser las herramientas para planear y desarrollar el medio urbano y la arquitectura (modificadores del medio natural) en beneficio de una sociedad. La tecnificación permitirá tener bases de datos verídicos, alimentados por todos los actores y menos vulnerables a la modificación o alteración, con ello accederemos a fuentes confiables que nos lleven a decisiones más acertadas.

Encontrar en un diseño sustentable, apoyado por la tecnología de la informática, las herramientas para alcanzar y controlar el equilibrio ambiental (gestión de recursos, generación de energía, administración, etc.), social (generación de fuentes de información de distribución libre y accesible) y económico (control de procesos productivos, comercialización digital, criptomoneda o medio digital de intercambio) en una transición progresiva, que bien utilizada permitirá diagnosticar, planear y actuar para conservar y mejorar nuestro espacio habitable y disfrutar de las condiciones óptimas que permitan una excelente calidad de vida y garantizar los recursos para las próximas generaciones.

Bibliografía

Colado, Sergio (2013), *Smart City: Hacia la Gestión Inteligente*, Editorial Marcombo, S.A., España, 182 pp.

Consejo Nacional de Población de México (2018). *Proyecciones de Población 2010-2050*, Secretaría de Gobierno.

Norma Mexicana NMX-AA-164-SCF1-2013.

Norma de Edificación Sustentable para el Estado de México.

Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2014.

Wackernagel, Mathis y Rees, William (2001), *Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*, IEP/Lom Ediciones, Santiago 2001, 207 pp.

Referencias electrónicas

<http://adi.org.mx>

<https://www.proceso.com.mx/238685/anuncia-amlo-la-construccion-de-un-segundo-piso-en-viaducto-y-periferico>

<http://www.jornada.unam.mx/2005/01/23/033n1cap.php>

<http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/109374.html>

<http://www.jornada.unam.mx/2004/02/26/04022602.pdf>

<http://www.sinembargo.mx/24-05-2015/1353514>

<http://www.vitoria-gasteiz.org>

<http://www.nationalgeographic.com>

<http://www.bbc.com>

<http://www.yomeanimoyvos.com>



Sergio Padilla Galicia

Agenda hacia la ciudad sustentable

PALABRAS CLAVE:

agenda urbana, urbanismo sustentable, políticas públicas sustentables, estrategias sustentables, proyectos sustentables

KEYWORDS:

urban agenda, sustainable urbanism, sustainable public policies, sustainable strategies, sustainable projects

RESUMEN

En el año 2016, en la conferencia Hábitat III, en Quito, Ecuador, se retomaron conceptos que a lo largo de los últimos 20 años se han venido trabajando. Se determinó que los modelos de planificación y gestión se articulen en una Agenda Urbana Pública estructurada mediante políticas, estrategias y proyectos a nivel local, en el marco de sus competencias, especialización y características particulares de su territorio. De las experiencias en diferentes ediciones de los Seminarios de Urbanismo Internacional (SUI) y Hábitat Sustentable (SHS), en el presente texto se señalan los temas básicos que esta agenda puede contener, destacando las estrategias y acciones a instaurar en materia de: medio ambiente, urbanismo social, red vial y accesibilidad, movilidad y transporte público, espacio público, centralidades, planeación y proyectos urbanos estratégicos.

ABSTRACT

In 2016, at the Habitat Three conference, in Quito, Ecuador, many of the concepts that have been worked on over the last 20 years have been taken together. It is determined that it is essential that planning and management models are articulated in a public Urban Agenda structured through policies, strategies and projects at the local level, within the framework of their competences, specialization and characteristics individuals of their territory. From the experiences documented in different editions of the Seminars of International Urbanism (SUI) and Sustainable Habitat (SHS), we point out basic topics that this agenda can contain and mainly on the strategies and actions to be implemented, in the field of: environment, social urbanism, road network and accessibility, mobility and public transport, public space, centralities, planning and strategic urban projects.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
serpadilla@correo.azc.uam.mx

Introducción

En el presente artículo se abordan temas, estrategias y proyecto de urbanismo sustentable, estructurados bajo los preceptos de una Agenda Urbana para procurar la planificación y gestión de ciudades. Pretende ser una contribución a los esfuerzos realizados desde organismos internacionales y gobiernos locales para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible en materia de desarrollo urbano, de manera que se puedan lograr ciudades y asentamientos humanos armónicos y equilibrados. Los temas, conceptos, estrategias y proyectos fueron compilados del material presentado en diferentes ediciones de los Seminarios de Urbanismo Internacional,¹ y Hábitat Sustentable a partir de tópicos relacionados con la sustentabilidad y la estructuración temática de la agenda propuesta.

Proceso de urbanización (formación de ciudades y territorios)

La urbanización, entendida como el proceso de apropiación del medio natural para la creación de asentamientos humanos y ciudades, trae consigo el uso, aprovechamiento y transformación de los recursos naturales, como son: suelo, agua, aire, energía, flora/fauna, alimentos y materias primas.

Las ciudades y zonas urbanas, como medio transformado (espacio público y el edificado, así como las redes de infraestructura), constituyen actualmente el hábitat de la mayor parte de la población mundial. Estos territorios y espacios urbanos concentran y permiten la proliferación de actividades sociales, económicas y políticas de la sociedad contemporánea. Es por ello que son centros dinámicos en constante expansión y aglomeración de millones de personas que se congregan en busca de oportunidades y de opciones para vivir.

La formación y crecimiento de ciudades y territorios urbanizados traen consigo retos ambientales y socioeconómicos, sobre todo en las condiciones de habitabilidad, movilidad, contaminación del agua, aire y suelo, manejo de residuos, riesgos para las personas y los elementos materiales, cambios en los recursos naturales y alto

consumo de energía. Generalmente se asume que estos aspectos generan problemas y con ello pérdida de la calidad de vida de las personas y, en casos extremos, ponen en riesgo la supervivencia.

En la actualidad, el explosivo crecimiento urbano de las ciudades medias y de las zonas metropolitanas, aunado al deterioro ambiental, escasez de recursos, la emisión de gases de efecto invernadero y el cambio climático, entre otros muchos problemas, nos coloca en un punto de inflexión, enfrentándonos a un escenario poco promisorio. En este entorno, tres fuerzas importantes están conformando nuestras ciudades y propiciando grandes transformaciones en el territorio: el crecimiento de la población, el aumento de las tasas de urbanización y los cambios en el contexto global; teniendo como resultado las aglomeraciones urbanas que demandan una mayor densidad de ocupación, priorizando la ciudad existente que contrarreste a la expansión y fragmentación de nuevos espacios urbanizados hacia la periferia.

La población mundial, hoy en día es predominantemente urbana y en el futuro lo será cada vez más. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que en el año 2050 cerca del 70% de la población mundial, aproximadamente 6.8 mil millones de personas habitarán en áreas urbanas; además, uno de cada tres habitantes urbanos vivirá en la pobreza, por lo que el gran reto es abatir esta condición y lograr mejores condiciones de igualdad y calidad de vida de los habitantes de las ciudades (ONU, 2018). En un mundo urbanizado y de cambios en el territorio, se tendrán que atender viejos retos: el déficit de vivienda, la vulnerabilidad del medio ambiente, los problemas de movilidad urbana, entre otros no menos importantes. Estos procesos de crecimiento y desarrollo en nuestras ciudades no han sido bien orientados, pues aún falta definir modelos de ciudad cada vez más humanos, democráticos, incluyentes y equitativos, orientados a generar las condiciones materiales que hagan real y efectivo el acceso de todos los ciudadanos a bienes y servicios que generen calidad de vida.

Por otra parte, las ciudades han rebasado el ámbito territorial que las contenía, formando áreas metropolitanas, megalópolis y regiones completamente urbanizadas. Es necesario procurar nuevas visiones que

superen el concepto tradicional de ciudad hacia ámbitos territoriales más grandes, complejos e integrados, generando estrategias conjuntas e instrumentos de colaboración que permitan dotar a la ciudad y a la región de ventajas competitivas en una economía globalizada. Estamos en un momento trascendental para reorientar las inercias negativas y proyectar el futuro de las ciudades hacia escenarios de sustentabilidad y prosperidad.

Si la urbanización y ocupación urbana de alta densidad son inevitables e irreversibles, luego entonces, el futuro tendrá que sustentarse en formas de vida urbana que necesariamente garanticen la conservación y aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales, la equidad e inclusión social. Como se ha señalado, al finalizar este siglo XXI, la ciudad será el medio ambiente elegido por casi la totalidad de la población. En un escenario positivo de manejo adecuado de estas dimensiones urbanas e impulsándolas todas de manera simultánea y coordinada, las ciudades pueden orientarse hacia un desarrollo sustentable. Actualmente, hay consenso sobre los temas y conceptos hacia donde tenemos que enfocarnos.

Urbanismo sustentable

El concepto de desarrollo sustentable propugna por una nueva forma de pensar y hacer las cosas para lograr cambios sustanciales en nuestra forma de vivir, producir y consumir, y así generar un hábitat; esto es, espacios y ciudades más armónicos y equilibrados.

En las postrimerías del siglo XX ya se tenían diversos documentos que abordaban el concepto y pretendían definir los principios del desarrollo sustentable. La idea general vertida en éstos es que el desarrollo contemporáneo no puede agravar las condiciones para las generaciones futuras. Este principio y las ideas que se derivan fueron incorporados por los países y sus estructuras administrativas locales en los procesos de planificación y toma de decisiones, al mismo tiempo que arquitectos y urbanistas en diferentes latitudes se han esforzado por aplicar estas ideas y ponerlas en práctica. Entre los documentos más recientes y significativos, de manera cronológica, se pueden identificar los siguientes:

Libro Verde del Medio Ambiente Urbano, difundido en 1990, planteaba la ordenación del espacio urbano mediante la promoción de un modelo de ciudad compacta y compleja. Constituye una recopilación de principios del desarrollo urbano que, desde la perspectiva europea, deben atenderse para elaborar una amplia política que permita la obtención de una ciudad sustentable. Este documento se concibe como estrategia ambiental y urbana, señalando los principales desafíos para conseguir ciudades más sostenibles, centrándose en ámbitos temáticos. Identifica y simplifica los principales conflictos del proceso urbanizador (Espinosa, Elizabeth, 2012).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, reunida en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, firmó la *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Con base en 27 principios, establece una alianza mundial mediante la creación de niveles de cooperación entre los Estados, los sectores clave de las sociedades y las personas, para procurar alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y del desarrollo mundial.

En el año 1996 se realizó la *Segunda Conferencia ONU Hábitat sobre los Asentamientos Humanos*. Su enunciado central era que para gestar el desarrollo sostenible de los asentamientos humanos en un mundo en proceso de urbanización, el ser humano debe ser el elemento central con derecho a llevar una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza (ONU, 1996. Preámbulo del Programa Hábitat). De manera más precisa se señalaba que el problema fundamental eran la pobreza y la desigualdad, que se expresa en muchos países en asentamientos humanos espontáneos y urbanización informal (Redondo G. Maruja, 2017).

En 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Muchos países han suscrito y se han comprometido con la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Este documento establece 17 objetivos, entre los que destacan: la erradicación de la pobreza y la disminución

1. El Seminario de Urbanismo Internacional (SUI) es un foro académico y profesional cuya finalidad es presentar y discutir temas, proyectos de urbanismo y arquitectura de actualidad llevados a cabo en diferentes ámbitos del mundo, con el fin de analizar sus planteamientos, conceptos y soluciones adoptadas. El seminario es promovido y organizado por el Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco y por la Red URBANINT. A la Fecha, en la Ciudad de México se han realizado 15 ediciones del seminario (<http://sui.com.mx/>).

de la desigualdad, garantizar una vida sana y una educación inclusiva, así como el acceso al agua potable y al uso de fuentes de energía, de manera que se puedan tener ciudades y asentamientos humanos sostenibles. La Agenda 2030 es amplia y ambiciosa. Se establece que las ciudades son las responsables de impulsar el desarrollo sostenible y deben ejecutar políticas, programas o actividades que se relacionen con los *Objetivos del Desarrollo Sostenible* (ODS) (ONU, 2015).

Si bien este acuerdo fue suscrito por los Estados, son las autoridades de las ciudades las responsables de llevarlo a cabo, ya que todos los ODS incluyen aspectos relacionados con competencias y responsabilidades del ámbito local, principalmente en la prestación de servicios básicos y en la promoción del desarrollo territorial inclusivo y sostenible. Su éxito dependerá de las acciones y los propósitos que lleven adelante las autoridades de las ciudades; para ello es fundamental que sus modelos de planificación y gestión se articulen en una Agenda Urbana Pública mediante políticas y el desarrollo de estrategias y proyectos a nivel local, en el marco de sus competencias, vocación y características particulares de su territorio (Arroyo J. Javier Marcelo y Auchén O., Roberto, 2018).

En la *Conferencia Hábitat III*, Quito, Ecuador (2016), se retomaron muchos de los conceptos que a lo largo de los últimos 20 años se han venido trabajando en materia de desarrollo urbano, ya sea porque los problemas no sean han resuelto o se han acentuado, o por la existencia de experiencias exitosas en políticas públicas, estrategias e intervenciones urbanas en muchas partes del mundo, convirtiéndose en prácticas recomendables para su instauración en forma general. Actualmente, en algunas ciudades han convergido prácticas urbanísticas con los objetivos y recomendaciones establecidas en estas conferencias internacionales, lo que marca la pauta global para definir una nueva organización de las ciudades (ONU, HABITAT, 2017).

Con estos antecedentes, el urbanismo sustentable trata de hacer ciudades en donde las condiciones de habitabilidad estén basadas en las potencialidades propias del medio ambiente y ecosistema particular del emplazamiento y del grupo social residente. Aunque el concepto “ciudad sustentable” es muy amplio, por lo

general se asume como una connotación de actualidad. Lo cierto es que el hábitat sustentable ha existido de manera natural en la historia en los más distintos ámbitos del mundo.

En la sociedad contemporánea, en sentido estricto, no existen espacios y ciudades verdadera y totalmente sustentables, ya que todavía no ha sido posible alcanzar la autosuficiencia de los recursos que una ciudad consume (alimentos, agua, energía, etc.) y la reincorporación a sus procesos de los residuos y desechos que produce y, en suma, integrar y articular de manera equilibrada las tres dimensiones básicas de la sustentabilidad: ecológicas, sociales y económicas.

No obstante, existen diversidad de estrategias y proyectos desarrollados en diferentes contextos que se enfocan en atender algunas de las dimensiones de la sustentabilidad; así, algunos tienen un enfoque más hacia el medio ambiente ponderando el uso racional de los recursos naturales, el ahorro de energía, o las reducciones de CO₂ y los gases de efecto invernadero. Otros se enfocan más en los aspectos sociales procurando en el medio urbano aspectos como: equidad, inclusión, habitabilidad y, en general, mejora en la calidad de vida. En lo económico, ciertas estrategias y proyectos se determinan por su factibilidad, competitividad y efectos en la incorporación de la ciudad en las redes globales como el llamado “marketing urbano”. Desde lo político, hay intervenciones urbanas que se han estructurado en una plataforma de promoción política de los gobiernos en turno, otras apuntan a la promoción de la ciudad como un entorno sustentable y muchas de manera frívola se ofrecen como de etiqueta verde (Figura 1).

En la actualidad se asume que la sustentabilidad de una ciudad no es una meta final, sino más bien una ruta y agenda de prácticas permanentes del urbanismo, orientadas por una visión estratégica y modelo de desarrollo para lograr comunidades urbanas en ambientes lo más armónicos y equilibrados posibles.

A nivel internacional se realizan muchos esfuerzos para promover estas ideas de sustentabilidad en las ciudades, algunos de manera aislada y sin buscar la sustentabilidad de manera integral; otros se realizan más articuladamente y con una visión estratégica. Todos estos esfuerzos y prácticas sustentables con sus enfoques

y planteamientos deben ser vistos como una nueva etapa en la larga tradición disciplinar del urbanismo.

El concepto de ciudad sustentable, en esencia, significa: una declaración de principios y un compromiso hacia una planificación y gestión urbana responsable con el medio ambiente, la sociedad y la economía en general. La sustentabilidad de las ciudades es un proceso de construcción y transformación constante del espacio urbano orientado a lograr un modelo de crecimiento y desarrollo con menores afectaciones al medio natural, consumo racional de recursos y de energía, y que propicie condiciones de habitabilidad y confort para las personas que residen en ellas. En suma, procurar un modelo de ciudad compacta y compleja, a partir de los siguientes principios y objetivos:

- Crear ciudad y no urbanización
- Limitar la expansión urbana
- Ordenar la forma y funcionamiento urbano
- Promover a la ciudad como un proyecto
- Aumentar la densidad y complejidad urbana
- Procurar una ciudad más incluyente y equitativa

Agenda. Temas y recomendaciones para la planificación y la gestión urbana

Como se señaló en párrafos anteriores, es fundamental que los modelos de planificación y gestión se articulen en una Agenda Urbana Pública estructurada mediante políticas, estrategias y proyectos a nivel local, en el marco de las especificidades de cada caso. A continuación se indican algunos temas básicos que esta Agenda debe contener, señalando su relevancia y estableciendo recomendaciones sobre las acciones a instaurar. La agenda está estructurada a partir de los siguientes aspectos:

- Medio ambiente
- Urbanismo social
- Red vial y accesibilidad
- Movilidad y transporte público
- Espacio público
- Centralidades
- Planeación urbana
- Proyectos urbanos estratégicos

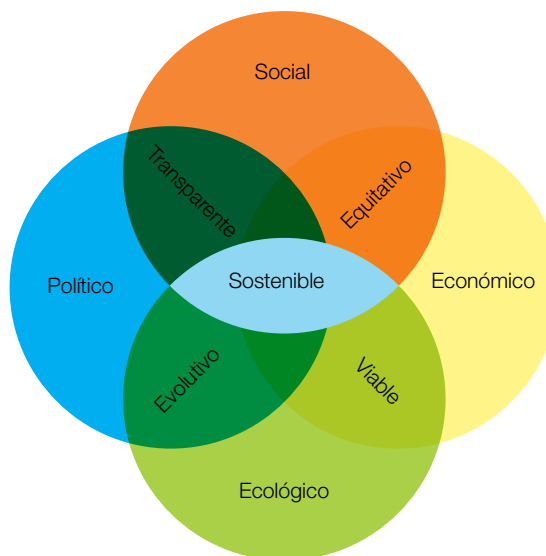


Figura 1. Esquema de la sustentabilidad
(<https://es.calameo.com/books/00025066678cb7d30188c>).

Medio ambiente

La ciudad constituye un medio ambiente urbano que tiene una relación compleja con un medio ambiente territorial más amplio que lo alberga.

El manejo del ambiente natural en contacto con el medio construido es una cuestión urbana que se apoya en la sustentabilidad, en cuanto que objetiva la mejoría de la calidad de vida y la reducción de los niveles de exclusión y tiene como premisa que: los aspectos ambientales dan forma a los diferentes proyectos de intervención urbanística. El ambiente aquí incluye los aspectos naturales, el clima, la cultura y la historia del lugar (Figuras 2 a 5).

Por lo general, se señala la degradación que la ciudad hace a su propio medio ambiente (por el uso, abuso y contaminación de sus recursos), y al ambiente territorial inmediato o área de influencia. En una visión no sustentable las ciudades aparecen como elementos a proteger y mitigar mientras que éstas sean el factor principal de la degradación y contaminación ambiental. La degradación del medio ambiente urbano ha sucedido, entre muchos aspectos, por las siguientes causas:

- Crecimiento de la población en las áreas urbanas en forma de expansión sin límite.
- No darle el adecuado valor ambiental al territorio.
- Deficiente saneamiento ambiental.
- Vulnerabilidad y situación de riesgo de gran parte de los barrios y sectores urbanos.
- Degradación del medio natural, en particular, de los cuerpos de agua y áreas verdes, y del medio construido, entre otros aspectos.

Un manejo adecuado del medio ambiente en la ciudad deberá orientarse a:

- Lograr el equilibrio entre la población y su base ecológica.
- Establecer una relación armónica con su medio ambiente natural.
- Reducir el sellado e impermeabilización del suelo (urbanización de bajo impacto)
- Reducir los riesgos.
- Cuidar el uso eficiente de los recursos disponibles y la energía. Lo que implica actuar con responsabilidad ecológica.
- Usar racionalmente y con extremo cuidado el agua.
- Controlar localmente la gestión de recursos y residuos (reducir, reutilizar y reciclar).
- Impulsar el uso de tecnologías blandas o limpias en los procesos productivos.
- Generar fuentes locales de energía.
- Asociar el ciclo de agua en su expresión local (captación de agua de lluvia, reutilización de agua usada).
- Responder con eficiencia para resolver problemas ambientales prioritarios.
- Potencializar el aprovechamiento de parques, áreas verdes y cuerpos de agua como servicios ambientales y urbanísticos.
- Prevenir y actuar en contra de los efectos por el cambio climático.

Urbanismo social

El tema social es fundamental en las ciudades de los países en vías de desarrollo, ya que éstas se caracterizan por ser ciudades desiguales, en donde los sectores mayoritarios de la población, en algunos casos más del 60%, viven en condiciones de pobreza, carentes de las condiciones mínimas de habitabilidad; esto es, de los satisfactores materiales para una calidad de vida urbana. Luego entonces, es prioritario establecer políticas públicas claras y proyectos que atiendan a estos sectores, bajo esquemas integrales de planificación. La política de mejoramiento urbano, basada en la dotación y ampliación del espacio público, y cobertura de infraestructura y equipamiento social (educativo, deportivo, recreativo, cultural, etc.), bajo una estrategia de integración a la estructura urbana y complementada con programas específicos de mejoramiento y construcción de vivienda social financiada con recursos públicos ha sido la base para lograr que la gente viva mejor.

Muchos países han puesto en acción programas de mejoramiento de vivienda en sectores pobres o decadentes de la ciudad, consolidando centralidades para que estas zonas empiecen a funcionar de una manera más adecuada y la población tenga acceso a satisfactores urbanos. Algunas ciudades como Medellín, Colombia, ha demostrado que una gestión orientada hacia los más pobres con políticas, estrategias y proyectos de inversión en los barrios populares tienen buenos resultados en muy poco tiempo (Figuras 6 a 8).

Figura 2. La naturaleza en la escala de los territorios urbanos contemporáneos en Porto, Portugal (Monteiro, Ana y Madureira, Helena, 2012).

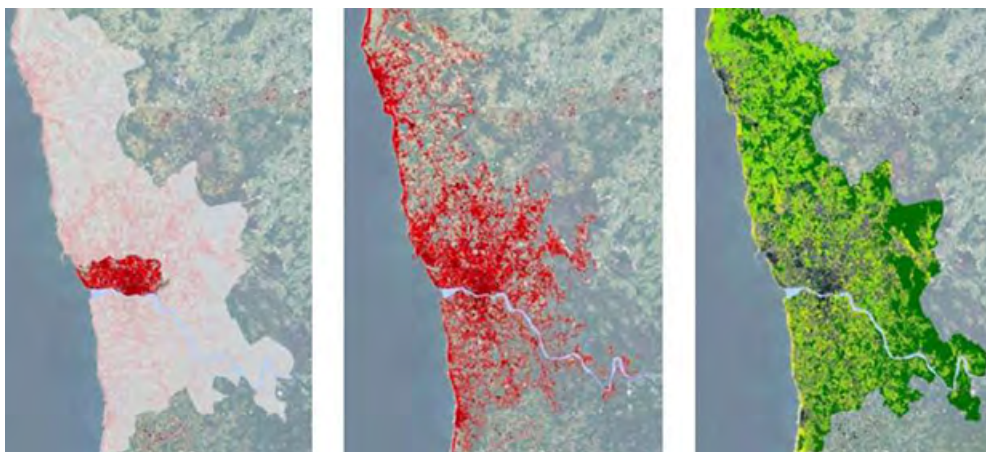




Figura 3. Estructura verde en Porto, Portugal en 2001.



Figura 4. Las áreas verdes en Wrocław (Áreas verdes urbanas, Bosques y Huertos (Padilla S. y Fuentes V., 2012).



Figura 5. El Río Oder y la ciudad de Wrocław, Polonia (Padilla S. y Fuentes V., 2012).



Figura 6. Urbanismo social en Medellín, Colombia. Nuevos espacios, nuevas actitudes (Padilla, S., 2009).



Figura 7. Metrocable y mejoramiento urbano en Medellín, Colombia (Sergio Padilla G., 2007).



Figura 8. Programa Morar Carioca en Río de Janeiro (Carvalho, Solange, 2011).



Figura 9. Auto Vía Metropolitana en Lima, Perú (Sergio Padilla G., 2015).



Figura 10. Av. Jiménez de Quesada. Calle Mixta en el centro de Bogotá, Colombia (Sergio Padilla G., 2016).

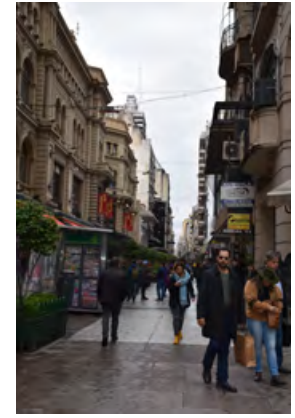


Figura 11. Calle peatonal en el Centro de Buenos Aires, Argentina (Sergio Padilla G., 2017).

Para alcanzar una ciudad incluyente y equitativa se debe garantizar el acceso y disfrute pleno de bienes públicos en condiciones de habitabilidad y bienestar, que disminuyan significativamente las condiciones de pobreza. En esta línea, la política urbana y estrategias con enfoque social deberá estar orientada a:

- Un urbanismo comprometido con los grupos más pobres, que dignifique su hábitat e integre estos barrios a la estructura e infraestructura formal de la ciudad.
- Dotación de equipamiento social: educativo, de salud, deportivo, recreativo y cultural en los barrios de la ciudad para la inclusión social.
- Un mejoramiento urbano que fortalezca las centralidades barriales y creación de espacio público de calidad, con especial atención en aquellos que permitan impulsar la dignidad de los barrios deprimidos.
- Mejoramiento de vivienda orientada a las poblaciones de menores ingresos.
- Promoción de construcción de vivienda social de calidad.

Red vial y accesibilidad

La red vial primaria, en su trazo, está condicionada por la morfología del territorio. En muchas ciudades es escasa e insuficiente en relación con los flujos origen-destino y desarticulada con recorridos discontinuos y capacidad reducida. Estos aspectos limitan la accesibilidad a la ciudad, propician congestión vehicular, tiempo excesivo en los recorridos, además de no presentar opciones adecuadas como soporte del transporte público de superficie.

En muchos casos, la red vial ha estado determinada por el crecimiento y expansión urbana; esto es, la estructuración vial ha venido después de la urbanización, con poca o nula previsión y articulación. En otros casos, algunas infraestructuras viales, principalmente carreteras o autopistas regionales, han sido vectores de la expansión urbana. A futuro, las acciones que se realicen en nuestras ciudades deberán orientarse al crecimiento urbano y permitir una movilidad sustentable basada en el transporte público moderno (Figuras 9 a 11).

Con estas ideas, un modelo de red vial deberá considerar los siguientes aspectos:



Figura 12. Sistema de Autobuses BRT en Lima, Perú (Sergio Padilla G., 2015).



Figura 13. Sistema de Autobuses BRT en Guayaquil, Ecuador (Sergio Padilla G., 2018).

- Adecuada conectividad regional / nacional.
- Formación integral como red metropolitana.
- Orientar el crecimiento bajo un modelo territorial deseado.
- Concebirse como soporte del transporte colectivo de calidad.
- Tener una red jerarquizada de vías metropolitanas y vías primarias.
- Salvar las barreras que significan cuerpos de agua, orografía, áreas naturales y verdes con puentes y túneles.
- Definir corredores de carga que no penetren a la ciudad.
- Establecer y preservar los derechos de vía de toda la red.
- Internalizar los costos de su realización de manera ponderada a sus usuarios y beneficiarios.
- Diseñar y construir vías para uso multifuncional: autos, transporte público, bicicletas, peatón, etc.

Movilidad y transporte público

El concepto de la movilidad urbana tiene una estrecha relación con el entorno, el medio ambiente y con las acciones para mejorar las condiciones de los habitantes. De esta forma, el tema de movilidad se sitúa en relación con las pautas de desplazamiento de las personas y mercancías en los centros urbanos, sobre los comportamientos de los habitantes urbanos en relación con el uso de la ciudad y el espacio público. En la ciudad

contemporánea las personas se mueven intensamente utilizando diversos medios y modos de desplazamiento. En las grandes y medianas ciudades, principalmente de países en vías de desarrollo, la movilidad tiende a incrementarse por la diversificación de las actividades de la población y de un inadecuado modelo de ordenamiento urbano.

La movilidad urbana es atendida, mayoritariamente, por el transporte público, no siempre con servicios de calidad, eficiencia, seguridad y bajo costo. En muchos casos, sectores minoritarios de la población optan por el transporte individual (automóvil), que cubre un porcentaje poco significativo de los desplazamientos, pero que impacta por el número de vehículos, ya que en algunos casos representan cerca del 80% del parque vehicular en las ciudades. Esta tendencia va en constante aumento, pues no sólo se incrementa el parque vehicular que circula, sino también el servicio de taxi.

Es urgente garantizar la viabilidad de la ciudad. De no actuar adecuadamente en el corto plazo, la movilidad y la congestión vehicular será un aspecto crítico en la vida urbana (Figuras 12 a 15). Una política integral de movilidad deberá orientarse a:

- Movilidad y accesibilidad sin limitaciones como ciudad organizada.
- Reducir la movilidad innecesaria de las personas que usan automóvil.
- Consolidar un tejido urbano integrado y con conectividad.



Figura 14. Sistema Transmilenio en Bogotá, Colombia (Sergio Padilla G., 2016).



Figura 15. Ciclo ruta en Bogotá, Colombia (Sergio Padilla G., 2016).



Figura 16. Boulevard y Plaza Wenceslao en Praga, República Checa (Sergio Padilla G., 2014).



Figura 17. Malecón El Salado en Guayaquil, Ecuador (Sergio Padilla G., 2018).



Figura 18. Espacio escultórico "Memorial del Holocausto" en el centro de Berlín, Alemania (Sergio Padilla G., 2014).

- Diseño adecuado de calles y espacios públicos mejorando la accesibilidad y la inclusión.
- Sistemas de transporte modernos, eficientes, integrados, de calidad y de bajo consumo energético.
- Sistema de transporte masivo y moderno como elemento troncal.
- La preponderancia del peatón y el transporte no motorizado.

Espacio público

Se refiere a aquel de propiedad, dominio y uso público, por tanto, es el escenario de la interacción social cotidiana, cumple funciones materiales tangibles como soporte físico de las actividades urbanas colectivas. En el espacio público las personas hacen ciudad y realizan diversas actividades y establecen relaciones: socializar, intercambio económico, presenciar o participar en eventos culturales. Su valor está definido por su calidad espacial, accesibilidad e intensidad de las relaciones que transcurren en él. Su accesibilidad y disfrute es condición básica para la igualdad e integración social: es un derecho de los ciudadanos.

Un componente muy importante del espacio público en la ciudad son las áreas verdes urbanas. Constituyen su patrimonio ambiental, por lo que algunas urbes

procuran mantener este legado en su estado original, aunque en otras, el desarrollo urbano se ha realizado a costa de éstas, o en todo caso las pone en riesgo. Todo proceso de mejoramiento de las condiciones de vida en la ciudad contemporánea requiere de valorar las áreas bioactivas cada vez más.

Las áreas verdes de una ciudad deben ser consideradas como la columna vertebral del diseño de los sistemas urbanos con sentido ecológico, funcional y de composición, poniendo en práctica los ideales del desarrollo sostenible (Maluga, Leszek, 2012).

Sin embargo, en muchas ciudades existen carencias de espacio público y áreas verdes de calidad, tanto en sus aspectos funcionales como en la articulación de la vida colectiva y de oportunidades para el entretenimiento y disfrute de la población. Por estas razones, todas las zonas en la ciudad deben estar articuladas en un sistema de espacios públicos dotados de elementos de calidad que les den visibilidad e identidad (Figuras 16 a 22). El manejo del espacio público deberá:

- Ser concebido como un derecho de los ciudadanos.
- Organizarse como un sistema que articule a todas las zonas de la ciudad.
- Conservar y mejorar las plazas públicas, a partir de su condición e importancia histórica y patrimonial,



Figura 19. Andador en el Parque Kampa, Praga, República Checa (Sergio Padilla G., 2014).



Figura 20. Parque 7 de Julio en Miraflores, Lima, Perú (Sergio Padilla G., 2015).

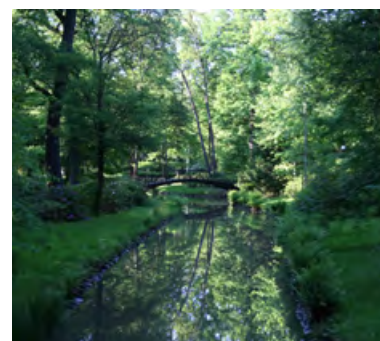


Figura 21. Jardín Japonés en Wroclaw, Polonia (Sergio Padilla G., 2014).



Figura 22. Espacio Público frente al Río Oder, en Wrocław, Polonia (L. Maluga).



Figura 23. Plaza de Armas en el centro histórico de Lima, Perú (Sergio Padilla G., 2015).



Figura 24. Sony Center en Berlín (Sergio Padilla G., 2014).

como articuladores de la estructura física y organizada de la vida social.

- Conformar un sistema de espacios verdes y parques urbanos.
- Integrar los espacios de alto valor ecológico.
- Formar una red de corredores verdes que permitan el disfrute, la movilidad no motorizada, la accesibilidad plena y la conectividad entre los diferentes barrios de la ciudad.
- Formar franjas de transición y protección, parques lineales entre los cuerpos de agua o áreas naturales y el medio construido.
- Integración de los bienes patrimoniales con las medidas que garanticen su conservación.
- Considerar al agua, los jardines, el arbolado urbano, la iluminación escénica y el sonido como cualidades del confort urbano y calidad de vida.

Centralidades

Muchas ciudades ya poseen una estructura multinuclear, cuyo centro dominante ha sido el centro fundacional o histórico. Este modelo define una red de centralidades y líneas o ejes de relación que abarcan parte o la totalidad del territorio urbano. También es frecuente la formación de corredores urbanos o de concentración de actividades en forma lineal, presentando problemas de congestión de actividades y vehículos en estos ejes.

El crecimiento urbano y la desconcentración de población y actividades deberá ordenarse a partir del impulso de nuevas centralidades de comercio y servicios, en forma de una red integrada en diferentes ámbitos territoriales y localizaciones adecuadas, complementadas con la conectividad necesaria y jerarquizada funcionalmente. Estos espacios tendrán como finalidad la organización de las actividades y garantizar el acceso al consumo de bienes y servicios de toda la población (Figuras 23 y 24). La red de centralidades deberá:

- Formar una red multinuclear bajo el concepto de integración funcional y social.
- Reforzar un modelo de ordenación urbana organizado, funcional y descentralizado.
- Conservar los elementos y atributos patrimoniales del centro histórico.
- Impulsar nuevos centros o nodos de alta jerarquía que potencialicen la especialización o vocación de la ciudad en su contexto regional, nacional o internacional.
- Consolidar centralidades en áreas de la periferia.
- Formar corredores centro-periferia.
- Formar centros de diferentes jerarquías y áreas de servicios, con las siguientes características:
 - Conformados por actividades diversas.
 - Interconectados para funcionar en redes complementarias.
 - Con adecuada accesibilidad, principalmente con transporte público.
 - Impulsar la generación de actividades densas en conocimiento.

Planeación urbana

Las condiciones de desorden urbano existente, que se expresa en múltiples problemas, ponen en evidencia que las acciones de planificación realizadas y los instrumentos formales elaborados no han sido suficientes para conducir adecuadamente los procesos urbanos y conciliar sus conflictos.

Aspirar a una ciudad sustentable conlleva, necesariamente, a que ésta tenga procesos eficientes y eficaces de planeación y gestión urbana con visión de largo alcance. Así, la planeación territorial y urbana constituye una herramienta fundamental para definir estrategias y acciones integrales que permitan lograr la ciudad sustentable; también es una herramienta en la democratización de la toma de decisiones y como instrumento de transparencia y control presupuestal (Figuras 25 y 26). Un



Figura 25. Acciones de planeación urbana en Londres, Inglaterra (Goever, Tobias, 2010).

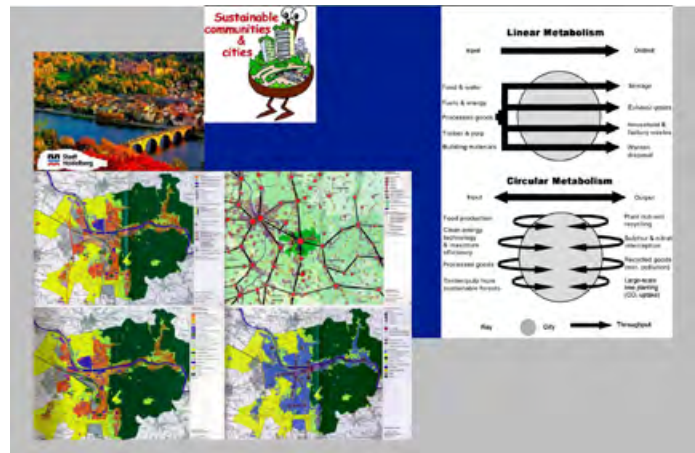


Figura 26. Planeación sustentable en Heidelberg, Alemania (Ribbeck, Eckhart, II SUJ, 2006).

sistema de planeación y gestión urbana con criterios sustentables deberá:

- No improvisar y eliminar la discrecionalidad en la toma de decisiones.
- Planear para optimizar los recursos disponibles.
- Tener una visión y proyecto de ciudad a la que se aspira.
- Reformular el sistema de planes en diferentes ámbitos territoriales.
- Desarrollar procesos de planeación, diseño y gestión de calidad.
- Instaurar complejos y variados procesos con eficaz planeación participativa.

- Desarrollar nuevas modalidades y estrategias de gestión.
- Adaptarse oportunamente a los cambios.
- Estar en constante actualización.
- Innovar en los mecanismos de gestión urbana para una administración más eficiente.
- Establecer alianzas de cooperación a nivel internacional, nacional y regional.
- Establecer alianzas de cooperación interinstitucional: gobierno–empresas, universidades y sector social.



Figura 27. Proyecto urbano en Frankfurt, Alemania (Frauenfeld, Jürgen, II SUJ, 2006).



Figura 28. Proyectos urbanos en Berlín, Alemania (Sergio Padilla G., 2014).

Proyectos urbanos estratégicos

Algunas ciudades acumulan una serie de problemas sociales de carácter estructural que demandan atención prioritaria; en otras urbes, las propuestas urbanísticas realizadas no han sido suficientes o no han estado bien diseñadas estratégicamente, pero también es cierto que se requieren inversiones para fortalecer los factores de competitividad de la ciudad que tendrán importantes efectos en la forma y funcionamiento urbano.

Por esta razón, las nuevas propuestas deberán plantearse a partir de una visión de proyecto de ciudad a futuro, donde conceptos ya desarrollados como: renovación urbana, rehabilitación y mejoramiento urbano, conservación del medio natural (infraestructura Verde), conservación del patrimonio material, nodos urbanos y metropolitanos, frentes de agua (infraestructura Azul), entre otros, son válidos para fundamentar proyectos de transformación urbana (Figuras 27 a 29). Los proyectos urbanos estratégicos deberán también:

- Formularse como Planes Maestros para áreas de transformación estratégica.
- Desarrollarse en función de las potencialidades de la ciudad y el fortalecimiento de su competitividad.
- Plantearse como oportunidades para la recuperación de sectores obsoletos o decadentes de la ciudad.
- Considerarse como proyectos integradores de la estructura urbana y semillas de un desarrollo más equilibrado.

- Constituir nuevos nodos de desarrollo, conformados por actividades diversas y densas en conocimiento de influencia metropolitana.
- Propiciar la proximidad trabajo-residencia.
- Concebirse como oportunidades de un urbanismo y arquitectura escénica y de nueva imagen urbana.
- Llevarse a cabo de manera coordinada con instancias gubernamentales y privadas.
- Plantearse con importantes inversiones para mejorar la competitividad de la ciudad de acuerdo con el concepto de “Marca ciudad”.

Conclusiones

La ciudad es la forma que los seres humanos han escogido para vivir en sociedad y proveer sus necesidades. En el futuro de la población mundial, cualquier idea de sustentabilidad deberá probar su funcionamiento en un mundo urbanizado, pues su bienestar y calidad de vida dependerá de cómo evolucionan las soluciones urbanísticas.

Asistimos a un momento muy importante para reorientar las inercias negativas y proyectar el futuro de las ciudades hacia escenarios de sustentabilidad, resiliencia y prosperidad. La Agenda 2030 del Desarrollo Sostenible de la ONU y, en particular, la Agenda Urbana Mundial promovida por ONU-Hábitat y definida en



Figura 29. Potsdamer Platz en Berlín. Alemania
(Sergio Padilla G., 2014).



Figura 30. Panorámica de Heidelberg. Alemania. Ciudad sustentable (Sergio Padilla G., 2014).

Quito 2016, impulsan esta misma reflexión y establecen la pauta global a seguir para definir una nueva organización de las ciudades.

A partir de estos postulados y lineamientos internacionales generales, los gobiernos de cada país deberán establecer su agenda específica integrada para cada caso en función de sus problemas y circunstancias, como instrumento flexible y dinámico para la gestión pública de la ciudad. La agenda para una ciudad sustentable propuesta en este artículo es una aportación que desarrolla, a nivel de acciones concretas, los postulados de

sustentabilidad urbana. Se basa en la reflexión y en un razonamiento renovado, pragmático e innovador sobre los temas coyunturales de la ciudad contemporánea. Pretende contribuir a llenar un vacío existente y busca con originalidad la identificación y focalización de los componentes clave que, expresados en temas prioritarios, objetivos, estrategias y programas bien estructurados, permitirán atender de la mejor manera la problemática territorial que experimentan muchas ciudades, con visión de futuro para anticipar sus retos y preparar con acierto sus desafíos hacia la sustentabilidad (Figura 30).

Bibliografía

- Arroyo Jiménez, Javier Marcelo y Auchén Orozco, Roberto (2018), "Análisis de localización de los objetivos de Desarrollo Sustentable en el Municipio de La Paz, Bolivia", en *Memoria Digital del XIV Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Carvalho, Solange (2011), "Planes y proyectos para los eventos del Mundial de Fútbol 2014 y Olimpiadas 2016 en Río de Janeiro, con el enfoque del Programa Morar Carioca", en *Memoria Digital del VI Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc. Ciudad de México.
- Espinosa Dorantes, Elizabeth (2010), "El libro verde del urbanismo", en *Memoria Digital del VI Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- (2012), "El libro verde del urbanismo: la apuesta europea de sostenibilidad", en *Hábitat sustentable, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- (2017), "Temas de debate. Agenda Urbana", en *Memoria Digital del XIII Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- (2017), "Urbanismo sostenible y movilidad", en *Memoria Digital del III Seminario de Hábitat Sustentable*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Frauenfeld, Jürgen (2006), "Frankfurt/ Main una metrópoli pequeña", en *Memoria Digital del II Seminario de Hábitat Sustentable*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Goevert, Tobias (2010), "Una guía rápida de diseño para dar forma a Londres" en *Memoria Digital del VI Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc. Ciudad de México.
- Maluga, Leszek (2012). "Áreas verdes en una ciudad sustentable: el caso Wrocław, Polonia", en Padilla G., Sergio y Fuentes F., Víctor (Comp.) *Hábitat sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., pp. 125-154, Ciudad de México.
- Monteiro, Ana y Madureira, Helena (2012), "El clima urbano de Oporto: oportunidad para repensar la sustentabilidad del territorio y retomar los ritmos de la naturaleza", en *Hábitat sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Padilla Galicia, Sergio (2009), "Medellín: del urbanismo informal al urbanismo social", en Padilla Galicia, Sergio (Comp.) *Urbanismo Informal*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., pp. 207-221, Ciudad de México
- y Fuentes F., Víctor (Comp.) (2012). *Hábitat sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- y Fuentes F., Víctor (2015), *Hábitat sustentable II*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- (2015), "Hábitat sustentable: temas, estrategias y proyectos", en Padilla G., Sergio y Fuentes F., Víctor, *Hábitat sustentable II*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., pp. 17-37, Ciudad de México.
- (2018), "Tendencias internacionales en las políticas de intervención en el espacio público", en *El espacio público en la Transformación de la ciudad*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., pp. 63-84, Ciudad de México.
- Redondo Gómez, Maruja (2017), "Urbanización y desarrollo sustentable. El desafío de la planeación en la actualidad", en *Memoria Digital del III Seminario de Hábitat Sustentable*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Ribbeck, Eckhart, (2006), "Hacia un desarrollo sustentable. Caso Heidelberg, Alemania", en *Memoria Digital del II Seminario de Hábitat Sustentable*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- (2006), "Hacia un desarrollo sustentable. Caso Heidelberg, Alemania", en *Memoria Digital del II Seminario de Hábitat Sustentable*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, UAM-Azc., Ciudad de México.
- Organización de las Naciones Unidas (2015), *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas (2018). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- ONU. HABITAT, (2017), Nueva agenda Urbana: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol> <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.htm>



Elizabeth Espinosa Dorantes

Sustentabilidad, configuración urbana y movilidad en la ciudad

PALABRAS CLAVE:

**eco-urbanismo,
morfología urbana,
movilidad urbana**

KEYWORDS:

**eco-urbanism,
urban morphology,
urban mobility**

RESUMEN

En la actualidad es una constante sobrepasar los límites tanto administrativos como físicos en las ciudades, generando nuevas necesidades y problemáticas en la definición de criterios urbanísticos. La temática no es menor, ya que la forma de la ciudad puede implicar ocupación extensiva e indiscriminada o aprovechamiento de suelo; por ello, el tema principal que abordamos, desde el enfoque sustentable, es la redefinición de los patrones de ocupación del territorio, considerando que la estructura urbana tiene incidencia en la movilidad y con ello en la definición del uso del espacio, del ahorro de energía, de la dotación de transporte público y privado, entre otras cosas.

Por consiguiente, el trabajo que se presenta hace referencia a la relación de la forma urbana y la sustentabilidad, a la necesidad de optimizar el consumo del suelo y a la relevancia de la ordenación del territorio en la definición y viabilidad de patrones de movilidad sostenibles.

ABSTRACT

Currently it is a constant to exceed the limits in cities (administrative or physical), emerging new needs and problems to set urban criteria in this regard. The theme is not minor, since the shape of the city can involve extensive and indiscriminate occupation or use of land; Therefore, the main theme, from a sustainable approach, is the redefinition of occupation patterns over the territory, considering that the urban structure has an impact on mobility and thus on the definition of the use of space, energy saving, the provision of public and private transport, among other things.

Therefore, the work presented refers to the relationship between urban form and sustainability, the need to optimize land consumption and the relevance of spatial planning in the definition and viability of sustainable mobility patterns.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
e_espinosad@hotmail.com

1. En el presente artículo se plantea el uso del concepto de sostenibilidad debido a la necesidad de definir límites en el crecimiento urbano, no sin precisar que es necesario ampliar y reformular la idea y que se debe reconocer que el capital natural, que en el caso de la ciudad es el suelo, no es sustituable (Gómez, 2014).

2. Gaja (2008) propone la similitud del Ecurbanismo con el urbanismo sostenible, considerando que son disciplinas que promueven la construcción de la ciudad, mediante su relación con el ecosistema que la contiene, buscando para ello el mínimo de gasto, la máxima eficiencia ambiental y la satisfacción humana y social. Por ello en términos territoriales no se trata de construir nuevas urbanizaciones, ni de añadir toques de aspecto ecológico, sino de reducir los consumos, aprovechando al máximo el patrimonio edificado y la urbanización existente.

3. El Smart Growth o crecimiento inteligente surgió en Estados Unidos como parte de una iniciativa pública para solucionar la falta de vivienda asequible, transformándose en un movimiento de grupos de ciudadanos y gremios profesionales. El crecimiento inteligente combate los efectos negativos del suburbio de baja densidad, especialmente la dispersión de las zonas residenciales, el consumo de suelos agrícolas y naturales, la polución atmosférica y la oferta de vivienda que consume los grandes lotes periféricos (Gavinha y Sui, 2003).

Introducción

Frente a la diversidad teórica para definir el concepto de sustentabilidad, se hace necesario retomar la idea básica de este criterio el cual refiere a un equilibrio entre una especie y los recursos de su entorno; la relevancia de esta definición reside en que a partir de ella se establece el concepto de desarrollo sostenible¹ (Vergara y De las Rivas, 2016). Es necesario precisar que en el informe Bruntland (1987), la idea de desarrollo sostenible implica límites que se imponen a los recursos del medio ambiente, a la organización social y a la capacidad de absorber los efectos de las actividades humanas. Es decir, el documento defiende la importancia de considerar necesidades futuras y reconocer los límites del hábitat relacionados con los impactos ambientales (Gómez, 2014).

Por consiguiente, el concepto de desarrollo sostenible se fundamenta en el arquetipo de que en la naturaleza nada crece indefinidamente y que en todo proceso se puede ocasionar un colapso al sobrepasar límites, ya que la degradación y los componentes degradados forman nuevos procesos de desarrollo no necesariamente adecuados (Verdager, 2000).

En el caso del desarrollo urbano, la Unión Europea plantea cuatro ejes temáticos sobre los cuales debe soportarse la sostenibilidad (el fomento de la competitividad económica y el empleo, la cohesión social, el transporte con movilidad sostenible y la calidad de vida), sin embargo, bajo esta descripción, parece ser que la sostenibilidad urbana sólo atiende la reproducción social y económica de las ciudades, sin asumir que el desarrollo puede continuar en la medida en que los sistemas naturales lo puedan soportar (Vergara y De las Rivas, 2016).

Esto es, el territorio debe ser el escenario principal donde aplicar el concepto de sostenibilidad e insistir en una idea central e incuestionable: la existencia de límites. Es decir, el urbanismo sostenible² debe partir de dos supuestos muy relevantes: que el crecimiento tiene límites y que lamentablemente los hemos sobrepasado. Así, el crecimiento territorial de las ciudades debe ser cuestionado, analizado y reflexionado con la mayor seriedad posible (Gaja, 2008).

Bajo las premisas anteriores es importante adoptar criterios que refuercen la importancia de la dimensión

espacial del urbanismo sostenible, por tanto, retomaremos dos ideas propuestas por Verdager (2000) para establecer esta relación: la primera se refiere a conservar los territorios esenciales para el mantenimiento de los ciclos naturales, situación que incluye considerar la inclusión de los procesos naturales en el tejido y proponer límites a la extensión del espacio urbano; también menciona dicho autor que bajo estos supuestos se han promovido políticas de regeneración urbano-ecológica que buscan explorar la rehabilitación de la construcción (priorizando criterios ecológicos), la ocupación de viviendas vacías y espacios obsoletos, la recualificación de espacios públicos y la dotación de equipamientos en zonas multifuncionales, todo esto antes de urbanizar nuevo suelo.

La segunda idea se refiere a la redistribución de los recursos y servicios sobre el territorio y dentro de la ciudad, es decir, jerarquizar la descentralización de equipamientos y crear redes de servicios e información que contribuyan a reducir los desplazamientos. Gaja (2008) sugiere que para atender estas ideas desde el urbanismo sostenible surgen, sobre todo frente a la dispersión del espacio urbano, movimientos como el Smart Growth³ (o crecimiento inteligente) y el New Urbanism.⁴

En tanto que la Smart Growth respalda la recuperación del patrimonio existente, al aprovechar las ventajas de los modelos urbanos compactos, la zonificación plurifuncional, el redireccionar el crecimiento hacia núcleos de asentamientos ya existentes y, finalmente, aprovechar las infraestructuras (viales y de servicio), el New Urbanism apoya, además, una mayor interactividad social, la variedad arquitectónica, la conformación de estructuras de vecindad (mediante el diseño de calidad en la arquitectura y en el espacio urbano), las densidades decrecientes del centro a la periferia, la densidad incrementada (apostando por la alta o media), el transporte inteligente, la preferencia para peatones y el uso de medios no motorizados.

Hay que resaltar que esta última corriente posiciona al urbanismo por encima de la arquitectura y establece que la base de cualquier proyecto arquitectónico es el plan maestro o proyecto de ciudad, ya que mediante estos instrumentos se debe determinar la forma y distribución de áreas y edificios públicos y privados en ésta. No hay que olvidar que ambos movimientos

aa



Figura 1. Extensión desordenada de la mancha Urbana. Usme, Bogotá, Colombia (Elizabeth Espinosa, 2017).



Figura 2. Extensión de la ciudad contemporánea. La Paz, Bolivia (Elizabeth Espinosa, 2017).

tienen como objetivo final que en el resultado del desarrollo urbano se obtenga el mínimo impacto ambiental (Bodenshartz, 2005).

Por tanto, para proyectar la ciudad sostenible se tiene que considerar la comprensión de la región, la recuperación del patrimonio construido, el aprovechamiento de infraestructuras, la movilidad sostenible, la prioridad del espacio público, la conservación de la naturaleza, el ideal de comunidad, la gestión inteligente del crecimiento urbano y el rescate de un diseño urbano respetuoso del espacio público (Vergara y De las Rivas, 2016).

Sostenibilidad espacial: óptimo consumo del suelo

Como ya se mencionó, la sostenibilidad requiere proteger los recursos limitados de la naturaleza, pero en el urbanismo se debe realizar mediante la planeación ordenada de los procesos de urbanización, buscando, además, un medio urbano donde la ocupación del suelo sea eficiente, que los usos se combinen de forma funcional, que se alcance una provisión suficiente de infraestructuras y servicios propios al territorio y que se mejore la interacción social, de manera tal que se incida en la calidad de vida de la población.

Por consiguiente, es paradójico establecer criterios aislados sobre cuáles son los modelos urbanos sostenibles y cuáles no, ya que para concebir un modelo urbano coherente y funcional que optimice el consumo de suelo debe tenerse en cuenta la complejidad y los múltiples aspectos (cuantitativos y cualitativos, de identidad y de relación con el entorno, de escala y de articulación formal, entre otros) que inciden en la formación, transformación y desarrollo de las ciudades.

En 2003 el Consejo Europeo de Urbanistas promovió una Nueva Carta de Atenas,⁵ que enfatiza la

planificación espacial⁶ y el trabajo interdisciplinar como elementos relevantes del desarrollo sostenible; asimismo, sugiere que para alcanzar ámbitos urbanos respetuosos con los entornos naturales, modelos de crecimiento que reduzcan el consumo energético y ciudades que promuevan la cohesión social, la igualdad, la innovación y una mejor calidad de vida, debe realizarse una razonable gestión del espacio mediante la aplicación de un férreo control del suministro de suelo y del desarrollo especulativo en la cobertura de las necesidades de crecimiento de las ciudades y, principalmente, contener la extensión desordenada de las zonas urbanas (Ministerio de Vivienda, 2010) (Figuras 1 y 2).

Vergara y De las Rivas (2016) mencionan que La Nueva Carta de Atenas plantea el concepto de conectividad como una condición fundamental de la sostenibilidad y que a partir de esta definición se deben adoptar diversas medidas e intervenciones como:

- Fomentar estructuras urbanas densas, compactas y complejas, resaltando el diseño de enlaces esenciales de la traza urbana para proteger y mejorar calles, plazas, recorridos y vías públicas; priorizando en el diseño un alto nivel funcional y estético en todas las partes de las redes urbanas.
- Planificar de forma integrada los usos del suelo y la movilidad, ya que una de las principales estrategias para administrar la localización y el carácter de la expansión urbana es vincular el modelo de desarrollo urbano al modelo de transporte público. El transporte no sólo es un medio para tener accesibilidad sino debe ser un argumento central del debate sobre la ciudad sostenible.
- Priorizar los desarrollos urbanísticos sobre espacios antropizados, es decir, preferir la rehabilitación de zonas degradadas del tejido urbano y la conservación de elementos significativos del patrimonio natural

4. La meta más codiciada del New Urbanismo se encuentra en la escala de la región, ya que se considera que sólo en este nivel pueden ser aplicadas las metas sociales y espaciales de modo sostenible. Por tanto, el New Urbanism representa planificación regional (Bodenshartz, 2005).

5. Este documento lleva el nombre de: "La Nueva Carta de Atenas: una visión de las ciudades europeas para el siglo XXI" (2003).

6. Vergara y De las Rivas (2016), mencionan que la planificación urbana asume funciones primordiales en la definición de límites, ya que mediante la definición del acceso y establecimiento de las infraestructuras y del sistema de comunicación de la ciudad y de la organización de los usos del suelo (que conllevan temas de transporte, vivienda, equipamientos y servicios públicos y, por supuesto, de localización de actividades económicas), se define la forma urbana.



Figura 3. Reforma y Guadalquivir, CDMX, rehabilitación del patrimonio construido (Elizabeth Espinosa, 2018).

y cultural. También debe buscarse desarrollar una gestión activa orientada a disponer de suelo público (Figura 3).

Es importante hacer notar que estas medidas presentan un cariz de generalidad y, aunque se ha planteado la dificultad de establecer criterios para caracterizar la estructura urbana desde una visión sostenible y de comprensión del crecimiento, ocupación y urbanización, un ejercicio relevante para alcanzar este objetivo es el emprendido por el Ministerio de Vivienda Español, que a partir de reunir y analizar toda la normatividad estatal y autonómica relevante para la planeación urbana, identificó no sólo criterios e indicadores de sostenibilidad que afectan al suelo urbano y al entorno de las ciudades,

sino también los que se refieren a actuaciones en temas de transporte, recursos naturales, residuos e incluso gobernanza.

Esta información fue compilada en una guía denominada el *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español* (Ministerio de Vivienda, 2010), documento del cual destacan cinco criterios de sostenibilidad de carácter urbanístico, los cuales se refieren a: reducir el consumo de suelo; evitar la dispersión; complejizar las áreas urbanizadas; controlar los estándares y densidades y rehabilitar.

Reducir el consumo de suelo

A partir de la premisa de que las ciudades ni deben crecer, ni van a poder crecer (Gaja, 2008), la limitación a la expansión urbana es una prioridad para reducir significativamente el consumo de suelo. Al respecto, el *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español* (Ministerio de Vivienda, 2010) menciona que el aumento del consumo del suelo no sólo se produce por un incremento de la superficie edificada destinada a vivienda, sino que esencialmente se origina por el aumento de la superficie urbanizada necesaria para dar servicios a esta actividad, identificando a la construcción de infraestructuras de comunicación y equipamientos como las principales causas de la expansión y de la utilización de suelo. Otro factor a considerar es que los equipamientos e infraestructuras están sobredimensionados y mal ubicados, lo cual produce un creciente consumo de suelo urbano por habitante.



Figura 4. Ampliación de autopista México-Puebla (Elizabeth Espinosa, 2014).



Figura 5. Ruta 7 de Metrobús en la CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).

Por tanto, se precisa dejar de construir infraestructuras que estimulen y fomenten la dispersión (como el caso de autopistas y vialidades en entornos metropolitanos), aun cuando se considere que su construcción es un factor fundamental, promotor de desarrollo, de modernización e impulsor de crecimiento económico (Gaja, 2008). Asimismo, se sugiere considerar como prioritario el diseño de rutas de transporte colectivo de carriles de uso exclusivo y fomentar la utilización del subsuelo, si la ciudad es lo bastante compacta (Figuras 4 y 5).

En el caso de la construcción de equipamientos, que igualmente se exhibe como sinónimo de progreso, se debe buscar que sean mínimos, pequeños, multiusos y distribuidos por todo el tejido urbano compacto, a fin de evitar efectos nocivos como convertirse en promotores de construcción y representen el punto de inicio de la transformación del suelo rural a urbano (Gaja, 2008).

Evitar la dispersión

En la configuración urbana actual hay un rasgo sobresaliente: la dispersión en el territorio, la cual responde a una organización territorial de elementos independientes, que al encontrarse desconectados son ajenos a la conformación de espacio urbano mediante la articulación de calles, plazas y elementos arquitectónicos.

Este modelo, que sólo es posible gracias al automóvil y que se caracteriza por una baja densidad, monoespecialización de uso del suelo (principalmente con actividades de vivienda y equipamientos de apoyo),

mayor consumo de suelo urbano, escasa jerarquización del espacio, significativos intersticios entre elementos, entre otras cosas, fragmenta el territorio, lo divide y dificulta la comunicación y la viabilidad de algunos ecosistemas especialmente sensibles (Marmolejo y Stallborhm, 2008) (Figura 6)

Es importante mencionar que el conjunto de estas características configura lo que se denomina ciudad fragmentada, concepción que puede entenderse desde varias dimensiones, por ejemplo: como fragmentación física (al ser observada como una ruptura de los tejidos de edificación y de los sistemas de comunicación); como fragmentación social (cuando los espacios de interacción presencial son sustituidos por contenedores, cuando los equipamientos se diseñan para una baja densidad edificatoria o por especulación del mercado inmobiliario); como fragmentación económica (cuando la interacción entre los diferentes fragmentos depende de una escasa red de vialidades, con costos de tiempo y energía considerables) y como fragmentación ambiental (cuando al surgir urbanizaciones e infraestructuras sin continuidad se interrumpe el funcionamiento de los espacios naturales y agrícolas) (Marmolejo y Stallborhm, 2008) (Figura 7).

En resumen en una ciudad fragmentada el patrón del suelo posee bajos niveles en la combinación de dimensiones referentes a densidad, continuidad, concentración, agrupamiento, centralidad, nuclearidad, mezcla de usos y proximidad, por tanto, promueve la



Figura 6. Vivienda periférica, Circuito Exterior Mexiquense, Estado de México (Elizabeth Espinosa, 2015).



Fig. 7. Fragmentación del espacio urbano. Av. Miguel Hidalgo, Guadalajara, Jalisco (Elizabeth Espinosa, 2016).

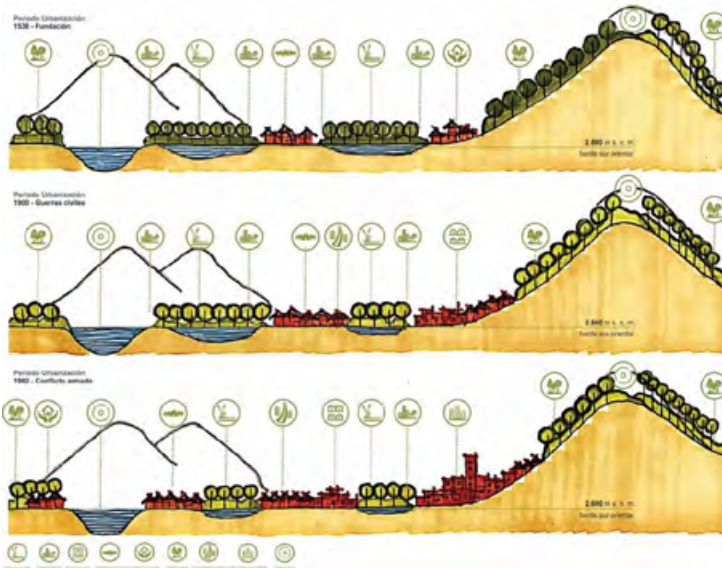


Figura 8. Modelo de expansión urbana. Bogotá, Colombia 1538-1960 (Fabián Aguilera, 2017).

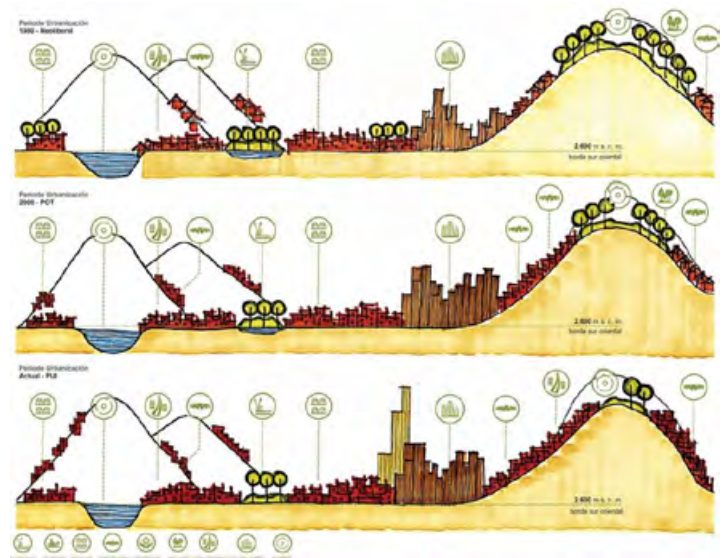


Figura 9. Modelo de expansión urbana. Bogotá, Colombia 1990-2017 (Fabián Aguilera, 2017).

expansión y el consumo de suelo. La dispersión que impone una estructura nodal fragmentaria y la necesidad de conexión entre nodos, estimula el uso intensivo del automóvil, promoviendo largos desplazamientos entre residencia, trabajo, comercio, ocio, etc., y dadas las características de dispersión los recorridos no pueden realizarse peatonalmente ni en bicicleta, lo que supone un mayor consumo de energía, contaminación,

utilización de más suelo y mayor segregación social y espacial (Ministerio de Vivienda, 2010) (Figuras 8 y 9).

Por tanto, se requiere evitar la dispersión y sus consecuencias, para ello, parece necesario cambiar el tipo de modelo de ciudad con base en la determinación de un plan maestro que considere la mezcla territorial y urbanística, que permita imponer limitaciones de forma clara y duradera y que concrete el uso del suelo, pero de forma ágil y menos permanente que en la planificación territorial actual (Ministerio de Vivienda, 2010).

Complejizar las áreas urbanizadas

En la actualidad, los modelos de producir ciudad en la mayoría de las metrópolis son muy similares, ya que en términos generales se observa un cambio morfológico relevante: la transformación de espacios urbanos compactos a territorios extensos y fragmentados, que como resultado del uso intensivo del automóvil y del aumento en la construcción de vivienda unifamiliar o de zonas de servicios en la periferia de las ciudades han provocado espacios monofuncionales, monosociales, autoexcluyentes, sin ningún servicio urbano presente y, por tanto, con una dependencia absoluta de los centros o subcentros para atender sus requerimientos, condiciones que fomentan que la población realice recorridos de grandes distancias y que en el territorio producen un impacto y costo ecológico significativo (Figura 10).

Es decir, en términos físicos el resultado de esta forma de desarrollo urbano es la ocupación explosiva e intensiva del territorio, ocasionando la dispersión de la ciudad e insularización de asentamientos urbanos y de espacios naturales, que ocasiona impermeabilización y sellado de superficies, distorsión del ciclo hídrico y un acelerado consumo de materiales, agua y energía. Así también el uso masivo del automóvil y el acceso a bienes inmobiliarios requiere el desarrollo de infraestructuras para el transporte privado que, si bien buscan la accesibilidad de los espacios, también promueven la ocupación de más suelo.

En oposición a esta condición, el urbanismo sostenible busca favorecer la mezcla de usos y tipologías, evitar la excesiva especialización de los espacios urbanos, potencializar la complejidad funcional con multitud y diversidad de usos, de tipologías edificadas y



Figura 10. Angelópolis y el uso intensivo del automóvil. Puebla, México (Sergio Padilla, 2016).



Figura 11. Mezcla de distintos usos en la plaza central de Zipaquirá, Colombia (Elizabeth Espinosa, 2010).

de interacción social, procurar la movilidad sostenible, promover la conservación de ecosistemas únicos a través de una correcta adecuación de los edificios y de la trama urbana con el medio natural. Es decir, complejizar las ciudades incrementando tanto las interacciones como la variedad de los elementos que conforman el espacio urbano.

Conseguir ciudades complejas con el actual sistema de estándares es difícil, sin embargo, nos podemos auxiliar de las ideas de Christopher Alexander (1968), quien en su texto “La ciudad no es un árbol” contrasta dos formas de organizar la ciudad: la primera mediante una estructura jerarquizada, basada en la separación estricta de usos del suelo y organizada mediante una sucesión de centros y subcentros que permiten la distribución del equipamiento, infraestructuras y dotaciones en la ciudad; y una segunda, contraria a la primera idea, que denomina semi-reticulada, en la cual cada elemento puede depender a la vez de varios conjuntos o subconjuntos dando lugar a una estructura mucho más flexible y eficiente.

La primera estructura nos refiere a esta ciudad contemporánea que hemos mencionado (fragmentada, dispersa y disociada), que aun cuando sus promotores argumenten que en ella hay variedad suficiente y sólo es una cuestión de escala (ya que la diversidad de equipamiento, clase social y vivienda hay que buscarla a nivel metropolitano o regional), hay que decir que en esta forma de organización se carece de interacción entre

sistemas, lo que restringe la complejidad funcional al no existir espacios de interacción que permitan la mezcla de los distintos usos (Ministerio de Vivienda, 2010) (Figura 11).

En el caso de la ciudad semi-reticulada, Alexander (1968) parte de la premisa de que los sistemas no existen separados ni aislados de los otros sistemas que componen la ciudad, si no que los diversos sistemas se superponen unos a otros y a muchos otros sistemas adyacentes. Este autor hace también una aclaración muy pertinente al mencionar que en la ciudad no es suficiente con tener superposición, ya que muchas ciudades han apostado por realizar planes en los que se pretende obtener esta cualidad al sobreponer edificación (por ejemplo, con incremento de densidad en áreas monofuncionales), condición que no produce una organización de ciudad semi-estructurada, ya que los cambios sólo se ocasionan cuando existe relación e interacción entre funciones (todos contra todos), lo que a su vez provoca cambios en otros sistemas de la ciudad, que al yuxtaponerse permiten obtener la mixtura de relaciones que requiere el espacio urbano (Figura 12).

Así que ¿cuál es la forma de producir una organización compleja que no tienda a reorganizarse en términos de unidades aisladas o jerarquizadas? En principio, hay que evitar la simplificación conceptual, alejarse de las ideas de zonificación que impulsan la separación física entre actividades y funciones, favorecer el desarrollo de espacio urbano con uso mixto y



Figura 12. Habitación de alta densidad en Interlomas, separación estricta de usos del suelo, Estado de México (Elizabeth Espinosa, 2011).

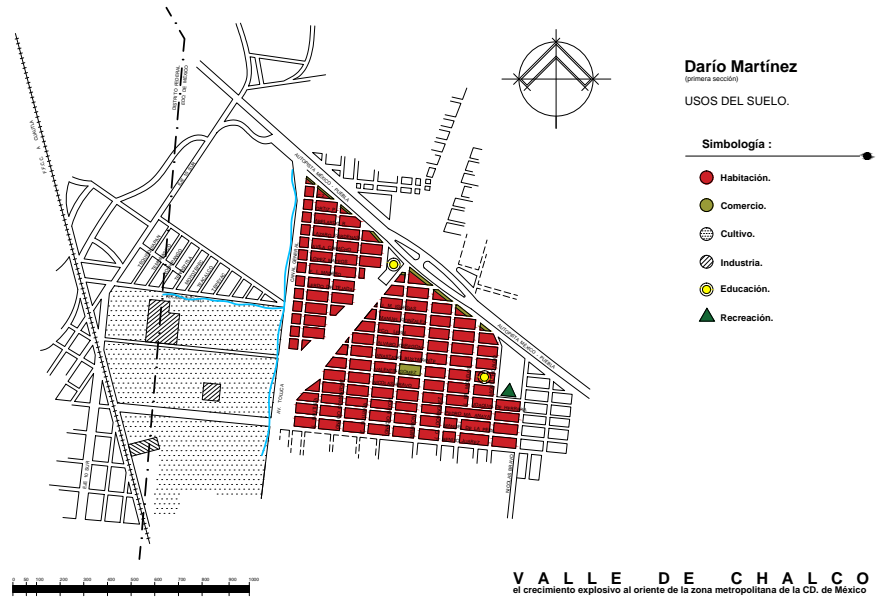


Figura 13. Usos monofuncionales en la colonia Darío Martínez, en el Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México (Elizabeth Espinosa, 2004).

evitar que la integración e interrelación de personas y mercancías se realice únicamente a través de grandes autopistas por las cuales circule el transporte privado (Figura 13).

En efecto, considerar la mixticidad en el uso del suelo es de suma importancia, ya que las ciudades que se caracterizan por contar con una variedad de funciones generan, además, de una ciudad viva, flujos multidireccionales que permiten relaciones territoriales, sociales, funcionales y espaciales de proximidad. También hay que considerar que la ubicación de cada vivienda, infraestructura, equipamiento y edificación genera necesidades de movilidad, por lo cual al complejizar el espacio urbano se debe tomar en consideración que la movilidad, como sistema relevante de la ciudad, está

indisolublemente asociada a los usos del suelo y, por tanto, a la forma de producir ciudad (Figura 14).

Controlar los estándares y densidades

Se ha comentado que una idea central e incuestionable en el urbanismo sustentable es la definición de límites y como resultado de ello la construcción de la forma urbana. Si bien dentro de los procesos de planeación de la ciudad es una práctica común el uso de estándares, no siempre estas herramientas funcionan como límites en la construcción de la ciudad, ya que su determinación (lo que regularmente se realiza de forma generalizada e indiscriminada y no caso por caso) ha ocasionado perversiones y derroche de recursos, llegando al dimensionamiento de espacios e infraestructuras



Figura 14. Variedad de funciones en la calle de Moneda, CDMX (Christof Göbel, 2018).



Figura 15. Uso de estándares máximos en la construcción. Bogotá, Colombia (Elizabeth Espinosa, 2016).

inadecuadas y en muchos casos infrautilizadas (Ministerio de Vivienda, 2010) (Figura 15).

Al respecto hay que resaltar que en el planteamiento y aplicación de estándares es común observar: heterogeneidad (ya que la información es generada por diversos organismos y disciplinas con distintos métodos y con objetivos particulares); poca accesibilidad y confuso manejo (la información debe buscarse entre diversas fuentes difícilmente controlables), y excesiva complejidad (se discute mucho la conveniencia de abordar problemas sociales e incluso naturales mediante una desmesurada matematización). Es decir, se requiere el inicio de una discusión minuciosa de su fundamento teórico y de la aplicación de esta información, a fin de que los estándares sean replanteados y modernizados para que de forma efectiva concreten el proyecto de ciudad sustentable.

Esto es muy relevante ya que en el espacio urbano hay muchas consecuencias derivadas de la escala y el diseño de la ciudad con base en el uso de estándares. Por ejemplo, las dimensiones de las calles, de las manzanas y las distancias entre las centralidades a las diferentes actividades diarias, determinan, entre otras cosas, la forma del asentamiento y las formas y tipos de movilidad, si deben buscarse conexiones de transporte público o si producirá aumento del tránsito del transporte privado (Silva, 2012).

Es decir, es imprescindible contar con servicios e infraestructuras dimensionados de forma adecuada para que se puedan desarrollar las actividades urbanas, pero también debe buscarse no desperdiciar ni suelo ni recursos. Por tanto, en la mayoría de los casos será necesario que estándares y densidades cuenten con una progresión de valores, no de criterios mínimos, que posibiliten la rentabilidad de infraestructuras básicas de transporte colectivo, o que permitan la dotación de equipamiento con un uso suficiente.

El modelo expansivo de las ciudades, por un aumento significativo de la población y de las tasas de urbanización, expresa que la urbanización es irreversible y que para lograr una ciudad sustentable la ocupación urbana de mayor densidad es inevitable. Así, hoy en día una de las necesidades de los asentamientos urbanos es una mayor densidad de ocupación lo cual ha propiciado un gran

debate respecto a la relevancia y pertinencia de la alta densidad urbana, ya que la dispersión no puede persistir.

Silva (2012) menciona que la alta densidad no necesariamente está vinculada a la verticalidad y que puede lograrse la “saturación” con arreglos de edificios de mediana altura. Es decir, la densidad también es un asunto de diseño urbano que está ligada a otros temas de diseño, como son la diversidad de usos del suelo, el diseño de los edificios, la ubicación de equipamientos, el diseño del espacio público y la movilidad.

Un argumento sólido para defender mayor compactamiento de la ocupación, es la implicación directa que la alta densidad tiene en la optimización de los servicios urbanos y que ésta y la diversidad de usos contribuyen a la vitalidad urbana. Sin embargo, si se insiste en aplicar un sólo tipo de norma en zonas monofuncionales, se puede provocar hacinamiento y monotonía, ya que evoca una imagen de repetición, sin servicios y sin áreas verdes en áreas comunes, es decir, sin contraste.

Por otra parte, se debe reconocer que existe una relación entre la densidad y morfología urbana para ser explorada, no sólo en términos cuantitativos sino cualitativos, ya que si consideramos que la aceptación de la alta densidad, por parte de los usuarios del espacio urbano, también tiene una connotación simbólica, la percepción de la imagen urbana se vuelve relevante y confirma la importancia de las decisiones de diseño urbano y del diseño de los edificios, es decir, la no siempre lograda vinculación entre arquitectura y ciudad.

Aunque a través del diseño urbano y del diseño de edificios es posible minimizar la percepción de la densidad, también es necesario incluir, en la planificación y diseño, la idea de densidad variable, lo cual permitirá que en la configuración urbana se observe: variedad, riqueza visual y vitalidad. Así, podemos afirmar que los factores cualitativos, y no necesariamente los numéricos, determinan la forma en que percibimos la mayor o menor densidad. Por ejemplo, la percepción de los espacios abiertos que dan identidad a las ciudades densas es particularmente importante, siempre y cuando en las zonas de alta densidad se diseñe la alta densidad en los lugares adecuados, se priorice la conexión con los tejidos existentes, se mezclen usos, se diseñen buenas conexiones para el transporte público, se proporcionen

7. La centralidad como concepto debe ser entendida como un ámbito del espacio que atrae, concentra, aglomera y reúne, bienes, servicios, comercios, actividades, ideas, memorias colectivas, flujos (movilidad e información), vehículos, empleos, personas y comunicación, además en el lugar se realiza un intercambio, interacción, relación y conexión abierta y directa al territorio circundante (accesible).

opciones para caminar y para el uso de la bicicleta, se diseñen con calidad los espacios públicos y los edificios, se restrinja la circulación de vehículos particulares y se limiten los lugares de estacionamiento (Silva, 2012) (Figura 16).

Rehabilitar

Un proceso que actualmente se observa en muchas ciudades es la rehabilitación del patrimonio urbano, interés centrado inicialmente en los monumentos singulares que se ubican dentro de la ciudad y después en la restitución del valor del entorno urbano al referirse al grupo de edificios, espacios públicos e infraestructuras que dan sentido y circunscriben al patrimonio urbano y conforman ciudad (Delgadillo, 2012). La acción de rehabilitar es una de las estrategias más importantes de la ciudad sostenible; sin embargo, no debe centrarse únicamente en no producir más urbanización, sino que también implica ¿qué hacer con lo edificado?, qué hacer con las enormes extensiones de suelo urbanizado en las periferias de la ciudad, que sin ocupantes y sin uso son una carga económica, ecológica y urbanística (Gaja, 2008) (Figura 17).

De hecho, la recuperación de la ciudad contemporánea (dispersa, fragmentada y monofuncional) es uno de los principales objetivos de la ciudad sostenible, lo cual se pretende efectuar a través de un desarrollo urbano integrado (planificado, multisectorial e interdisciplinar), que revalorice el diseño urbano y el espacio público (Vergara y De las Riva, 2016), de tal manera que la noción de un patrimonio urbano como ciudad estática y un acervo físico, proveniente principalmente del pasado y desvinculado del tejido social, se transforme en una centralidad,⁷ con un alto contenido simbólico que incorpore características significativas en la edificación y en el contexto urbano, que propicie funciones colectivas que deriven en la vitalidad del espacio de la ciudad.

Es necesario precisar que se suele mencionar que los costos de la rehabilitación son siempre superiores a los de nueva urbanización y probablemente así sea, ya que se da por sentado que los edificios han de ser rehabilitados con criterios de eficacia (para hacer posible una vida moderna de calidad), pero no se menciona que también han de hacerlo eficientemente, mediante la compacidad, la integración con los tejidos existentes y con la disminución de la superficie urbanizada, con



Figura 16. Vivienda de alta densidad, La Condesa CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).



Figura 17. Rehabilitar, estrategia de la ciudad sostenible. Barranquilla, Colombia (Sergio Padilla, 2012).



Figura 18. Necesidad de reutilizar los inmuebles desocupados (<http://www.heraldo.mx/quieren-tomar-control-de-viviendas-abandonadas/>).

lo cual se evitará consumos de energía y combustible y, por tanto, una mayor contaminación (Ministerio de Vivienda, 2010).

Por otra parte, es un hecho que ya no se puede rehabilitar simplemente con criterios de eficacia, si no que se impone una rehabilitación con criterios de sostenibilidad (finitud, austeridad, equidad y autonomía), lo cual implica fomentar el aumento de la calidad del entorno urbano como una prolongación del espacio privado habitado. Por tanto, el diseño del espacio público debe cambiar, se debe abordar como temática necesaria para conseguir ciudades sostenibles. En definitiva: la rehabilitación es necesaria, tanto desde la visión de reconversión de los edificios como de la estructura urbana y del espacio público (Ministerio de Vivienda, 2010).

Otra temática que debe abordarse como parte de la estrategia de la rehabilitación, es el reutilizar el enorme stock de inmuebles y viviendas desocupados que se localizan en los centros y periferia de las ciudades. Lo cual requiere contar con un inventario preciso y actualizado de la cantidad de inmuebles, tipologías y condiciones físicas, además de regular el mercado inmobiliario para promover adecuadamente el uso de las viviendas desocupadas o infrautilizadas (Figura 18).

Los planes de reutilización del patrimonio inmobiliario infrautilizado, deben considerar tanto la rehabilitación y mejora del patrimonio, como, de ser necesaria, la demolición de edificios ilegales y/o incompatibles con el contexto urbano y con el medio ambiente.

Movilidad

Sin lugar a dudas el urbanismo y la ordenación del territorio determinan buena parte del patrón de movilidad, de ahí la importancia de optimizar el consumo de suelo y de planificar la ciudad y su área de influencia con criterios que permitan reducir la dependencia del uso del



Figura 19. Vialidades, Circuito Interior, CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).

automóvil, ya que el modelo vigente de movilidad urbana tiende a incrementarse debido a fenómenos como:

- Expansión de la urbanización dispersa.
- Incremento de espacios de actividad dependientes del automóvil (habitación, hipermercados, polígonos industriales o de oficinas con ubicación periférica).
- Construcción de infraestructuras (principalmente autopistas regionales y urbanas) que desequilibran el cometido de los medios de transporte público (Ministerio de Vivienda, 2010) (Figura 19).

Por ello la estrategia para lograr configuraciones urbanas compactas, que faciliten el acceso a los servicios urbanos (principalmente con relaciones de proximidad), buscan hacer viables los sistemas de movilidad sostenibles al incentivar el transporte público y eficientar las infraestructuras urbanas. Esta idea parte del principio de que la compacidad propicia el ahorro energético, la mezcla de usos, la vida urbana, la identidad colectiva y la cohesión social, es decir, que los modelos urbanos compactos incorporan diversidad de tipologías arquitectónicas y espacios urbanos que facilitan las relaciones sociales (Vergara y De las Rivas, 2016). De forma específica, el Ministerio de Medio Ambiente Español (2007), definió cinco objetivos para una movilidad sostenible, los cuales establecen:

1. Reducir la dependencia del automóvil.
2. Incrementar las oportunidades de medios alternativos de transportación, mediante la generación de oportunidades para que los usuarios del espacio urbano puedan caminar, pedalear o utilizar el transporte público en condiciones de comodidad y seguridad (Figura 20).
3. Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados, disminuyendo, de ser posible al mínimo, la construcción de calles o autopistas que promuevan la movilidad del transporte privado.
4. Evitar la expansión de áreas dependientes del

automóvil; luego entonces, se requiere soslayar la fragmentación del espacio urbano, ya que esta condición aumenta las distancias y tiempos de traslados y con ello se amenaza la estructura territorial y ambiental de las ciudades. En resumen, hay que frenar la urbanización de espacio no integrado a la estructura de la ciudad.

5. Recuperar la vitalidad del espacio público, de tal manera que las calles dejen de ser diseñadas como elementos para la movilidad y se retome su función de lugar de encuentro y espacio de convivencia.

Aunque la realización de la totalidad de estos objetivos parece improbable, ya que las deficiencias del transporte público es una de las principales excusas para justificar los comportamientos más irracionales del uso del automóvil, es necesario impulsar la mejora de la funcionalidad y el atractivo de utilizar el transporte público en la ciudad, si bien éste también presenta limitaciones, se debe tener claro que para que el transporte público sea eficiente se necesita una ocupación del suelo suficiente que permita su viabilidad y la certeza de una circulación con una velocidad que permita una adecuada movilidad en cada espacio de la ciudad (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). Al respecto, los criterios de actuación en temas de transporte, planteados por el Ministerio

de Vivienda de España (2010), abordan dos ideas sustantivas: el reducir las distancias entre actividades y el potenciar los medios de transporte no motorizados.

En el “Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español”, documento emitido por el Ministerio de Vivienda de España (2010), se indica que para reducir las distancias entre actividades es necesario: asociar la residencia y el empleo, establecer escenarios logísticos para la distribución de mercancías en cada zona de la ciudad, prever espacios para la comercialización de productos locales en proximidad y reducir la construcción de las infraestructuras necesarias para el funcionamiento de las metrópolis. Por otra parte, para potenciar el uso del transporte motorizado se propone:

- Integrar las redes diseñadas para peatones y ciclistas, con las zonas verdes de la ciudad.
- Aumentar el espacio disponible para el peatón.
- Construir rutas peatonales y para ciclistas, a nivel barrio.
- Integrar las rutas de bicicleta con otros sistemas de transporte público, además de disponer de estacionamiento para bicis (Figura 21).
- Reducir el tráfico motorizado privado, potenciando el transporte público, para lo cual se debe establecer una oferta adecuada de transporte colectivo, a escala urbana.



Figura 20. Incrementando las oportunidades de medios alternativos de transportación. Avenida Reforma, CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).



Figura 21. Construcción de rutas para ciclistas, Avenida Reforma, CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).

- Construir redes integradas de transporte.
- Reducir la superficie destinada al vehículo privado, además de restringir su uso y disminuir la velocidad permitida en su movilidad.
- Acotar los lugares de estacionamiento para vehículos privados, tanto en el espacio urbano, como en el espacio arquitectónico.

La aplicación de estos criterios procura integrar, con certidumbre, la estructura urbana y los patrones de viaje, pero para definir un patrón de movilidad sistémico es necesario analizar factores de la estructura que tienen influencia en la elección del modo de transporte y en como la estructura urbana determina la demanda de viajes. Al respecto Soria-Lara y Valenzuela (2014) han identificado siete variables que son imprescindibles analizar: el tamaño del asentamiento, la densidad, la diversidad, el diseño de la traza y el diseño de edificios, la localización espacial, la accesibilidad local y la provisión de cajones de estacionamiento en el espacio urbano arquitectónico. Como puede observarse, algunas de estas variables son coincidentes con los criterios de sostenibilidad abordados con anterioridad.

Estos autores también jerarquizan, por su grado de influencia en la definición de patrones de movilidad, las variables con mayor interacción con la estructura urbana. En primer lugar, mencionan que la cantidad de población en el asentamiento tiene una relación directa en la definición de las actividades urbanas y en el tipo y modo de los servicios de transporte público que se requieran. Otra variable que consideran relevante es la localización espacial, la cual evidencia que la dotación de equipamientos y servicios de forma local y en proximidad, reduce significativamente la necesidad de viajar y las distancias de viaje en los espacios urbanos. Por último, destacan que la provisión de lugares de estacionamiento establece la interrelación entre la estructura urbana y los patrones de viaje, influyendo principalmente en la elección del modo de transporte, ya que su dotación excesiva o su limitación y ausencia, es determinante para fomentar o inhibir patrones de movilidad mediante transporte público. Por tanto, la planeación de la movilidad urbana debe incentivar el uso eficiente de los modos de transporte, mediante el establecimiento de estrategias dirigidas a modificar los

patrones de viaje (es decir: cómo, cuándo y a dónde viajar). Además, se debe priorizar el uso de modos eficientes de transporte, como caminar y el uso de la bicicleta y del transporte público. A respecto, el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo en México (2012), plantea ocho principios que hay que tomar en cuenta en el desarrollo de estrategias y políticas para eficientar los sistemas de movilidad en la ciudad, los cuales son:

- Caminar, es decir promover la caminata mediante el desarrollo de barrios y comunidades multifuncionales, con actividades en proximidad y a nivel de calle; así como diseñar la calle para enfatizar la seguridad y comodidad del peatón. Este principio también busca revalorar el espacio público como elemento conector y generador de vitalidad en el espacio urbano.
- Pedalear, para ello es necesario priorizar la construcción de una red de infraestructura para la bicicleta, diseñar calles que permitan la seguridad tanto de ciclistas como de peatones y vehículos; y dotar al espacio urbano de estacionamiento seguro para bicicletas públicas y privadas (Figuras 22 y 23).
- Conectar mediante espacios densos de calles y andadores que sean muy accesibles para peatones, ciclistas y tránsito vehicular; diseñar el espacio urbano considerando calles sin autos y caminos verdes para motivar viajes no motorizados.
- Moverse por medio de transporte público de alta calidad que asegure un servicio frecuente, rápido y directo, también se deberá considerar la ubicación de las actividades urbanas a distancias caminables entre ellas.
- Mezclar, este principio considera el planificar el espacio urbano con usos de suelo mixtos, buscando equilibrar la vivienda, el comercio, los parques, los espacios abiertos accesibles y los servicios, de manera que se produzca vitalidad.
- Compactar, se ha mencionado que las características formales de la ciudad es el tema del urbanismo sostenible y una de las ideas que más se apoya es la de crear regiones compactas, ya que esta condición morfológica produce viajes pendulares cortos. Este principio también busca reducir la expansión urbana orientando el crecimiento interurbano y

hacia áreas adyacentes y vecinas a los asentamientos existentes.

- Densificar, si se asume el papel relevante que la densidad tiene en la optimización de los servicios urbanos y que la densidad y la diversidad de usos contribuyen a la vitalidad urbana, es necesario hacer coincidir la densidad poblacional con la capacidad del sistema de movilidad.
- Cambiar, este principio se refiere a la transformación que debe registrarse en la relación entre el tránsito de vehículos y el espacio urbano, por tanto, se plantea la necesidad de incrementar la movilidad a través de la reducción de los lugares de estacionamiento y la regulación del uso de las vialidades; es decir, limitar el estacionamiento para desalentar el uso del automóvil e instaurar cuotas por uso del automóvil por horas del día y destinos.

Comentarios finales

En resumen, el tema de la movilidad es un aspecto fundamental para la definición de la forma y funcionalidad del espacio urbano, así que en la planificación y diseño de la ciudad se deberá proyectar, de forma acuciosa, la

localización de las actividades para, entre otras cosas, evitar aumentar la longitud de las infraestructuras, disminuir el movimiento de personas o mercancías y mejorar la densidad urbana. El objetivo es aproximarnos, lo más posible, a la compacidad y de esta forma complejizar el espacio urbano y optimizar los sistemas de transporte.

En el urbanismo sostenible, aun con debates encontrados, existe consenso en las ventajas y beneficios de impulsar el modelo compacto en la construcción del espacio urbano, lo cual, en general, implica fomentar los usos del suelo mixtos, el diseño denso de la edificación, la variedad en la tipología edificatoria, diseñar zonas cómodas para el peatón y contar con diversidad de opciones de transporte. Hay que destacar que la distribución de la población y de los lugares donde se vive, se trabaja, se compra y se realizan actividades de recreación, definen los puntos de origen y destino de los recorridos y, por tanto, la duración de los viajes y los flujos de movilidad dentro del espacio urbano.

Otro elemento que hay que resaltar es la preeminencia de la densidad, pero es necesario no perder la perspectiva de iniciar el debate respecto a si la adopción de rangos y umbrales en la densidad edificatoria es lo más adecuado para el diseño de la ciudad, ya que generalmente se opta por el uso de estándares máximos,



Figura 22. Pedalear, Avenida Reforma, CDMX (Elizabeth Espinosa, 2018).



Figura 23. Sí a la bicicleta (Elizabeth Espinosa, 2018).

generando la idea de que optimizar la densidad representa únicamente verticalidad, no explorando otras opciones para la obtención de densidades altas, que permitan en el espacio urbano flexibilidad y vitalidad.

No obstante la importancia de los factores comentados, el entono de la movilidad debe ser resultado de una valoración integral de la estructura urbana y del patrón de viaje, a fin de obtener información de: los elementos de la estructura urbana que tienen incidencia sobre el patrón de viaje; la eficiencia de la movilidad en el uso del espacio y la energía; los factores que influyen en el

comportamiento de la población al seleccionar modos de transporte y, finalmente, los aspectos vinculados al patrón de viaje (dotación de transporte público, tráfico privado, rutas peatonales, etc.) (Vergara y De las Rivas, 2016).

En efecto, para construir ciudades más habitables y con un menor impacto ambiental es necesario abordar, con un enfoque multidisciplinar, la temática de la movilidad, planificando, como elemento prioritario, la integración de los usos del suelo y la movilidad, además de diseñar el espacio público como estructurador de redes funcionales y de transporte.

Bibliografía

- Alexander, Christopher (1968), "Nuevas ideas sobre diseño urbano", en *Cuadernos Summa-visión*, Año 1, No. 9, Buenos Aires, Argentina.
- Bodenschartz, Harald (2005), "New Urbanism ¿Un nuevo sueño americano?", en *ur|b|jes, Revista de ciudad, urbanismo y paisaje*, Año II, Lima, noviembre, pp. 223-236.
- Bramley, Glen (2009), "Urban Form and social sustainability: the role of density and housing type", en *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 36, UK, pp. 30-48.
- Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU (1987), *Informe Brundtland*.
- Delgadillo Polanco, Víctor Manuel (2012), "Patrimonio Urbano 1990-2010. Teoría, Tendencias y Desafíos en el siglo XXI", en *Urbanismo, Temas y Tendencias*, Tomo I, Colección Textos FA, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 85-99.
- Gaja i Díaz, Fernando (2008), "Urbanismo Ecológico, ¿sueño o pesadilla?", en *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, No. 3, Universitat Politècnica de Catalunya, España, pp. 105-157.
- Gavinha, J. A. y Sui, D. Z. (2003), "Crecimiento inteligente. Breve historia de un concepto de moda en Norteamérica", en *Scripta Nova*. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona, Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(039). [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(039\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(039).htm) (Consultado el 13/07/2018).
- Gómez Contreras, Jennifer (2014), "Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental", en *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, Vol XXII (1), enero-junio 2014, Universidad Nacional de Colombia, pp. 115-136.
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México/ Centro Eure (2012), *Planes Integrales de Movilidad: Lineamientos para una movilidad urbana sustentable*, Embajada Británica en México y Fondo de Prosperidad. México.
- Marmolejo, Carlos y Stallborhm Mariana (2008), "En contra de la ciudad fragmentada ¿hacia un cambio de paradigma urbanístico en la región metropolitana de Barcelona?", en *Scripta Nova*, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, Universidad de Barcelona, Vol XII, número 270(65) <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-65.htm>; ISSN 1138-9788.
- Ministerio de Vivienda, Gobierno Español (2010), *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español*, España.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007), "Libro Verde del Medio Ambiente Urbano"; Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, España.
- Silva Duarte, Denise Helena (2012), "Densidade e qualidade ambiental: o inevitável o desejável e o possível", en *Hábitat Sustentable*, UAM Azcapotzalco, México.
- Soria-Lara, Julio y Valenzuela Montes Luis Miguel (2014), "Más allá de la estructura urbana y del patrón de viaje. El 'entorno de movilidad' como instrumento para la planificación y la evaluación", en *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, No. 64. España.
- Verdaguer, C. (2000), "De la sostenibilidad a los ecobarrios", en *Boletín CF+S 14, Hacia una arquitectura y un urbanismo basados en criterios bioclimáticos*; España, diciembre, <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/acver.html> (Consultado el 25 /06/2018).
- Vergara, Alfonso; De las Rivas, Juan (2016), *La inteligencia del territorio. Supercities*, Fundación metrópoli, Pamplona, España, pp. 222-257.



—
Aníbal Figueroa Castrejón

Ciudades con energía cero (*Net Zero Cities*)

PALABRAS CLAVE:

**energía cero, balance cero,
ciclos cerrados**

KEYWORDS:

**zero energy, zero balance,
closed cycles**

—
RESUMEN

Las ciudades y edificios del siglo XXI tenderán cada vez más a ser neutras en su consumo de energía y servicios, debido a que en varias partes del mundo se están organizando movimientos sociales, económicos, ambientales y políticos que propician estos cambios, facilitando el desarrollo de tecnología y modificando el comportamiento individual y colectivo de las personas. Un edificio "Net Zero" es aquel que es capaz de producir en un ciclo anual la energía que consume y ser autosuficiente en sus servicios. Una ciudad, un barrio o una aldea "net zero" es capaz de hacer lo mismo, pero a una escala urbana.

ABSTRACT

Cities and buildings of the 21st century will increasingly tend to be neutral in their energy consumption and services. For this purpose, social, economic, environmental and political movements that promote these changes, facilitate the development of technology and modify the individual and collective behavior of people are happening in different parts of the world.

A "Net Zero" building is one that can produce in an annual cycle the energy it consumes and be self-sufficient in its services. A city, a neighborhood or a "net zero" village can do the same, but on an urban scale.

—
Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
fca@correo.azc.uam.mx

Urbanismo sustentable

Actualmente en nuestras ciudades todo se consume y todo se desecha, la mayoría de las veces sin ningún tratamiento: el agua, el aire, la energía, los materiales, los alimentos, etc. Necesitamos cambiar nuestros patrones actuales de ciclos abiertos donde entran insumos y sale basura y contaminación, a ciclos cerrados de producción, almacenamiento, consumo y reciclado. Existen varios puntos clave para lograr estos objetivos como son: adaptación de las ciudades al clima, el manejo del agua, las áreas verdes (paisaje y vegetación), energía, empleo, transporte eficiente, densidad de construcción, uso de materiales locales y apropiados, eco-tecnologías y patrimonio histórico, entre otros (Figura 1).

Clima

Posiblemente *la mayor amenaza actual provocada por el ser humano es el cambio climático* y los efectos de éste a nivel planetario. Estos cambios pueden tener severas repercusiones en el comportamiento del planeta que afectarán a su población. Aun cuando hay opiniones divergentes, la mayoría de los países han identificado acciones antropogénicas que requieren atención inmediata.

El cambio climático no afecta solamente a las regiones polares y a los animales que ahí habitan, sino a todas las áreas del planeta. El cambio de un grado en la temperatura de la Tierra puede ocasionar que se desertifiquen o inunden regiones completas, que se propaguen enfermedades, que desaparezcan cultivos y especies animales, que se propaguen plagas y se modifique la producción de alimentos. Esto puede generar la migración de millones de personas en periodos muy cortos de tiempo, lo que ocasionará graves conflictos sociales (Figura 2).

Los desarrollos urbanos, desde las aldeas a las megalópolis, están directamente relacionados al lugar y clima donde se localizan y son responsables de muchas de las afectaciones climáticas, medidas por los llamados gases de efecto invernadero. Por ello es vital reducir el consumo energético y la emisión de gases en las ciudades,

producto de diversos procesos de transformación de energía empleada en ellas.

En México, prácticamente la totalidad de la energía consumida en los ayuntamientos y municipios se emplea de forma directa en los núcleos urbanos sobre todo para iluminación de calles y avenidas, así como bombeo de agua potable. Con frecuencia los usuarios de estos servicios no pagan cuotas de mantenimiento o éstas son inferiores a su costo de operación, lo que genera deudas en el suministro eléctrico que sobrepasan la capacidad de pago de los ayuntamientos (*El Universal Electrónico*, 2015). Se desarrolla entonces un círculo vicioso donde los desarrolladores adquieren terrenos agrícolas a bajo costo, presionan para conseguir el cambio de uso de suelo (con frecuencia asociados con políticos corruptos), fraccionan y venden lotes de terreno obteniendo enormes ganancias a corto plazo. Y, entonces, traspasan a los ayuntamientos la responsabilidad de la operación y mantenimiento de la infraestructura y los servicios.

En las ciudades del siglo XXI para conseguir un “balance cero” cada luminaria y cada pozo instalado por los desarrolladores debe contar con un sistema fotovoltaico que le permita generar la energía que consume. Esto reduce el problema de suministro y costo de la energía, sin eliminar las cuotas municipales indispensables para la operación y mantenimiento de los sistemas.

Agua

Desde el inicio de la humanidad, el acceso al agua ha sido una determinante para la ubicación y desarrollo de los núcleos urbanos. Sin embargo, actualmente este líquido vital se desperdicia y usa en forma muy ineficiente, creando, además, un grave problema de contaminación de todos los cuerpos de agua superficiales. El máximo aprovechamiento urbano de agua se está convirtiendo en una de las prioridades urbanas más urgentes. *No puede existir una ciudad sin acceso al agua potable.* A consecuencia de los cambios planetarios, ya están en situación crítica algunas megalópolis. En el año 2018, Ciudad del Cabo, segunda ciudad más grande del continente africano, con una población de 3'750,000 personas (2011), fue la primera megalópolis



Figura 1. Diseño urbano sustentable.

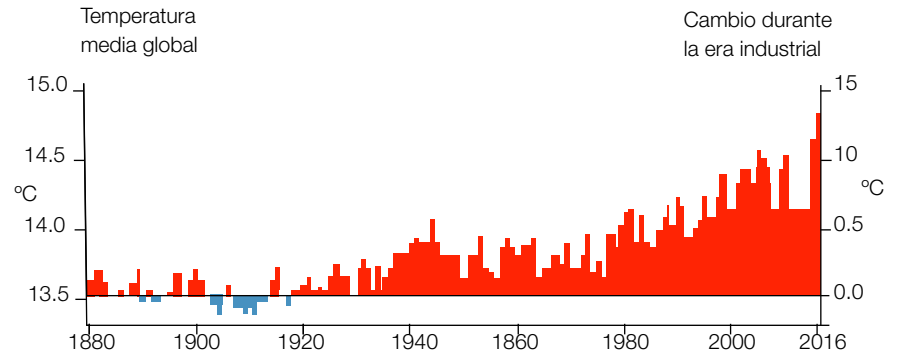


Figura 2. Temperatura global anual del aire de la superficie desde 1880 a 2016 (5°. Informe IPCC, 2017).

en quedarse sin agua potable, producto del crecimiento demográfico exponencial (en 2001 tenía 2'893,000 habitantes), la falta de lluvia y una mala planificación de la infraestructura y las construcciones (*El País Electrónico*, 2018) (Figuras 3 y 4).

Esto ha obligado a las autoridades africanas a tomar medidas de emergencia, como racionar desde el mes de enero del 2018 el uso de agua a sólo 50 litros por persona por día, y quien sobrepasa este límite tiene una multa de 800 euros. Pero a partir del mes de mayo de ese mismo año sólo pudieron obtener 25 litros por persona por día en alguna de las ciento ochenta tomas públicas de la ciudad. Todas las tomas domiciliarias serán cerradas.

Si observamos las imágenes satelitales es evidente que el crecimiento urbano se ha dado sin áreas verdes, que son vitales para la recarga de las aguas subterráneas

y destruyendo completamente el sistema hidrológico superficial que es la otra fuente de abastecimiento. Ciudad del Cabo está junto al mar y el gobierno podría desalinizar el agua marina para convertirla en potable, pero ese tipo de proyectos a gran escala requieren muchos recursos y de varios años para su planeación, elaboración, construcción y puesta en marcha.

Una parte importante de la solución a este grave problema está al alcance de la mano, en la llamada "cosecha de agua". En todo el planeta llueve agua dulce. El régimen de lluvia varía de un lugar a otro y también presenta oscilaciones anuales. En la mayoría de las ciudades mexicanas tenemos lluvias entre 650 y 1000 milímetros anuales repartidas en periodos que van desde los tres hasta los doce meses. Esto representa entre 650 y 1000 litros al año por cada m^2 de



Figura 3. Ciudad del Cabo, África, 1984 (google maps).



Figura 4. Ciudad del Cabo, África, 2016 (google maps).



Figura 5. Sistema Tlaloque de Isla Urbana
(islaurbana.mx/project/manualesyficahastecnicas/).

superficie de azotea o terraza. Por ejemplo, si tenemos 100 m² de área de captación tendríamos entre 65,000 y 100,000 litros de agua disponibles por año por cada vivienda.

Empresas como “Isla Urbana” han desarrollado y patentado en México sistemas de bajo costo que funcionan correctamente y pueden hacer que una vivienda reduzca entre 6 y 8 meses su dependencia a la red de agua potable. Actualmente esta empresa está instalando cerca de 5,000 sistemas en la zona sur de la Ciudad de México captando cerca de 250 millones de litros anuales (Figura 5).

Pero no basta con captar el agua de lluvia, también se necesita reducir el consumo de agua en todas las ciudades. Desarrollos como los urinarios secos y los inodoros de baja descarga a 6 litros, son un paso significativo. La industria de electrodomésticos también ha desarrollado nuevas tecnologías para el lavado de ropa que consume hasta un 50% menos agua que los sistemas actuales.

El problema que enfrentan los sistemas de captación de agua es el costo muy bajo que tiene en general el servicio de agua potable. Sin embargo, como lo demuestra el caso de Ciudad de Cabo, el agua es invaluable cuando no la hay, porque sin ella no hay vida.

Vegetación y paisaje

Ante estos grandes retos urbanos, parecería que vegetación y paisaje tienen una importancia secundaria, pero no es así. La vegetación, conservación e incremento de la biodiversidad, juegan un papel fundamental en la regulación del clima, en la captación, almacenamiento y purificación del agua, en la fijación del CO₂ y otros gases, así como en la producción de oxígeno. Sin embargo, los desarrollos urbanos contemporáneos le han dado muy poco valor a la vegetación sin entender que

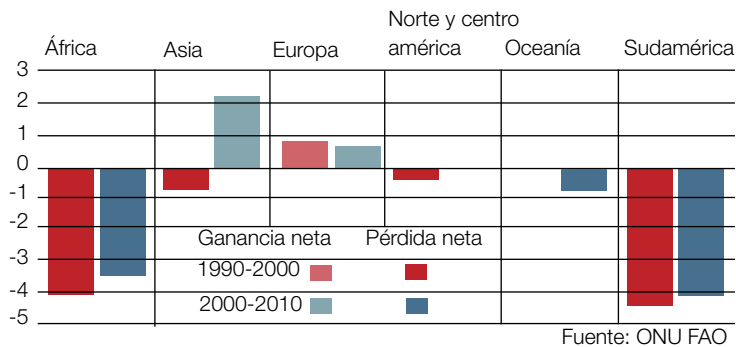


Figura 6. Tendencias en áreas forestales (millones de hectáreas por año) (ONU, FAO, 2011)

cada ser humano requiere de decenas de árboles para tener el agua y el oxígeno que necesita. Los elementos vegetales se incluyen, si acaso, como un elemento decorativo.

Hasta el siglo xx, parecía que existía una reserva interminable de árboles para un número limitado de seres humanos, pero el crecimiento exponencial de la población humana de los últimos cien años y los acelerados procesos de deforestación de las grandes selvas de América y África evidencian un desequilibrio cada vez mayor, con pérdidas equivalentes a ocho millones de hectáreas cada año entre los dos continentes durante los últimos veinte años (ONU, FAO, 2011), es decir, 160 millones de hectáreas deforestadas (Figura 6).

Modificación de la topografía

Otro fenómeno urbano con consecuencias negativas hacia el cambio climático y la calidad de vida, es la desaparición de la flora y fauna y la sustitución de las áreas permeables por pavimentos. Resulta paradójico que los desarrollos en zonas boscosas vendan la idea de “vivir en el verde”, pero promuevan con sus proyectos la destrucción total de los árboles y modifiquen de manera drástica e irremediable la topografía por medio de “cortes” del terreno y rellenos. Esto se debe en parte a la ignorancia, codicia y corrupción de los desarrolladores y autoridades. Los primeros argumentan que el valor de mercado de un terreno plano y “limpio” es superior al de un terreno en pendiente y arbolado. Sin embargo, esta práctica ocasiona la destrucción de los sistemas hidrológicos y conlleva graves problemas para el desalojo del agua, particularmente en eventos extraordinarios como los huracanes, tormentas intensas o trombas. De igual forma, desestabiliza los suelos volviéndolos vulnerables a deslizamientos de tierra ocasionados por el



Figura 7. Santa Fe, Ciudad de México (Anibal Figueroa).

reblandecimiento del terreno en temporada de lluvias o movimientos sísmicos (Figura 7).

Para conseguir ciudades autónomas necesitamos urgentemente promover formas de desarrollo urbano menos depredadoras de las áreas naturales, donde los edificios y las superficies no permeables ocupen menos del 50% del terreno disponible, respeten los escurrimientos naturales, conserven la vegetación nativa de árboles y arbustos y cuenten con al menos un árbol propio del lugar de talla grande por cada habitante. Estas recomendaciones ya están plasmadas en la normatividad nacional (NMX-AA-164-SCFI-2013), pero su aplicación es voluntaria.

Además, el aumento de la población en grandes megalópolis como Shanghai, Guandong, Ciudad de México o Sao Paulo, se ha llevado a cabo sobre algunas de las tierras más fértiles sustituyéndolas por concreto, creando un círculo muy amplio de dependencia de productos y servicios hacia otras regiones, zonas e incluso países (Figura 8).

Energía

La sociedad actual es altamente dependiente de la energía. Sin electricidad ninguno de los procesos basados en computadores opera. Cuando el suministro se interrumpe por sólo un segundo, la mayoría de los procesos digitales colapsan. Cada vez necesitamos más fuentes constantes y estables de energía para operar todos los sistemas. En este sentido, las energías limpias (hidráulica, geotérmica, mareomotriz) y las renovables (solar, eólica, biomasa) serán determinantes para sustituir al petróleo y a la energía nuclear como fuentes energéticas.

En particular los gobiernos y las asociaciones profesionales de Europa Central y algunas de Asia han asumido el reto de construir la totalidad de los nuevos

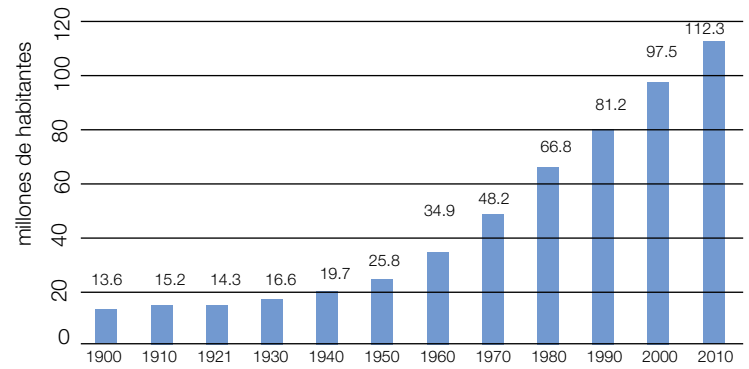


Figura 8. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2018 (INEGI).

edificios para el año 2030 de tal forma que no consuman más energía que la que generen y para el 2050 incluir la totalidad de los edificios existentes. Programas como *Net Zero Building* o *Net Zero Energy* iniciados en Europa pueden ser la respuesta para una sociedad sostenible e independiente energéticamente.

Está demostrado que el camino a esta meta pasa primero por la eficiencia y después por la generación de energía. Es mucho más económico y sostenible ahorrar energía en las ciudades y edificios a través de estrategias de diseño adecuadas, o por una correcta selección de materiales y una planificación urbana sostenible, que tratar de generar energía con diferentes tecnologías para un consumo creciente. En la Figura 9, se puede observar que los países desarrollados empiezan a presentar un consumo energético estable, mientras que las economías en desarrollo tienden a aumentarlo constantemente.

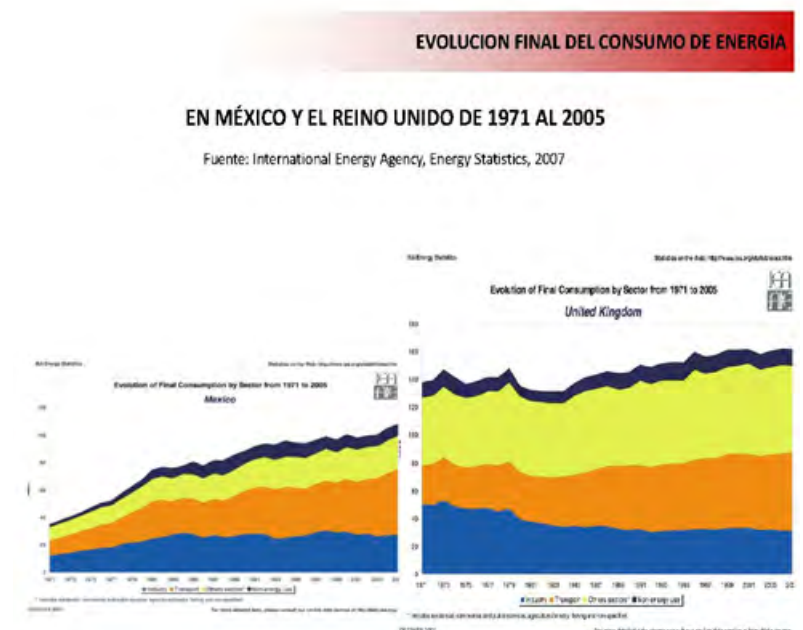


Figura 9. Evolución final del consumo de energía en México y el Reino Unido de 1971 al 2005.

China ha entendido la importancia estratégica de producir tecnología para la generación de energía limpia a precios accesibles y cuenta con el programa nacional más ambicioso de producción de elementos tecnológicos para las ciudades y edificios. Hoy en día el liderazgo indiscutible de China en colectores solares para calentamiento de agua, les ha llevado a dominar el mercado mundial. Su éxito se basó en el desarrollo y producción a gran escala de tubos evacuados con cambio de fase, que es una tecnología conocida, por lo menos, desde hace tres décadas, pero que ningún país la había desarrollado industrialmente y producido a precios accesibles.

En este momento se están desarrollando en China celdas fotovoltaicas y aerogeneradores de nueva generación cuyos precios ya son los más económicos del mercado mundial. La Unión Europea y los Estados Unidos han establecido barreras arancelarias y normativas hacia los productores chinos para evitar que éstos afecten sus industrias locales, que tienen productos hasta el momento más caros e ineficientes.

Transporte

Los nuevos roles sociales y los cambios de formas de vida afectarán a las edificaciones, pero sobre todo

requerirán nuevas formas de vivienda y transporte. Aun cuando pareciera una contradicción, el regresar a las formas más simples de transporte local como *caminar o andar en bicicleta se está convirtiendo en el futuro de las ciudades*. De hecho, megalópolis como Londres prácticamente han prohibido el acceso de automóviles personales a sus zonas centrales, aplicando una tarifa de “peaje” a los vehículos que emplean las calles del centro. Esta estrategia ha sido complementada con una red constante y eficiente de transporte público a través de los célebres autobuses de dos pisos londinenses.

Existe actualmente un desarrollo cada vez mayor de bicicletas mecánicas de alta tecnología, así como bicicletas eléctricas que ayudan a reducir el esfuerzo físico, lo que es importante sobre todo para personas mayores y niños que recorren grandes distancias. Hoy en día están disponibles y accesibles modelos que permiten andar con facilidad de 10 a 15 kilómetros en 30 minutos o menos.

Estas formas básicas deben ser complementadas con transporte regional, masivo, eficiente y seguro; los ejemplos más exitosos de este enfoque se encuentran en Japón y China donde se están consolidando redes nacionales de trenes de alta velocidad (desde 300 hasta 800 km/h) que interconectan en las ciudades con modernas redes de metro y de ahí se puede transitar en autobús,



Figura 10. Red de trenes de alta velocidad en China, “Plan 8 verticales y 8 horizontales” (<https://en.wikipedia.org/wiki/>).

Figura 11. Redes ferroviarias en China (<https://en.wikipedia.org/wiki/>).

bicicleta o caminar a todos los destinos de las ciudades en menos tiempo y con menor costo (Figura 10).

Las redes ferroviarias sustituyen ventajosamente a la aviación, ya que las estaciones de ferrocarril están ubicadas al centro, permitiendo una comunicación más rápida, cómoda y segura, consiguiendo, además, mayor eficiencia energética y de tiempo de los viajeros. En un país tan extenso y poblado como China, es posible ir y regresar a ciudades que están a 600 kilómetros de distancia en un día, con trayectos de dos horas de centro a centro de las ciudades. Esto equivaldría a un viaje de México a Guadalajara (Figura 11).

Densidad

Aunque ha sido un tema polémico en múltiples foros de análisis regional, urbano, económico y social, la redensificación de los núcleos urbanos es una de las estrategias urbanas más importantes. Sin embargo, debe existir un equilibrio entre la densificación y el espacio verde público, así como limitaciones en cuanto a la altura y número de departamentos en relación con las áreas verdes. El límite de esta política está condicionada en el acceso al sol o al viento para generar energía suficiente por medios renovables (Green, E., 2017).

El crecimiento suburbano unifamiliar que caracterizó a las ciudades del siglo xx y que colapsó a las ciudades mexicanas en los primeros quince años de este siglo, demostró que no es posible crecer ilimitadamente en vivienda y sin desarrollar simultáneamente los sistemas urbanos de infraestructura, transporte, servicios, equipamiento, industria y áreas verdes. En estas condiciones, la vivienda unifamiliar es inviable y produce graves problemas sociales y económicos (Figura 12).

Es muy lamentable que en un país con necesidad de vivienda como México, más de 250,000 nuevas viviendas financiadas a través del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) estén abandonadas porque resulta perjudicial vivir ahí. En las viviendas abandonadas, la constructora no tomó en cuenta el clima por lo que son o muy calientes o muy frías, el transporte es caro e ineficiente consumiendo hasta el 30% del ingreso y con un promedio de tres horas al día de cada habitante, además, no hay equipamiento de salud, ni educación; no hay áreas verdes; no hay lugares de abasto; los servicios son de mala calidad o inexistentes. Y todo esto se debe a la especulación extrema de las inmobiliarias que han buscado el máximo beneficio con la mínima inversión, sin dar ningún valor a la calidad de vida, al medio ambiente, a la salud física y mental de los habitantes, a la



Figura 12. Vista aérea de los nuevos "suburbios" mexicanos de interés social en Hermosillo, Sonora. Sin sombra, sin áreas verdes, sin equipamiento y sin transporte público (Anibal Figueroa).



Figura 13. Urbanismo prehispánico: Acrópolis de Edzna (Natalia Figueroa).

educación y la cultura (*Diario Vanguardia/MX* electrónico, 2018).

La densificación urbana requiere que se provea a los habitantes de áreas recreativas, que se conserven los sistemas hidrológicos, que se prevea la producción de la energía que consumirán, que se incluya transporte efectivo y seguro a un costo accesible para desplazarse a otras áreas de la ciudad o del país, que se cuente con equipamiento de educación, salud, abasto, cultura y esparcimiento, y también que los desarrollos sean accesibles a las fuentes de trabajo.

En este sentido, modelos con densidades medias (de 3 a 8 niveles) dentro del tejido urbano han demostrado ser menos dependientes de la energía que las torres de 20 a 40 niveles, y pueden producir espacios socialmente adecuados con mayor densidad que las viviendas unifamiliares y aprovechar los servicios y equipamiento existentes (Graca, 2017). Algunas de las primeras unidades habitacionales mexicanas son buenos ejemplos de ello: Unidad Independencia, Multifamiliar Juárez, Multifamiliar Miguel Alemán, Unidad Lomas de Sotelo, etc.

Elementos históricos

Los elementos urbanos históricos deben ser referentes importantes para el nuevo urbanismo del siglo XXI. Desde luego, un antecedente extraordinario de los espacios abiertos es el uso de las plazas y plataformas en las culturas prehispánicas que tuvieron un lugar preponderante en el urbanismo precolombino

al interactuar con la topografía, responder a los rumbos solares funcionando como enormes observatorios donde todos los monumentos tienen una función de orientación, usar el viento para climatizar y desarrollar una acústica extraordinaria que permitía oír claramente las palabras de los gobernantes-sacerdotes en grandes plazas y plataformas, entre otros (Figura 13).

Se han estudiado los recintos ceremoniales prehispánicos desde un punto de vista histórico y antropológico, pero se ha estudiado poco su importancia ambiental y su respuesta a los fenómenos naturales. Conocemos algunas sitios arqueológicos, y muchos de éstos continúan sin ser explorados y reconstruidos, sujetos al saqueo y a la destrucción por el paso del tiempo, la intemperie y el crecimiento de vegetación en ellos. Los sitios que apreciamos hoy en día no son ni remotamente similares a su condición original, pues carecen de sus aplanados y colores, taludes y cresterías, así como de los sistemas hidráulicos que jugaron un papel muy importante en su funcionamiento.

Por otra parte, el legado de 500 años de mestizaje creo una impronta urbana definitiva en casi todos los pueblos y ciudades de México. Sus orígenes son las reales ordenanzas de Felipe II del siglo XVI (Andrzej Wyrobisz, 1980), que en su momento fueron los tratados urbanos más vanguardistas del mundo con una visión renacentista aplicada obligatoriamente a todas las ciudades y pueblos de América y que responde a los cambios sociales, científicos y humanísticos que generó el renacimiento europeo. Las plazas, pórticos, calles, paseos, parques y alamedas de la América Colonial



Figura 14. Jardines del Pedregal, Luis Barragán (Aníbal Figueroa).



Figura 15. El Bebedero en Las Arboledas, Luis Barragán (Aníbal Figueroa).

merecen ser reconsideradas como elementos urbanos dignos de replicarse e incorporarse al urbanismo moderno, tanto por su significado de identidad cultural como por su pertinencia al clima y a las condiciones locales. Después de todo, la España renacentista de la reconquista era un crisol de las culturas mediterráneas que incluían a romanos, griegos, godos, celtas, árabes y fenicios, que aplicó en el urbanismo colonial la experiencia constructiva de sus culturas.

En el siglo xx existen ejemplos interesantes, sobresale el trabajo urbano de Luis Barragán, el arquitecto mexicano más reconocido a nivel mundial. Sus obras arquitectónicas son internacionalmente admiradas e incluso han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad, mientras que su trabajo urbano, más numeroso y relevante, ha pasado casi desapercibido. Barragán desarrolló desde 1940 varios fraccionamientos en la Ciudad de México, Guadalajara, Acapulco y Colima. Su obra urbana es de grandes dimensiones e integra siempre a la naturaleza. En el urbanismo de Barragán, el principal protagonista es la naturaleza, basta observar los nombres de algunos de los fraccionamientos para entender el papel primordial que daba Barragán al entorno natural: Jardines del Pedregal de San Ángel (1942-1955), Las Arboledas (1962-1968) y Lomas Verdes (1968-1972).

La planificación de los proyectos urbanos de Barragán parten siempre de las condiciones naturales del terreno, la vegetación nativa y sus accidentes. En el Pedregal de San Ángel, las dramáticas grietas y formaciones de piedra volcánica son utilizadas como un

elemento decorativo que contrasta con la limpieza abstracta de las edificaciones pintadas en blanco o la ductilidad del agua en estanques y fuentes. En la Figura 14 se observa como Barragán explora la idea de un jardín como lugar de habitar y la casa como un refugio temporal. Busca la extraña belleza de las plantas nativas: el colorín y el palo bobo, que complementa con buganvillas y arbustos para crear un concepto completamente novedoso de los jardines y espacios urbanos exteriores en el siglo xx.

No podemos dejar de mencionar las Torres de Satélite (1955), diseñadas junto con Mathias Goeritz, como la primera escultura urbana a la escala de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Este es un elemento urbano que no tendrá replica en el urbanismo nacional hasta el puente de la Puerta de Santa Fe, de González de León. Las Torres de Satélite son un elemento cuya única función es marcar la entrada al Valle de México. Es una escultura urbana de dimensiones monumentales y colores intensos. Es indispensable caminar junto a ellas para entender sus verdaderas dimensiones. Su geometría efectúa juegos de perspectiva según se le vea entrando o saliendo del Valle o como enormes muros de color en sus vistas laterales a escala peatonal. Son un hito y referente indiscutible del norte de la Ciudad de México.

Por otro lado, en Las Arboledas encontramos nuevamente conceptos urbanos vinculados fuertemente con la naturaleza. Barragán diseña un fraccionamiento basado en la idea de "Paseos" que tiene sus referentes históricos en los paseos de las haciendas, los bulevares parisinos o el Paseo de la Reforma. Sin embargo, en Las Arboledas los

paseos forman la estructura principal del fraccionamiento, dividen secciones y permiten crear circuitos para recorrerlos caminando o montado a caballo. Aquí el espacio público pierde su centralidad hispana en la plaza, para adquirir características escenográficas dinámicas en paseos que pueden ser vistos desde un auto a gran velocidad o caminando al paso de un caballo (Figura 15). De hecho, se diseñan tres sistemas de movimiento: el de los automóviles pavimentado con concreto, el de las aceras sombreadas para peatones y el paseo central en los camellones con arcilla para los caballos y sus jinetes.

Después de más de 50 años de su diseño, los paseos de Las Arboledas han madurado. No hay muchos jinetes, pero sí han demostrado su vigencia siendo usados constantemente por los peatones, tanto como áreas de ejercicio y para caminar. Los largos trazos de los paseos que interrumpen la mayoría de las calles, permiten transitarlos con seguridad a la sombra de los árboles, separando visualmente las viviendas. Son agradables parques lineales que recorren y estructuran toda la superficie del fraccionamiento. Sus pavimentos permeables permiten la recarga de los acuíferos, incluyen numerosos árboles, arbustos y permiten un contacto directo con la naturaleza.

Conclusiones

Los síntomas de un desarrollo urbano desequilibrado son evidentes, observables y medibles a simple vista en muchos lugares del planeta y también en el territorio mexicano: la destrucción de nuestras selvas, la contaminación de los cauces de agua, la mala calidad del aire en

las ciudades, el congestionamiento de las calles y avenidas, el encarecimiento de la energía eléctrica, el abasto insuficiente de agua potable y, en general, la reducción de la calidad de vida.

Es importante comprender el efecto que los errores de planeación urbana y construcción de infraestructura cometidos en el pasado y en el presente están teniendo sobre el clima global y sobre las condiciones ambientales locales. Ejemplos como Ciudad del Cabo nos marcan claramente la urgencia de actuar para corregir estos problemas, antes de que se vuelvan críticos e irremediables.

Con una visión de sustentabilidad para el diseño del siglo XXI, conceptos urbanos como los de Las Arboledas pueden ser un ejemplo de viabilidad urbana para peatones y ciclistas, pero es importante combinarlos con construcciones de densidad media que cuenten al menos con un 50% del lote como área verde; incluir zonas con usos mixtos comerciales, habitacionales y de servicios, que apliquen normatividad obligatoria para el ahorro y uso eficiente de la energía y los servicios en el diseño de los edificios, conectándolos a la ciudad con sistemas de trenes suburbanos o regionales de alta velocidad; con reglamentación que obligue a la cosecha de agua y a la instalación de sistemas de generación de energía limpia en techos y azoteas, así como promover el desarrollo de centros de trabajo a los que puedan acceder los habitantes caminando, en bicicleta o en transporte masivo para inhibir el uso del automóvil, entre otros.

Todos estos conceptos se deben integrar para encontrar las versiones locales específicas para cada ciudad con Energía Cero Neta (*Net Zero Energy*) que la sociedad contemporánea y el medio ambiente de este siglo demandan con urgencia.

Bibliografía

- Diario Vanguardia/MX electrónico (2018), "Hay más de 250 mil viviendas del Infonavit abandonadas: El Barzón Popular".
<https://www.vanguardia.com.mx/articulo/hay-mas-de-250-mil-viviendas-del-infonavit-abandonadas-el-barzon-popular>.
 28 Mayo 2017.
- El Universal Electrónico (2015), "CFE deja sin luz a dos municipios de Morelos por adeudo".
<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/09/1/cfe-deja-sin-luz-dos-municipios-de-morelos-por-adeudo>
- El País Electrónico (2018), "Ciudad del Cabo, la agonía de quedarse sin agua".
https://elpais.com/elpais/2018/02/09/planeta_futuro/1518177674_391436.html
- Graca, V. Junior y E.C. Casagrande, S. (2017), Sustainability, government laws and the real estate market in Sao Paulo, Brasil, PLEA 2017 Proceedings. Edimburg, UK.
- Green, E. (2017), More versus Better: exploring the tensión between quality and quantity in housing, and the opportunities offered by alternative approaches. PLEA 2017 Proceedings, Edimburg, UK.
- Wyrobisz, Andrzej (1980), "La ordenanza de Felipe II del año 1573 y la construcción de ciudades coloniales españolas en la América", en Estudios Latinoamericanos, No. 7, PL ISSN 0137-3081.
- <http://islaurbana.mx/project/manualesyfichastecnicas/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Highspeed_rail_in_China#/media/File:China_Railway_High_Speed.png
 ONU, FAO, 2011.



Xristos Vassis

Hacia un urbanismo ambiental. Diseño bioclimático multiescala aplicado¹

PALABRAS CLAVE:

**naturaleza, arquitectura,
sostenibilidad**

KEYWORDS:

**nature, architecture,
sustainability**

RESUMEN

La arquitectura siempre busca el equilibrio entre dos polos: el natural y el artificial, el ideal y el factible. Necesitamos pasar de un modelo antropocéntrico a un modelo fisiocéntrico o biocéntrico, buscando el equilibrio de la dualidad humano-naturaleza. El factor paisaje da pautas de acción y reflexión.

La situación ambiental actual y la creciente urbanización a escala mundial representan una gran amenaza. La necesidad de cambiar los procesos de construcción y ocupación del suelo es indiscutible y permea el pensamiento arquitectónico. La arquitectura y el urbanismo necesitan replantear su relación con la naturaleza y pasar de la dominación y el consumo al manejo eficiente. Arquitectura, urbanismo, ingenierías, políticas y actores involucrados deben encontrar sinergias proambientales.

ABSTRACT

Architecture is always seeking for balance between two poles, the natural and the artificial, the ideal and the feasible. We need to pass from an anthropocentric model to a physiocentric or biocentric, looking for the balance of the duality human-nature. The landscape factor gives patterns of action and reflection.

The actual ambient situation and the growing urbanization at global scale represent a great threat. The need to change the process of construction and soil occupation is indisputable and permeate the architectural thinking. Architecture and urbanism need to stake out their relation with nature, from a dominant consumption to a respectful and efficient handling. Architecture, Urbanism, Engineers, Politics and Actors involved need to find pro ambient synergies.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
xristospapillon@hotmail.com

¹ En la elaboración del presente artículo se contó con la colaboración especial de Moisés Vargas y Spyridon Vassis.

Introducción

El diseño bioclimático no es una visión nueva sobre el diseño urbano y arquitectónico, ya que por muchos años representaba un arte, basado en el conocimiento profundo de los factores climáticos a favor del humano. En la realidad contemporánea del desarrollo no planeado, se buscan prototipos y criterios de saneamiento del espacio construido, que apuntan al uso racional de los recursos naturales, a la disminución del consumo de energía basada en recursos finitos, la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y el establecimiento del desarrollo sostenible.

El objetivo del presente texto es registrar los criterios de diseño bioclimático y estudiar la relación entre factores ambientales y climáticos (viento, sol, etc.), así como analizar la problemática que surge de la urbanización y construcción masiva, para poder entender cómo emerge la alternativa de acción indispensable hacia un modelo de urbanización ambientalmente sensible con el diseño arquitectónico bioclimático, marcando nuevos ejes de conceptualización, metodologías de acercamiento y definición de proyectos.

Asimismo, el estudio de casos de urbanismo ambiental y arquitectura sostenible pueden ser espacios de análisis de datos que muestran cómo mejoran o mitigan la calidad ambiental, las condiciones microclimáticas locales y la calidad de vida de los usuarios-habitantes. La intención es establecer los marcos reflexivos sobre el futuro de nuestra práctica arquitectónica y urbana (Figura 1).

Metodología

El marco del análisis se basó en fuentes con temas de diseño urbano, diseño bioclimático, memorias de coloquios y seminarios afines, artículos de revistas científicas, de internet se obtuvo una recolección de material gráfico, notas periodísticas, también se realizaron análisis técnico-teórico de casos de estudio, así como proyectos realizados en la Ciudad de México. En la comprensión y presentación del tema ayudan los esquemas, diagramas e imágenes realizados o recopilados de la bibliografía.

El artículo inicia con una visión de la ciudad como ecosistema, se examinan los problemas principales que degeneran la calidad del ambiente y el hábitat urbano, e intenta registrar de manera amplia los problemas que la misma urbanidad contemporánea genera y cuáles afectan directamente a la ciudad. Después, reflexionamos sobre el término del diseño urbano-arquitectónico bioclimático, como un paradigma nuevo de proyección arquitectónica, urbanización y estructuración espacial que se adapta de manera racional a las condicionantes naturales y aprovechamiento de los recursos energéticos locales.

Los datos sobre las certificaciones ambientales nos dan un panorama de la respuesta a la problemática global a través de indicadores de soluciones ambientales que pueden ayudar a disminuir las emisiones de CO₂ al ambiente, también aludimos a la normatividad mexicana sobre la construcción, destacando los términos de la aplicación de la tecnología en la construcción de bajo



Figura 1. Dualidad naturaleza-antropización. Elaboración del autor.

impacto y sus componentes y objetivos principales, así como su aplicación en casos de estudio, teniendo tres escalas distintas: un microsistema aplicado sobre una edificación existente, con diseño y desarrollo de un sistema innovador de almacenamiento de energía solar; una práctica arquitectónica y constructiva que habla de la presencia de la sostenibilidad en la urbanización y la arquitectura tradicional griega, como una práctica bien establecida y relacionada con el diseño y entendimiento del ambiente, como receptor de la antropización desde tiempos remotos; y una práctica urbana que aplica los principios del urbanismo ambiental a partir de un plan maestro inmobiliario como eje rector metodológico, en la integración del sistema ambiental, dando así un marco empírico al desarrollo de los criterios de diseño sostenible y ambientalmente sensible a escala urbana.

Al final se generan dos marcos de reflexiones abiertos como plataforma para futuras investigaciones, así como las conclusiones del análisis.

Caracterización.

El ambiente urbano contemporáneo y sus problemáticas

La ciudad como ecosistema

Ante el crecimiento desmedido de las grandes urbes a nivel mundial necesitamos establecer otras visiones de ciudad que no estén apegadas a la práctica actual y a los modelos antropocéntricos que aplican hoy en día en la planeación urbana, a través de las relaciones de dominación, incompatibilidad y consumo establecidas entre ciudades y medio ambiente.

Las afectaciones de la ciudad hacia el medio ambiente parecen tener dos aspectos: por un lado, las ciudades son elementos a proteger y mitigar mientras, por otro lado, ellas mismas son un factor principal en la degradación y contaminación del medio ambiente, ya que sobre éstas caen las consecuencias del desarrollo no sostenible.

La visión de la ciudad como ecosistema sirve aunque sea para fines metodológicos. Así, en el desarrollo y los problemas que generan las ciudades, en la manera como se insertan en el medio ambiente y lo transforman, se observan las “influencias negativas que se desarrollan en

su interior para disminuir la entropía y lograr formas de vida, lo anterior las hace tener características similares a las de los organismos vivos” (Eythymiopoulos, 2000).

Según Eythymiopoulos, “así como pasa con los demás sistemas biológicos, las ciudades tienen mecanismos endógenos de reproducción: el prototipo urbano se desplaza poco a poco en los demás receptores externos... (espacio natural, tierras agrícolas, zonas de vulnerabilidad ambiental)... creando así nuevas células que más o menos se parecen con la célula madre”.

Así, el “ecosistema” de la ciudad necesita de flujos (energía, información) para alimentar el sistema y desarrollarlo, metabolizando las salidas del sistema. Aquí se encuentra la gran diferencia entre el ecosistema urbano y el natural. En la ciudad se desarrolla un modelo metabólico lineal, mientras que en los ecosistemas naturales un metabolismo cíclico. Asimismo, los recursos naturales que se insertan al sistema urbano, la alimentan y la desarrollan y, en paralelo, degradan el ambiente interno y externo con los desechos que se van produciendo teniendo graves afectaciones (Figura 2).

Entonces, el concepto principal para el acercamiento a la sostenibilidad es el rediseño del metabolismo urbano, para mínimo tener, aunque no se cierre el ciclo, un mayor rendimiento en el uso de los recursos naturales



Figura 2. Estado de México (Pablo López Luz).

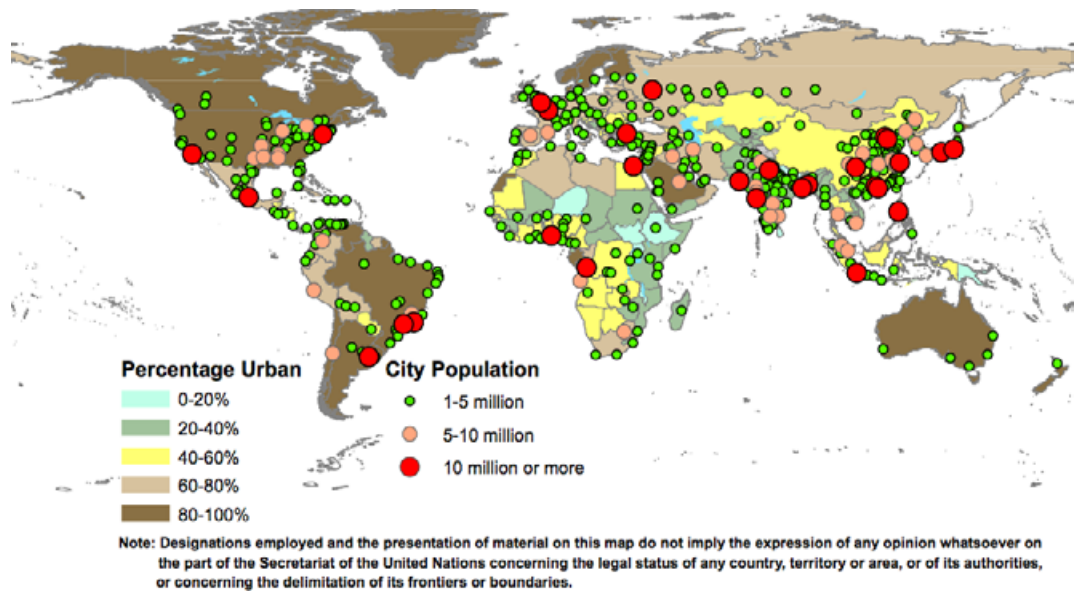


Figura 3. Mapa población urbana mundial (ONU, 2014).

y su reciclamiento, que nos llevará a disminuir tanto las entradas como las salidas de recursos de la ciudad. En este punto hay que hacer hincapié en que los movimientos biológicos en el estudio de la ciudad, tienen como objetivo reconocer las relaciones complejas y anfídromas entre las funciones urbanas y el ambiente natural y la biósfera.

El espacio urbano contemporáneo

La creciente población urbana representa una problemática ambiental del espacio urbano contemporáneo, así como un callejón sin salida en el uso excesivo de los recursos naturales, a los cuales los gobiernos no ponen límites en las decisiones de diseño, planeación y políticas urbanas. La política medio ambiental es una plataforma horizontal que permea todas las funciones de la ciudad. La megalópolis actual produce un espiral doble de problemas ecológicos: por fuera tenemos la desaparición de los recursos naturales, y al interior de la ciudad la transformación de estos recursos en desechos.

La ciudad contemporánea sufre de problemas ambientales muy graves y está sujeta a críticas y cuestionamientos sobre su organización, diseño espacial, uso de recursos, desechos, energía y tiempo. Un dato relevante es que la construcción representa el sector con mayor consumo energético y más contaminante en materia de emisiones de CO₂, pues se estima que consumen 50% de la energía y 75% de electricidad (Architectural, 2017).

Actualmente las ciudades y la población urbana están creciendo a ritmos acelerados. Con un total de 20 millones 843 mil habitantes, la Ciudad de México es la cuarta más poblada del mundo (Informe ONU, 2014), y se prevé que la capital mexicana descienda a la décima

posición en el año 2030, ya que el mismo informe estimó que el aumento de la población en la Ciudad de México alcanzará 23 millones 865 mil habitantes para 2030, por lo que será superada por varias ciudades asiáticas y africanas. En 2014, la urbe más poblada del mundo es Tokio, con 37 millones 833 mil habitantes, seguida por Delhi, con 24 millones 953 mil habitantes, y Shanghái con 22 millones 991 mil pobladores. Luego de la Ciudad de México, las ciudades más pobladas en el mundo son Sao Paulo, con 20 millones 831 habitantes, así como Mumbai y Osaka, ambas con poco más de 20 millones de pobladores.

Para 2030, Tokio, Delhi y Shanghái continuarán siendo las urbes más pobladas, seguidas de Bombay, Beijing, Dhaka, Karachi, Cairo y Lagos. El informe ONU 2014 destaca que 54% de la población mundial vive en áreas urbanas, y que en 2050 estas zonas concentrarán 66% del total de la población en el mundo. Además, señala que el 90% del crecimiento de la población urbana mundial (dos mil 500 millones de habitantes) sucederá en Asia y África, en especial en India, China y Nigeria (Figura 3).

Para 2050, se calcula que India agregará 404 millones de habitantes urbanos a sus ciudades, en tanto que China añadirá 292 millones y Nigeria 212 millones de pobladores. Así, la población urbana en el mundo superará los seis mil millones de habitantes para 2045, lo que supondrá numerosos retos para las ciudades en términos de infraestructura, vivienda, transporte, energía, empleo y servicios básicos. El informe precisa que mientras hoy existen 28 mega-ciudades, que cuentan con más de 10 millones de habitantes, en 2030 habrá 41 de éstas.

Cambios estructurales y físicos en las ciudades

La urbanización creciente de las últimas décadas, el cambio en los procesos productivos y los objetivos del desarrollo económico, han transformado el paisaje urbano, la densidad y altura de la ciudad, con una disminución dramática del espacio verde, gran comercialización de la vivienda, condiciones de supervivencia poco saludables y edificios energívoros. Esta situación amenaza el equilibrio ecológico y la homeostásis del sistema ambiental, e incide de manera importante en la desaparición de las fuentes naturales y la destrucción del medio ambiente.

Los pobladores de las ciudades, en general, reconocen que las actividades que se desarrollan para la producción y transformación del espacio influyen y condicionan la supervivencia de los sistemas naturales que la soportan, de modo que actualmente existe consenso en la importancia y necesidad de buscar estrategias para mitigar las disfunciones que gradualmente afectan a las ciudades. Además de estas estrategias, se consolida, poco a poco, la necesidad de desarrollar nuevos modelos que sustituyan a los actuales, a fin de reorientar las actividades humanas y técnicas hacia la sostenibilidad, garantizando la supervivencia de la sociedad urbana contemporánea.

La vivienda a gran escala establecida en el marco de la globalización genera una industria altamente contaminante. En muchas ciudades la gente vive en espacios contaminados, con carencia de agua y en condiciones de salubridad nulas. El derecho a la vivienda digna no aplica y el espacio, que cada individuo ocupa, se ha disminuido a causa de la sobrepoblación y monopolización del modo de vida y dinámica urbana.

Cambio climático y problemas de medio ambiente

La relación mercantil entre el humano y su entorno lo ha alejado de sus procesos naturales de organización de vida, es decir, de sus necesidades biológicas y la percepción de sí mismo como parte del medio ambiente en general. Las condiciones insalubres de habitar el espacio urbano en lo que se refiere a ventilación, humedad, confort climático, coexisten con el desarrollo de la cultura tecnócrata, la cultura del automatismo y el consumo. El intenso consumo de cualquier tipo de

energía para resolver los problemas de la demanda contemporánea de la vivienda y crecimiento urbano, ponen en peligro la vida del humano moderno y en incertidumbre su supervivencia. Los grandes problemas que las ciudades producen y que afectan directamente el medio ambiente, son los siguientes:

- Contaminación atmosférica. México es el segundo país con mayor número de muertes por contaminación atmosférica de toda América Latina. Así lo reporta un estudio realizado por el Clean Air Institute (CAI), destacando que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), México registra 15 mil decesos por año atribuibles a la contaminación del aire, siendo superada únicamente por Brasil, que acumula 23 mil muertes (Informe Clean Air Institute, 2013).
- Efecto invernadero. Las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO_2), uno de los principales gases de efecto invernadero y un factor que impulsa el cambio climático, aumentaron de 22,400 millones de toneladas métricas en 1990 a 35,800 millones en 2013, lo que representa un incremento de 60%. El aumento de las emisiones de CO_2 y otros gases ha contribuido a que la temperatura media mundial suba $0,8^\circ\text{C}$ por encima de los niveles preindustriales (Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013). Las emisiones de gases de efecto invernadero “representan solamente el 60% de nuestra huella ecológica mundial” (WWF y Global Footprint, 2017).
- Radiación electromagnética. Los campos electromagnéticos (CEM) tienen su origen en las corrientes eléctricas, siendo muy fuertes cuanto más intensa sea la corriente. En la atmósfera se producen por la acumulación y movimiento de cargas eléctricas (como el caso de las tormentas). El valor límite recomendado para el cuerpo humano es de 5,000 Voltios/metro (V/m). Como ejemplo de referencia, un dispositivo de radio emite 180 V/m (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS). El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), organismo especializado de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha clasificado muchos de los campos electromagnéticos producidos por aparatos eléctricos como “posiblemente carcinógenos” para los seres humanos.

- Desaparición de recursos naturales. El costo del sobreconsumo ya es visible: escasez de agua, desertificación, erosión de los suelos, caída de la productividad agrícola y de las reservas de peces, deforestación, desaparición de especies, entre otros problemas.
- Cambios climáticos. Un análisis realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), revela que la temperatura media mundial en superficie en 2017 superó aproximadamente en 1,1° grado Celsius a la de la era preindustrial: “En paralelo a las temperaturas cálidas de 2017 se produjeron fenómenos meteorológicos extremos en muchos países del mundo. Los Estados Unidos de América tuvieron que hacer frente al año más costoso en términos de desastres meteorológicos y climáticos, mientras que en otros países se verificó un desarrollo más lento o un retroceso del mismo como consecuencia de los ciclones tropicales, las crecidas y las sequías” (Organización Meteorológica Mundial, 2017).

La industria de la construcción

Ciclo de construcción-industria contaminante

El Valle de México es la zona más habitada del país, y una de las más pobladas a nivel mundial. La centralización política y económica, sumada a recientes políticas de gentrificación y densificación, han fomentado la oferta y demanda de construcciones nuevas o remodelaciones, aumentando de manera impresionante la urbanización, las obras públicas, obras viales, desarrollos inmobiliarios comerciales y habitacionales, con un crecimiento desenfrenado tanto horizontal como vertical, con fuertes impactos y degradación del ambiente.

Las actividades de la industria de la construcción se consideran un factor de impulso para la economía y, al mismo tiempo, una especie de reflejo del desarrollo de una ciudad o país. Lamentablemente, cuando estas actividades se llevan a cabo sin una buena planificación, que incluya también los costos que a primera vista parecen intangibles o imperceptibles afectando de manera

directa la salud y el bienestar humano, el crecimiento se vuelve caótico y tiene repercusiones.

Cabe mencionar que el gasto energético para el funcionamiento y operación de los edificios (para calentamiento y acondicionamiento climático y calentamiento de agua y electricidad) en Europa representa el 50% del consumo total. Pero, además, las edificaciones inciden en la degradación ambiental directa o indirectamente durante su ciclo de vida, así como en el ciclo de vida de sus materiales y elementos que las componen, a través de una serie de actividades humanas y procesos naturales. Estas consecuencias ambientales pueden ser locales, como la producción de desechos, o globales, como el cambio climático, y están presentes durante todas las etapas de su ciclo de vida: desde el extracto y transportación de las materias primas, la fase de construcción, operación y mantenimiento, hasta la muerte y su demolición.

Aun así, generalmente las investigaciones que se realizan antes de calcular el impacto ambiental que tendrá un proyecto inmobiliario se concentran en los materiales empleados y el uso que se dará a la edificación, pasando por alto los perjuicios para la salud humana y del ambiente que provoca una fase importante de cualquier obra: la fase de construcción, siendo un factor principal en la contaminación atmosférica, auditiva y visual.

Mientras las consecuencias de la industria de la construcción representan un problema cada vez más grave a causa del aumento de esta actividad; los conceptos de sustentabilidad y diseño bioclimático aparecieron de manera imperativa para proponer y construir un modelo de edificación más saludable y mitigar los problemas ambientales producto de dicha actividad (Office of the Federal Environmental Executive).

El Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), en su guía *Buildings and Climate Change Summary for Decision-Makers 2009*, advierte que: “El sector de la construcción contribuye hasta con el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y consume hasta 40% de toda la energía (...) si no se hace algo al respecto, las emisiones de gases de efecto invernadero (provenientes) de las edificaciones se duplicarán con creces durante los siguientes 20 años”.

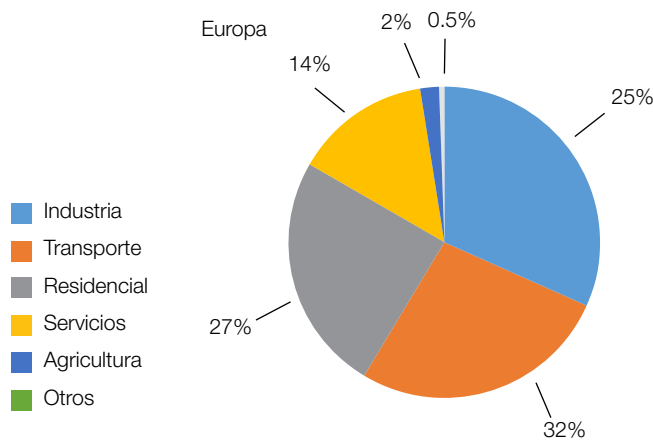


Figura 4. Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m² sobre las emisiones de CO₂ asociadas a su fabricación (Cuchi A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A., 2007).

Este organismo señala que si los responsables de las decisiones están comprometidos con el cumplimiento de los objetivos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, deben hacerse cargo también de las emisiones generadas por el sector de la construcción. Y agrega, “la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero que surgen a partir de la construcción debe ser la piedra angular de toda estrategia nacional contra el cambio climático” (Figura 4).

Marco técnico. Diseño bioclimático

Componentes principales del diseño bioclimático

El diseño bioclimático opta por soluciones pasivas, sin necesidad de la tecnología para operar, presentando elementos metodológicos y de aproximación al proyecto arquitectónico o urbano a elaborar. Los principales componentes se podrían agrupar en las siguientes categorías.

- A. Disminución del consumo energético que proviene de fuentes no renovables:
- Materiales que se producen y transportan con el menor consumo de energía no proveniente de fuentes renovables.
 - Técnicas constructivas que consumen menos energía no proveniente de fuentes renovables.
 - El diseño pasivo tiene que disminuir la dependencia de operación y mantenimiento con energía no proveniente de fuentes renovables.
 - Aplicación de sistemas de funcionamiento y operación que consumen energía renovable.

B. Ahorro de agua:

- Recolección de agua pluvial.
- Diseño de instalación hidráulica eficiente.
- Reutilización de agua.
- Separación de aguas pluviales, grises y negras.

C. Sobrecalentamiento de los edificios:

- Evitar calentamiento directo del sol con grandes superficies expuestas.
- Aislamiento térmico.
- Radiación del calor hacia arriba.
- Dispositivos de control solar y sombras en exterior.
- Acondicionamiento natural.
- Ventilación natural.
- Ventilación por subsuelo.
- Espacios semi abiertos articuladores del espacio.
- Configuración del espacio abierto.
- Aprovechamiento de las masas aéreas.
- Sembrado eficiente de vegetación.

D. Materiales seleccionados con criterios ecológicos:

- Que no liberen grandes cantidades de CO₂.
- Que no incidan en la destrucción de la capa de ozono.
- Que no requieran gran consumo de energía no renovable.
- Que sean reciclados o reciclables.
- Amigables al usuario.

Certificaciones verdes en México y el mundo

Las certificaciones ambientales de edificios son herramientas de aplicación voluntaria, pensadas para



Figura 5. Mapa mundial de certificaciones ambientales (www.ecohabitar.org).

identificar su calidad ambiental a través de una etiqueta y acompañar su proceso de diseño. Suponen el reconocimiento de una organización independiente, tanto del promotor como del proyectista, de los valores medioambientales de un edificio a través de la aplicación de una metodología de evaluación reconocida.

Su gran contribución, aparte de identificar el comportamiento ambiental del edificio, es poder incidir en ello, detectando sus puntos débiles y sugiriendo mejoras. En el proceso de certificación intervienen el promotor, el proyectista y la entidad certificadora, que emite el certificado después de realizar un control de los datos ambientales del edificio, y el certificador, que además de elaborar estos datos, puede intervenir a lo largo del proceso como asesor para aportar mejoras ambientales. Algunas de las certificaciones tienen difusión internacional como la estadounidense LEED, la inglesa BREEAM o la alemana DGNB. Las primeras certificaciones —BREEAMI, LEED2 y GBTOOL3— surgen en los años 90, como respuesta a la toma de conciencia de que nuestro planeta tiene recursos limitados. Se pueden encontrar certificaciones de código abierto, como ECÓMETRO6 y OPENHOUSE7, que se desarrollan con un trabajo abierto y colaborativo (Figura 5).

¿En qué consisten?

Las certificaciones ambientales de edificios tienen origen en la necesidad de que el sector de la edificación, para acelerar su cambio hacia prácticas sostenibles, disponga de un medio simple para identificar el comportamiento ambiental de sistemas tan complejos como los edificios, porque “lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide, no se puede mejorar, lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Todos los programas de certificación (las herramientas informáticas que se aplican para obtener la certificación) consisten en una selección de indicadores de sostenibilidad, cada uno de los cuales asocia una valoración a un aspecto de la sostenibilidad ambiental, social o económica de un edificio, éstos son parámetros medidos u observados que describen el estado del medioambiente, el más famoso es la emisión de CO₂.

La normatividad aplicada en México

En el país existen una serie de normas para la construcción menos contaminantes; son emitidas por la Secretaría de Energía (SENER), sin embargo, se utilizan únicamente como un sistema de evaluación y no como normas obligatorias, a continuación las más significativas:

1. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES). En 2008 el Gobierno del Distrito

Federal (GDF) puso en marcha este programa que pretende establecer un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales como comerciales y ofrecer así una serie de incentivos fiscales, que van desde descuentos en el impuesto predial y licencias de construcción hasta financiamientos a tasas preferenciales y rapidez en la ejecución de trámites.

2. NMX-AA-164-SCFI-2013 de Edificación Sustentable. Esta norma mexicana, de aplicación voluntaria a nivel nacional, especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable. Aplica a las edificaciones y sus obras exteriores, ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre uno o varios predios, en arrendamiento o propias. Se emplea en una o varias de sus fases: diseño, construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio.

3. NMX-AA-171-SCFI-2014 de Requisitos y Especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje. Esta norma tiene como objetivo establecer los requisitos y especificaciones de desempeño ambiental para la operación de establecimientos de hospedaje en la república. Aplica a los interesados en demostrar el cumplimiento de los requisitos.

4. NMX-AA-SCFI-157-2012 de Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad para la selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del Sitio de Desarrollos Inmobiliarios Turísticos en la Zona Costera de la Península de Yucatán. La norma es de cumplimiento voluntario y constituye un marco de referencia de sustentabilidad turística, estableciendo las bases para un esquema de certificación, según información de la Semarnat.

5. Hipoteca Verde del Infonavit. Este crédito fue creado en 2010 por esta institución para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica y así obtener una mayor calidad de vida mediante el uso de las ecotecnologías que disminuyen los consumos de energía eléctrica, de agua y de gas.

6. Sí Se Vive, del Infonavit. La creación de este sistema de evaluación de “vivienda verde” en 2012, tiene como objetivo medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorradores.

Certificaciones internacionales

1. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). La certificación que otorga el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC), evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá un edificio a lo largo de su ciclo de vida. El sistema de evaluación depende de cada una de las cinco categorías existentes que califican elementos como la ubicación y transporte, la eficiencia en el uso de agua, innovación en estrategias de generación de energía, entre otras.

Las categorías son: Diseño y Construcción de Edificios (Building Design and Construction), Diseño y Construcción de Interiores (Interior Design and Construction), Operación y Mantenimiento en Edificios (Building Operations and Maintenance), Desarrollo de vivienda (Homes) y Desarrollo de suburbios (Neighborhood Development). Además, existe un rango para cada certificación dependiendo del puntaje alcanzado que van desde la pura Certificación LEED (40-49 puntos), Certificación de Plata (50-59), Certificación de Oro (60-79) y Certificación Platinum (80+).

2. Living Building Challenge del International Living Future Institute. Esta certificación internacional fue creada en 2006 por el International Living Future Institute, tiene un sistema de calificación riguroso en las construcciones sustentables, ya que busca que cumpla con diversos requerimientos, entre ellos, el uso de la energía cero, el tratamiento de los residuos y el agua, y un mínimo de 12 meses de operación continua. Su aplicación en México inició en 2009 y se están consolidando las bases para apoyar la formación de lo que sería el Living Future Institute de México, con el apoyo del Departamento de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México.

3. BREAM. Esta certificación la realiza un grupo de empresas sin fines de lucro en el Reino Unido y establece el estándar para evaluar el diseño, la construcción y su uso. Las medidas usadas representan un amplio rango de categorías y criterios que van desde la energía a la ecología.

4. Earth Check. Es un programa internacional, producto de una decisión del gobierno australiano de establecer una organización estratégica para el sector

turismo, que ofrece servicios de evaluación, certificación y productos relacionados con el diseño en la edificación sustentable utilizados por la industria de viajes y turismo. Entre sus objetivos está el de apoyar a los gobiernos locales y desarrolladores en las primeras etapas de su planificación y diseño en recintos, edificios e infraestructura relacionada. Asimismo, Fonatur firmó, recientemente, un acuerdo con Earth Check para trabajar conjuntamente en el futuro desarrollo de eco-destinos de clase mundial.

La tecnología de construcción verde

El papel de la tecnología en la resolución de problemas

Con la crisis ecológica que experimentamos, la tecnología de construcción moderna busca responder a los nuevos requisitos de un diseño arquitectónico que aporte sustentabilidad al ambiente, conocido con términos como: “arquitectura bioclimática”, “edificios inteligentes-Smart buildings”, “edificios verdes”, “sustentables”, así como múltiples sensores de luz, recolectores solares, muros Tromp –de alta absorción térmica, arcos fotovoltaicos, electrogeneradores de hidrógeno etc. Junto con el arquitecto especialista, las destrezas de la tecnología y el automatismo de las fuentes de energía renovables, se dan soluciones a los problemas energéticos, problemas creados por la filosofía de facilitar la vida y la ganancia industrial del siglo xx.

Eficiencia energética

Se trata de un proceso de mejora continua, basado en cuatro etapas: medir, establecer bases, automatizar y, finalmente, controlar y mejorar. De esta manera se obtiene un enfoque estructurado que permitirá lograr los potenciales ahorros detectados.

La medición. Paso imprescindible para poder entender en dónde están los principales consumos, cuál es el patrón de consumo, etc. Su objetivo es saber dónde, cómo, cuándo y por qué un edificio consume energía. La medición inicial, en caso de instauración de tecnología en edificación existente y operando, permite conocer el grado de eficiencia de las instalaciones, definir los principales ejes de mejora y estimar el potencial de ahorro.

Establecer Bases. También es conocido como eficiencia energética pasiva, y consiste en la realización de acciones, criterios de diseño bioclimático pasivo y aplicación de esos criterios en un diseño que apunta hacia un ahorro energético y mejor comportamiento de la edificación ante las condiciones climáticas del lugar. La tecnología debe ir después, tratando de mejorar elementos.

Automatización. Cualquier elemento que consuma energía debe ser controlado de forma activa, para lograr ahorros constantes. La eficiencia energética activa no sólo puede lograrse con dispositivos de bajo consumo, sino con todo tipo de dispositivos de uso energético, por lo que, en este aspecto, el control es indispensable para alcanzar la máxima eficiencia.

Control y monitoreo. Sin supervisión no es posible obtener información real y, sin ésta, se puede entrar en un proceso de degradación; es por ello que, para una gestión energética óptima, es necesario disponer de un sistema de supervisión que proporcione un flujo constante de información.

El confort biológico

Este aspecto está relacionado con la temperatura óptima, es decir, aprovechamiento de la morfología de la piel de la edificación como elemento de control y minimización de la energía requerida, el uso de materiales de construcción amigables al humano y al medio ambiente, pues representan parámetros del diseño arquitectónico ecológico que apuntan a un hábitat auto regulado climática y energéticamente.

Los resultados de la tendencia arquitectónica antes descrita, que se aplica en su mayoría en tipologías más públicas de edificaciones y no tanto en el sector de la vivienda privada, representan una sensibilización del gremio ante los problemas ecológicos contemporáneos. Sin embargo, existe un alto grado de dependencia entre este tipo de construcción con la tecnología utilizada y los medios de producción, así como el costo muy alto de su aplicación, que a final de cuentas resulta poco accesible para el ciudadano promedio.

Referentes

Aplicaciones de los principios del diseño bioclimático

Los criterios de diseño antes descritos, tanto referentes a sistemas activos o sistemas pasivos de diseño bioclimático, encuentran su aplicación a tres escalas de actuación. Las metodologías utilizadas se exponen a continuación.

PROYECTO 1: Escala Microsistema

Proyecto de implementación de microsistema de almacenamiento de energía Solar en edificación existente.

Oficinas VINCI, Toulouse, Francia (2016).

Edificio de oficinas alimentado por un sistema solar con almacenamiento electroquímico.

Retos del proyecto:

Disminución del costo de factura de luz, a través de:

- Producción de energía solar para el autoconsumo de las oficinas.
- Almacenamiento de energía en baterías Li-ion NMC para optimizar la energía solar producida.

Economía en gastos:

- Utilización inteligente del material no usado al final de una obra de planta fotovoltaica de 8MWp en el sur de Francia (paneles solares, tableros eléctricos, cables).

El objetivo de este sistema es alimentar las instalaciones eléctricas de las oficinas de la compañía, sin conexiones con la red de la luz o cualquier otro tablero eléctrico existente.

Los principales componentes del demostrador son:

- 13 paneles solares con una potencia de 230 Wp/unidad, montados en dos contenedores de 20 pies,
- un inversor híbrido de 3kW para la gestión de la energía solar y de las baterías en un solo equipo,
- un tablero de almacenamiento con 2 baterías Li-ion NMC con una capacidad de 2,7 kWh / unidad,
- un tablero eléctrico compuesto de protecciones eléctricas CA y CC e instalaciones de comunicación,
- un sistema de montaje para los paneles solares,
- un sistema de monitoreo conectado a la red de las

oficinas que permite controlar el sistema en tiempo real.

En la Figura 6 se muestra el diagrama del Plan Conceptual del proyecto; y el proceso de instalación en las Figuras 7 a 11.

Resultados

El sistema instaurado logró bajar el costo de la factura y consumo de energía en un promedio de 40%, cumpliendo con las expectativas del equipo técnico. El costo de la instalación será recuperado por ahorros económicos en aproximadamente 10 años después de su instalación.

PROYECTO 2: Escala arquitectura y construcción

Principios bioclimáticos en la arquitectura tradicional griega. Investigación sobre las soluciones constructivas y de diseño

La visión de la arquitectura se limita a ofrecer sus servicios a la industria de la construcción altamente contaminante. Ante un ambiente de presión inmobiliaria, el sector de la construcción es sumamente lucrativo para los involucrados: gobiernos y sectores privados. Así la urbanización tiene que responder a una sobredemanda de vivienda de muy baja calidad. En este escenario, la arquitectura busca paradigmas e inspiraciones para poder cambiar el modo de proyectar y construir de manera menos agresiva para el medio ambiente.

El diseño y construcción en la tradición griega dan respuestas a esta problemática contemporánea del edificio energívoro y contaminante. La vivienda tradicional representa un sistema autoadaptable climáticamente. Tanto en la morfología y la volumetría arquitectónica como en su organización interna, la arquitectura tradicional griega representa, hoy en día, un paradigma de diseño sustentable, así como una fuente valiosa de propuestas ante los problemas energéticos del espacio edificado. Es la arquitectura inteligente, adaptada a condicionantes específicas del lugar, flexible pero al mismo tiempo con una esencia de permanencia, pensada bajo premisas arquitectónicas de calidad que nos recuerdan lo esencial de la práctica arquitectónica: dar respuestas espaciales adecuadas tanto a



Figura 6. Esquema Plan conceptual. Elaboración Spyridon Vassiss.

Figura 7. Imágenes del proceso de desarrollo (Spyridon Vassiss).



Figura 8. Instalación solar externa (Spyridon Vassiss).



Figura 9. Instalación eléctrica interna (Spyridon Vassiss).

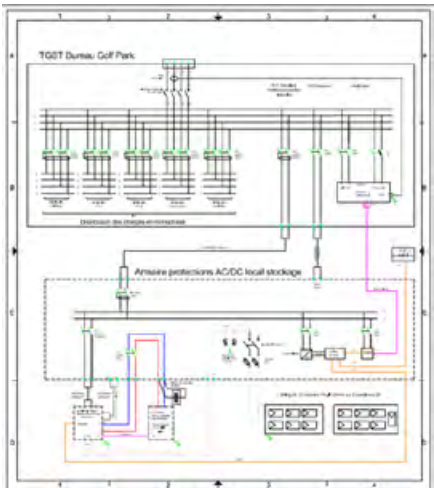


Figura 10. Plan eléctrico de la instalación.

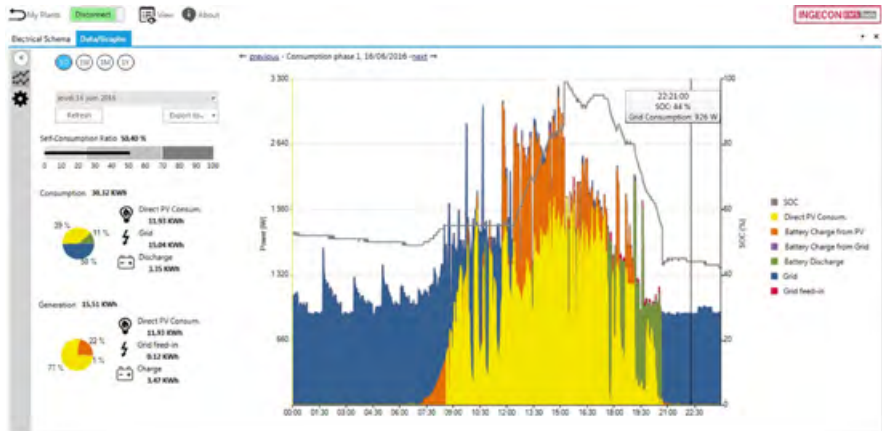


Figura 11. Monitoreo del sistema.

actividades y formas de actuar del humano como al lugar donde se asienta.

El aprovechamiento de los recursos naturales en contra de su sobreexplotación actual, tiene que ver con el hecho de entender que el humano depende de la naturaleza en todos los niveles. Los materiales de construcción (piedras, tierra, paja, piedra ligera, madera, mármol, etc.) se recolectan del entorno directo y se usan con muy poco o nulo tratamiento. Materiales naturales, amigables al humano son la base de una manera de construcción no dependiente del tratamiento industrial de la materia prima y su transportación de otras regiones, con el propósito de no gastar recursos energéticos. Hay que mencionar que esos mismos son reutilizables en su estado natural sin perder sus características como resistencia, concentración y funcionalidad.

La filosofía misma y el concepto de la arquitectura tradicional griega están muy ligados a la sostenibilidad. El aprovechamiento del paisaje, la orientación, los materiales de construcción regionales, la organización del espacio conforme a los cambios climáticos, así como otros factores, representan las herramientas a utilizar para generar un concepto de diseño bioclimático de la vivienda y, en general, del desarrollo de las concentraciones de construcción que llegaron a ser pueblos. Como señala Aris Konstandinidis (1978): “Hacer arquitectura no es encontrar el edificio perfecto y colocarlo en el terreno que tienes, sino diseñar el edificio que encaja mejor en el terreno” (Figura 12).

Componentes principales del diseño bioclimático en la tradición griega

El concepto de economía en la arquitectura tradicional griega es multidimensional, ya que representa asentarse de la mejor manera y ser eficiente en el manejo de recursos y energía. El inicio de la construcción de vivienda depende de la localización, además de utilizar criterios como la geomorfología, las condiciones climáticas y los recursos existentes, por ejemplo, su relación con el sol, el viento y la cercanía del agua; la protección de los vientos provenientes del norte y el aprovechamiento de la orientación hacia el sur, donde hay más sol en invierno, con corrientes de aire fresco; un suelo estable y la vegetación alta, así como las fuentes de agua natural, todo lo anterior son indicadores de una localización óptima.

La zonificación de los edificios debe ser tal, para permitir la entrada del aire y la iluminación natural en cada edificio. En particular, en lugares donde la pendiente natural es muy acentuada, los edificios se ubican en el espacio, para no tapar la vista de ninguno de ellos. El conjunto del asentamiento se edifica con criterios de esparcimiento equilibrado, aprovechamiento de fuentes de agua, la mejor dotación de equipamiento a los barrios, así como plazas, cafetería tradicional, mercado, escuela, iglesia, etc., que se encuentran concentrados en un centro o en varios (en caso de traza urbana poli céntrica), en lugares céntricos de esos asentamientos para una fácil accesibilidad de todos los habitantes (Figura 13).



Figura 12. Dimitsana Arkadias, imagen panorámica (travelphoto.gr).



Figura 13. Tzoumerca Epirus (gettyimages.com).

Criterios de diseño en la arquitectura tradicional helénica

A continuación exponemos los aciertos bioclimáticos de la arquitectura tradicional griega:

A. Disminución del consumo energético que proviene de fuentes no renovables.

Una distorsión del concepto de construcción ecológica se presenta cuando optamos por materiales, por una parte amigables al medio ambiente, pero por otra, provenientes de regiones lejanas (por ejemplo traer madera de Indonesia). La energía requerida para la transportación de dichos materiales es uno de los factores principales en la destrucción del medio ambiente. La arquitectura contemporánea y el movimiento moderno con su concepto atópico —no relacionado con el territorio inmediato— ha agravado este problema.

El uso de materiales de construcción locales en la arquitectura vernácula se debe a las limitaciones de medios de transporte en los tiempos más antiguos, representando un proceso de selección eficiente e inteligente que incide en la riqueza morfológica de la tradición arquitectónica griega.

Entre las creaciones más interesantes de la arquitectura tradicional griega se encuentran los molinos de viento y de agua. Son construcciones diseñadas con conocimiento especializado en el aprovechamiento de las energías renovables, son hitos importantes

de los asentamientos tradicionales en todo el país. Cabe mencionar que en Kythnos, en 1982, se instalaron cinco generadores de energía (molinos de viento), creando así el primer parque eólico en Europa (Figura 14).

B. Disminución del consumo energético para calentamiento del edificio

Los materiales naturales de los muros tienen una gran termocapacidad. Los muros de piedra tienen un espesor de 0.60-0.80 m, lo que funciona como aislante con pequeños cambios de temperatura. En algunos casos el espesor puede llegar a 1.00 m, cuando el edificio tiene 4 o 5 niveles. Los muros de piedra normalmente se construyen con la piedra del lugar, sobrepuesta nada más, sin mezcla entre piedra y piedra, pero los constructores tienen mucho cuidado en las juntas para que el interior de la construcción no se vea afectado por los vientos y la lluvia. Los espacios de estar, principalmente en invierno, tienen pocas aperturas.

Hay contacto con el suelo en los espacios sumergidos, como los sótanos, y en edificaciones que estaban en topografía accidentada que prevalece en el paisaje griego. En muchos casos en climas fríos, en la planta baja de la edificación vivían los animales que radian calor y el entrepiso de madera permitía aprovecharlo en los pisos ascendientes (Figura 15).



Figura 14. Molinos de viento en Kythnos (perierra.gr).



Figura 15. Construcciones de piedra, Mani Lakonias (athinorama.gr).

C. Economía de agua

En las casas tradicionales, pero también en espacios públicos, se encuentran las *sternes*, cisternas recolectores de agua pluvial subterráneas. El techo, plano en el caso de las islas, sirve para la recolección del agua pluvial, ya que la mayoría de las islas tienen problema en el suministro de agua. El agua se canaliza y se almacena en cisternas subterráneas para el riego de los cultivos, las plantas y los animales de la casa. En muchos casos dentro de las cisternas viven anguilas, que sirven para matar a los microorganismos que se generan dentro y mantener el agua limpia. Las cisternas llegan a ser elementos tradicionales de los espacios abiertos.

D. Espacio exterior y piel arquitectónica

Hay que mencionar que como parte de la conceptualización volumétrica a escala de vivienda y de conjunto, hay un espacio tradicional que se llama “espacio intermedio vital”. Se trata de túneles creados por arcos en el perímetro y el exterior de los edificios que son espacios semi abiertos, que con su sombra generan pausas de microclimas frescos dentro de los recorridos arquitectónicos y urbanos. También permiten la circulación de las corrientes de aire generando corrientes frescas.

La vegetación forma parte importante en el comportamiento climático de la vivienda. Las hojas no

se calientan y permiten la penetración del viento. Los árboles caducifolios se ubican en la fachada sur generando sombra en verano y dejando la radiación solar en invierno. En la fachada norte los árboles perennes generan un rompe vientos natural. Las enredaderas se usan en las fachadas oriente y poniente generando un aislante natural. También pueden trabajar junto con las pérgolas para la generación de sombra en espacios exteriores (Figura 16).

E. Evitar sobrecalentamiento

En la mayoría de las zonas de Grecia el evitar el sobrecalentamiento de las edificaciones es uno de los objetivos principales del diseño.

Por tanto, se busca una relación muro vano congruente con la radiación solar. Norte y oeste no son fachadas abiertas, sin embargo, pequeñas aperturas en la fachada norte ayudan en verano a la ventilación cruzada. Las ventanas pequeñas que se encuentran en el lado norte del edificio sirven para aumentar los niveles de iluminación y ventilación, también su pequeño tamaño sirve para aislar la temperatura interior. En la parte sur, los vanos son más amplios permitiendo la penetración de la luz solar en invierno, y no dejándola pasar en verano, con el uso de pequeñas techumbres, pérgolas y balcones que se extienden según la inclinación del sol cuando sea deseable.



Figura 16. Tratamiento de fachadas y espacios exteriores en Apeiranthos, Naxos (Xristos Vassis).

En las *Cyclades* los techos de las edificaciones son blancos ya que emiten la radiación solar hacia arriba y ayudan a mantener fresca la casa. Los tratamientos de fachada son bajo técnicas de disminución de la radiación solar y generación de sombra. En la fachada del edificio se ubican varios elementos, así como pergolados, mallas de hilo con vegetación, pequeños balcones, pequeñas techumbres de medio metro, etc. Todo ello para generar texturas en las fachadas y así evitar su sobrecalentamiento con la superficie que recibe la radiación solar. Es frecuente, en la construcción de estos edificios, el uso de volúmenes arquitectónicos que sobresalen, su papel, entre otros, es llegar al máximo aprovechamiento de la radiación solar de una ventana según el comportamiento climático anual y la posición del sol.

Las ventanas sur-norte sin interrupción permiten la ventilación cruzada, ya que en esa dirección generalmente son los vientos dominantes del territorio griego. En la noche el aire caliente escapa con el aire más fresco exterior a través de ventanas altas y chimeneas.

F. Aprovechamiento del viento

En este tema de la orientación adecuada se han involucrado Aristóteles, Ipódamo, Xenofón, Vitruvio y otros. La orientación y la masa edificada debe permitir o disminuir los flujos de viento dentro del poblado, dependiendo de la estación del año en la que se encuentra. En las islas la protección de los vientos del norte viene a complementarse con las temperaturas altas del verano. Por esta condicional, se desarrollan concentraciones muy densas, con edificios que representan masas construidas corridas, para que siga manteniéndose el sur como punto de orientación principal, pero que en verano un edificio de sombra al colindante para generar microclimas más frescos. El sembrado de los árboles cumple fines de aclimatización, ya que es generador de barreras y microclimas locales urbanos.

G. La vida en el exterior

La vida en Grecia se desarrolla en el exterior. Los espacios abiertos de un lado, conocidos como *hayati*,

es una helenización de la palabra árabe que significa vida, ya que es el espacio que alberga la mayoría de la vida cotidiana. El diseño de estos espacios muestra el mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas agradables en la mayoría del año y una economía en materiales de construcción para la generación de espacios. Estos espacios existen desde la antigüedad sin interrupción en la construcción.

H. Se dividen espacios para invierno y verano

En los espacios de planta baja con muros gruesos con gran termocapacidad y pisos superiores prevalecen los espacios de invierno y arriba los de verano con muros ligeros con poca termocapacidad.

I. Materiales de construcción

Los materiales de construcción en la arquitectura vernácula griega son los que se encuentran en el lugar donde se construye el edificio. La piedra y la madera son los materiales principales y pueden tener variaciones, según las condiciones de cada sitio. Aquí se exponen cualidades ambientales de dichos materiales de construcción:

- No liberan mucho CO₂
- No afectan la capa de ozono.
- No requieren de gran gasto de energía no renovable.
- Son reciclables.
- Su extracción del suelo no deja huella al medio ambiente.

PROYECTO 3: Escala urbanización

Proyecto de urbanismo ambiental

Los principios del urbanismo ambiental son los siguientes:

- Reconocer al suelo como un recurso ambiental.
- El diseño, planificación y ordenamiento territorial como un instrumento técnico-jurídico que garantiza la preservación del medio ambiente.
- Modelos de urbanización de bajo impacto y alta eficiencia y comportamiento metabólico integrado con la naturaleza.

Los objetivos principales fueron la mejora del hábitat y la calidad de vida. Bajo estas premisas se desarrolló el Plan Maestro Urbanístico La Terna, zona de crecimiento urbano en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

PROYECTO: Plan Maestro Urbanístico La Terna,
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
33 Ha.

Metodología

Se estudiaron tres grandes marcos de referencia para elegir los criterios de diseño ambientalmente sensible y de bajo impacto.

A1. Aspectos normativos

- Programa de ordenamiento de la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez.
- Programa de desarrollo urbano del centro de población de Tuxtla Gutiérrez, 2007.
- Ley de fraccionamientos y conjuntos habitacionales para el estado y los municipios de Chiapas.

A2. Vulnerabilidad y riesgos

Construir en zonas de escurrimiento hídrico.

A3. Análisis del sistema ambiental

Se estudian aspectos como topografía, pendientes naturales, escurrimientos hídricos, inundaciones ordinarias-extraordinarias (Figura 17).

A4. Análisis de sitio

Se define la Zonificación Primaria que consiste en la integración del sistema ambiental con el diseño urbano como criterio rector del proyecto.

En un segundo análisis, con la información extraída del primer nivel de investigación y cruzando variables de: inundaciones ordinarias-extraordinarias, vulnerabilidad por pendiente de terreno y corredores biológicos (Figura 18), se establece como eje de actuación la conservación del Corredor Ambiental Hidrológico.

En una tercera etapa, con la definición del Corredor Ambiental como punto central y elemento que define las decisiones de diseño, se establecen los componentes rectores de diseño urbano para la elaboración del Plan

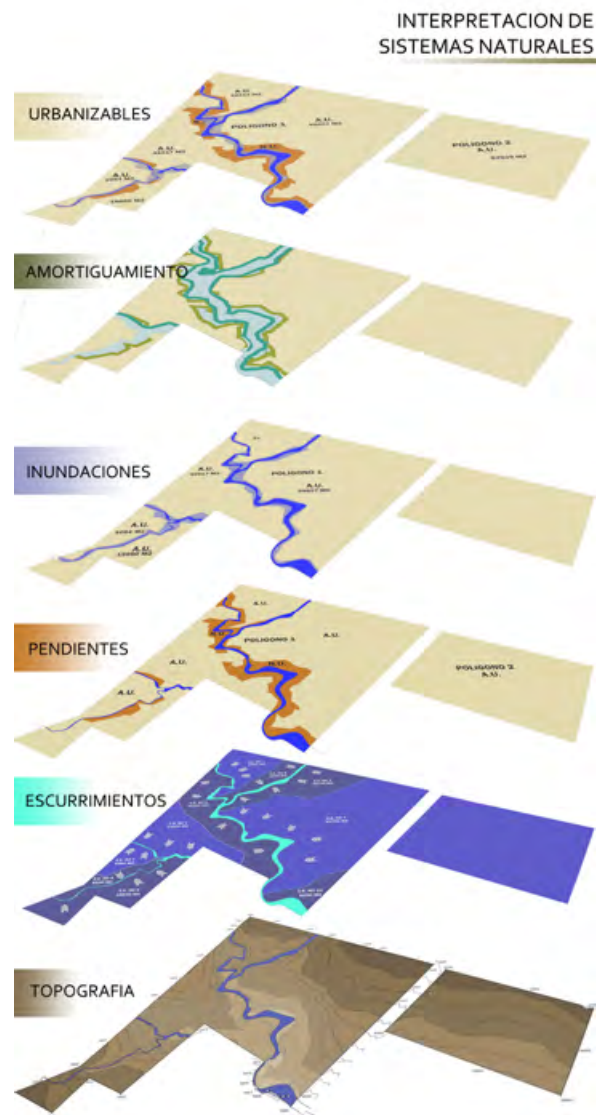


Figura 17. Análisis del sistema ambiental, elaboración ATTHIKA.

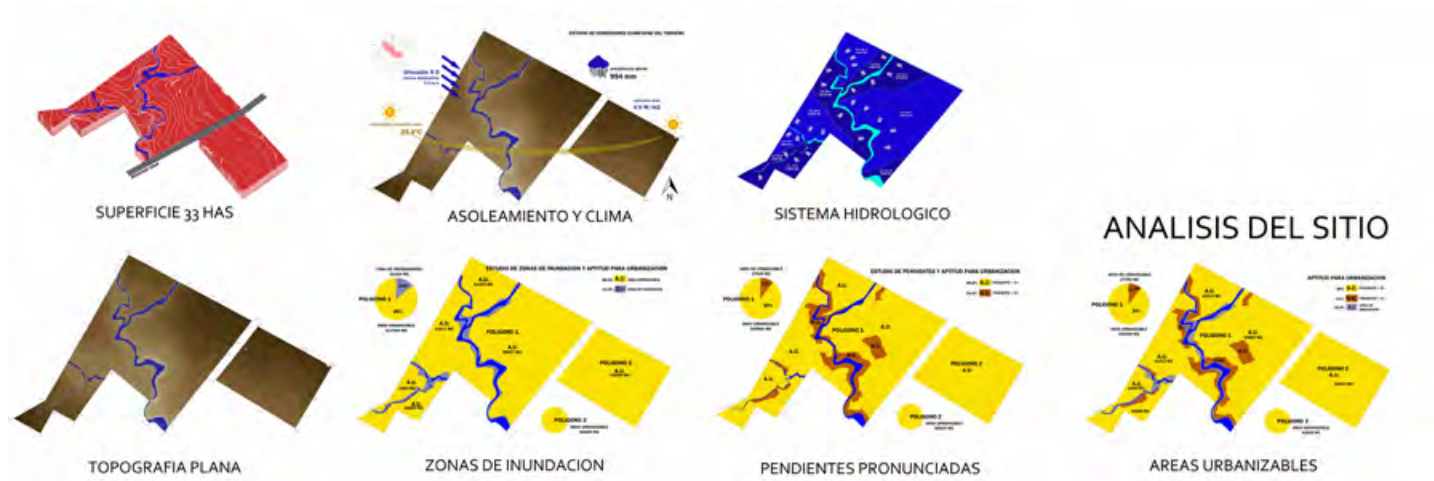


Figura 18. Análisis micrositio, elaboración ATTHIKA.

Maestro Urbanístico La Terna, dando énfasis a los siguientes componentes de diseño:

- Esquemas de lotificación
- Secciones viales
- Cortes de transición espacial
- Potencial de amenidades

(Figuras 19 a 23)

Principios de Urbanismo Ambiental aplicados en el proyecto:

- Condiciones naturales, topografía y cuerpos de agua representan factores primordiales en la estructuración espacial de la propuesta.
- Condiciones extraordinarias de vulnerabilidad, inundaciones y zonas de deslave, como delimitadores de zonas de actuación.
- Paisaje integrador a través de terrazas para asegurar amortiguamiento y mitigación de condiciones de vulnerabilidad.
- Adaptación mediante la urbanización como recurso ambiental.
- Infraestructura azul con el ciclo de agua integrado: azul, gris, negra.
- Infraestructura Verde, islas urbanas de microclimas, captación CO₂.
- Generación de plusvalía mediante la naturaleza.



Figura 19. Análisis hidrológico, elaboración ATTHIKA.



Figura 20. Corredor ambiental integrado, elaboración ATTHIKA.

A3 ANALISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL: INTEGRACION DEL CORREDOR AMBIENTAL



Figura 21. Corredor ambiental, elaboración ATTHIKA.



Figura 22. Corredor ambiental, imagen objetivo, elaboración ATTHIKA.



Figura 23. Plan maestro-Diseño urbano, elaboración ATTHIKA.

Reflexiones finales

La realidad a confrontar

La necesidad de cambios radicales en la práctica arquitectónica y urbana global propicia espacios de reflexión sobre pautas y conceptos rectores que apuntan hacia el establecimiento de un diálogo respetuoso entre arquitectura-urbanismo y naturaleza. La naturaleza es recurso valioso e indicador de bienestar. El contacto con ella implica una interacción respetuosa. La naturaleza no está para ser dominada y explotada, los recursos naturales son, en su mayoría, finitos. El agua, el suelo, el aire, la biodiversidad son afectados negativamente por la actividad humana de la cultura contemporánea, masiva, consumidora y explotadora. Los daños que se han generado, en varios de los sistemas ambientales, son irreversibles.

El regreso a las raíces

La identidad de cada región debe ser exaltada y funcionar como eje organizador de la práctica arquitectónica. La visión de la construcción de la vivienda a escala nacional no puede cumplir con la diversidad de población, recursos naturales, tipologías y técnicas constructivas. Esa diversidad responde a diferentes microclimas, recursos y paisajes.

La arquitectura atópica

La relación de la arquitectura con el sitio donde se asienta ha perdido uno de los componentes principales, el de la materialidad. Los materiales de construcción son procesados y tratados industrialmente y la procedencia de sus componentes es desconocida. No sabemos de dónde vienen los materiales que conseguimos en los puntos de distribución finales de la cadena: las casas de materiales. Aparte del gasto energético que eso implica, cuestiona la esencia más pura de la arquitectura, el transformar el hábitat, antropización inmediata para cumplir cierta funcionalidad espacial.

La arquitectura tópica

Los materiales de construcción locales se recolectan del entorno directo y se usan con muy poco o nulo

tratamiento. En su concepción, la arquitectura viene a transformar el entorno próximo con los mismos recursos inmediatos. Los materiales de construcción no necesitan de acabados y se comportan eficientemente ante los cambios de temperatura que la edificación sufre durante el año. El diseño y composición sigue la lógica de adaptación topográfica, climática, paisajística y funcional.

Camino hacia la mitigación de los problemas ambientales

Los intentos contemporáneos de mitigación del cambio climático deberían replantear el concepto de economía actual. Etimológicamente:

- Ecología (οικο-λογία) es el hablar de la naturaleza
- Economía (οικο-νομία) es la administración de la casa, casa concebida como la naturaleza,
- Ecogenia (οικο-γένεια) es la familia, generadora de la casa.

Se necesita replantear el concepto de economía en relación a la escala individual y nuclear de nuestra sociedad y la arquitectura hasta ahora no ha contribuido en tal objetivo. Los metros cuadrados de vivienda y espacio común que le corresponde a la mayoría de la población mundial no permite a la individualidad ser desarrollada, componente necesario en grandes cambios.

Si la arquitectura no se despegaba de la escala global, sujeta a programas contaminados de corrupción a nivel nacional o regional, y no regresa a dar respuestas a escala local, inmediata y pensada bajo premisas de economía de cualquier tipo de recurso involucrado, no se podrá dar el cambio que hoy en día es prioridad número uno del pensamiento crítico arquitectónico y urbano. Los principios de la arquitectura bioclimática y del urbanismo ambiental pueden trazar una alternativa a la visión tecnócrata económica global, de la cual parece estar esclavizada la práctica contemporánea de la construcción, ya que la producción de espacios no cumple el mínimo de dignidad y condiciones de habitabilidad para sus habitantes.

Bibliografía

- Andreadaki, E. (2006), *Diseño bioclimático. Ambiente y sostenibilidad*, Thessaloniki, University Studio Press.
- Architects, Revista de SADAS-PEA, No 44, pp. 71-80, abril de 2004.
- Cuchí A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A, 2007.
- Eythymiopoulos, I. (2000), *Ciudad y sostenibilidad*, Ed. Stochastis, Atenas.
- Papapetrou, M. (2008), "Sostenibilidad y arquitectura tradicional griega", en *Nayplio*, 4º coloquio PEEKPE.
- Tsipiras, K. (2000), *Diseño bioclimático en edificios*", Atenas-Systems International S.A.
- Tzelepis, P. (1997), *Arquitectura vernácula griega*, Ediciones Themelio, Atenas.
- Proyecto de implementación de microsistema de almacenamiento de energía solar, Oficinas VINCI en Toulouse. Desarrollado y patentado por Spyridon Vassiss, Ingeniero en Energía Renovable.
- Plan Maestro la Terna, Tuxtla, Chiapas, 33 has. Desarrollado por Región Atthika Arquitectura y Urbanismo, 2015
- Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013.
- Architectural Record, 2017, núm. 4, pp. 59-60.
- Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), *Buildings and Climate Change Summary for Decision-Makers 2009*.
- Vassiss, X. (2015), "Experiencias de sustentabilidad en la arquitectura tradicional de las islas griegas", en *Hábitat sustentable II.*, UAM Azcapotzalco, México.
- "Certificación del urbanismo ecológico", Estudio elaborado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.
- Nikolopoulou, Marialena (Comp.) (2002), "Diseño de espacios urbanos abiertos con criterios bioclimáticos", en *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces*, KAPE.
- Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español* (2010), Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, abril.
- Nogueira Berrocal, Gabriela (s/a), "Certificaciones de Urbanismo, Análisis comparativo y transversal de los programas de certificación con criterios de sostenibilidad, Tesis Universidad Politécnica de Catalunya.
- Danakos, Marios (2011), "Principios y aplicaciones del diseño urbano bioclimático", Tesis AUTH, febrero.
- Monterotti, C. (2017), Certificaciones ambientales de edificios. Observaciones sobre su contribución a la transformación del sector de la edificación, enero, ecohabitar.org
- Sánchez Fermín, S. "Normas y certificaciones de edificación sustentable en México". En revista Obras. obrasweb.mx construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico
- Informe ONU sobre la población urbana, 2014.
- Informe Clean Air Institute, 2013.
- Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013.
- WWF y Global Footprint, 2017.
- Organización Meteorológica Mundial, OMM, 2017
- Office of the Federal Environmental Executive travelphoto.gr
- gettyimages.com
- perierga.gr
- athinorama.gr
- <http://www.ecohabitar.org>
- OMS, "México 2º país de América Latina con más muertes por contaminación.. <https://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/>

Referencias electrónicas

- Fernández, L. "Edificios sustentables. Prácticas exitosas para la reducción del impacto ambiental en edificios verdes". Revista especializada Schneider en Línea. www.schneider-electric.com.mx/documents/soporte/publicaciones-tecnicas/revista-schneider-en-linea/EnLineaJulio2010.pdf
- Guerrero Mothelet, Verónica (2016), "Construcción de contaminantes", <http://blogs.ciencia.unam.mx/paradigmmaxi/2016/04/11/construccion-de-contaminantes/>



Alina Drapella-Hermansdorfer

The idea of “Greenery Without Borders”. Discovering Arbol de la Vida from the perspective of Green Infrastructure development

PALABRAS CLAVE:

**infraestructura verde
urbana, Capital Verde
Europea 2019, indicadores
ambientales de desarrollo
urbano, uso sostenible
del suelo, Breslavia**

KEYWORDS:

**urban green infrastructure,
European Green Capital
2019, environmental
indicators of urban
development, sustainable
land use, Wrocław (Poland)**

RESUMEN

En la primera parte del texto se presenta la “Estrategia Europea de Infraestructura Verde”, instaurada en Breslavia (Polonia), habitada por más de 600,000 personas. Este contexto urbano europeo se convierte en el punto de partida del análisis de dos tendencias complementarias en la configuración del sistema verde urbano: como una red de parches y corredores ecológicos que forman la columna vertebral (estructura/warp) del sistema; y como vegetación dispersa que acompaña a las urbanizaciones y otras zonas construidas, a veces en forma de los llamados “jardines de bolsillo”. La segunda parte es sobre el desarrollo de la segunda tendencia en dos parques de Breslavia que están en construcción, así como su posible adaptación en la Ciudad de México, donde las condiciones parecen favorecer formas de vegetación bastante dispersas. Al considerar el “Árbol de la Vida” símbolo de la cultura mexicana, la autora utiliza éste en la construcción de jardines en macetas verticales, y al colocarse en las paredes de patios y balcones, pueden convertirse en la respuesta local a la idea de jardines de bolsillo.

ABSTRACT

The article consists of two parts. The first presents the European Green Infrastructure Strategy from the perspective of Wrocław (Poland), which is currently inhabited by over 600 000 people. This fairly typical European urban context becomes the starting point for the analysis of two complementary trends in shaping the urban green system: as a network of patches and ecological corridors that form the backbone (structure/warp) of the system and as dispersed greenery that accompanies housing estates and other built-up areas, sometimes in the form of so-called “pocket gardens”. The second part of the article is devoted to the implementation of this idea in two Wrocław’s parks that are under construction, as well as its possible adaptation in Mexico City, where the conditions seem to favour rather scattered forms of greenery. Perceiving “Arbol de la Vida” as one of the distinctive symbols of Mexican culture, author proposes to use this form for the construction of the unique, vertical potted gardens. Placed on the walls of courtyards and balconies, they can become the local response to the idea of pocket gardens.

Wrocław University of Technology,
Faculty of Architecture
alina.drapella-hermansdorfer@pwr.edu.pl

Introduction

In 2017, a quarter of a century passes from the first Earth Summit (UN Conference on Environment and Development) held in Rio de Janeiro in 1992, which is recognised as the symbolic beginning of the era of sustainable development. Initially, “Promoting sustainable human settlement development” became one of the 38 goals of the 21st century action plan—Agenda 21 (United Nations, 1992: Section 1, Chapter 7). It is worth noting that the original text of this section focuses on the issue of “shelter for all” and the infrastructure for all with no mention of greenery as an integral part of human habitats. This topic started to become important at the beginning of the 2010–2020 decade, partly as a result of previous experiences and partly as an attempt to answer the progressive climate change (Mega, Voula, 2010: 29–58). A quarter century of the implementation of Agenda 21 in European urbanism seems to be a period long enough to distinguish at least three stages of the EU green policy.

The first one, covering the period 1992–2000, was dominated by the search for a formula related to the eco-settlement or eco-city. It was then that the first generation of sustainable neighbourhoods were constructed, like Kronsberg in Hanover (Germany), BedZED estate and the Millennium Village in London (UK), eco-districts Vastra Hamnen and Hammarby Sjöstad in Sweden, and several settlements in the VINEX program in the Netherlands. Some of them were built on brownfield sites, which together with revitalisation programmes across regions, such as IBA Emscher Park (1989–1999) influenced the direction of further exploration.

In this context, years 2001–2010 were governed by the European Landscape Convention, protection of natural and cultural heritage and the growing participation of local communities in shaping the living environment. At the end of this period the most representative types of natural landscapes (18% of the EU’s land territory and around 4% of marine waters within Member States’ jurisdiction) were covered by coherent conservation rules and measures within the Natura 2000 network (EU Commission, 2008).¹ At the same

time, “the Water Framework Directive – integrated river basins management in Europe” (European Parliament, 2000) significantly altered the concept of flood protection that was linked to the sustainable rainwater management. Referring to the priorities of the “Building the Future” policy from 2001, the model examples of this period include such redeveloped industrial sites (Loures, Luis, 2015) as Hamburg’s Hafencity or Messe Riem in Munich (Germany), the regeneration of east Manchester and Lee Valley in London (UK) or Madrid Río – a spectacular project of urban renewal along the Manzanares river (Spain), as well as many dispersed interventions in other countries. The problems of protecting nature, the quality of public spaces and the access to recreational areas acquired over time such importance that since 2010 these issues have become an important element in the environmental impact assessment of cities competing for the title of European Green Capital (EGCA). The Award’s motto “Green Cities-Fit for Life” suggests that in this case “green” is synonymous with “sustainable”. Two years in advance the qualification process is conducted, and the title is given to a city inhabited by more than 100 000 residents (or the biggest in the country) that:

- has a consistent record of achieving high environmental standards;
- is committed to ongoing and ambitious goals for further environmental improvement and sustainable development;
- can act as a role model to inspire other cities and promote best practices to all other European cities (European Commission, 2008).

The award is given by the European Commission on the basis of 12 precisely defined criteria of sustainable urban development. Previously (since 1992) they were checked in the framework of Local Agendas 21, in model urban audits and a numerous scientific study that identified the basic indicators of the green city (Wong, Tai-Chee & Yuen, Belinda, 2011). The growing need for access to data and processing capabilities resulted in the development of GIS technology and the revolutionary qualitative leap in the methods of planning and reporting, whose measurable effects appeared at

1. The Natura 2000 network was established under the Habitats (adopted in 1992) and Birds Directives (adopted in 1979 as the oldest European piece of legislation and amended in 2009 as Directive 2009/147/EC). Since 1992 the network has gradually been developed to conserve and protect key species and habitats across the EU, while delivering many ecosystem services to human society. The Natura 2000 sites are selected following strictly scientific criteria. In 2013 the network comprised circa 26 thousand of Special Protection Areas (SPAs) for birds and Special Areas of Conservation (SACs) as well as Sites of Community Importance (SCIs) designated for whole ecosystems. These sites may be adjacent to or penetrate the co-existing areas of protection, which are or have been established already on the basis of internal regulations of Member States. On the one hand this huge pancontinental system raises various controversies and attempts to liberalize the rules of protection, on the other it enjoys strong support from pro-environmental circles, which in 2016 managed to maintain the status quo.

the end of the discussed decade (Stevens, Daniel; Dragicevic, Suzana, & Rothley, Kristina, 2007). The idea of European Green Capital was born exactly at a time when more advanced cities had comparable material for analysis.

Thanks to the extensive network of digital connections, the data from the short list of candidates are presented to the public in the form of a comparative report. "It is anticipated that this report will be read not only in cities that are current, previous, and potential applicants for the Award, but throughout Europe. This will help to disseminate information, inspire cities to action, showcase tried and tested environmental practices, and promote new technologies for supporting urban resource efficiency" (European Commission, 2016: 13).

*The third, last period of research in this field, covering the years 2010–2017, is focused on the adaptation to climate change, where the energy policy plays a significant role on the one hand (European Commission, 2007), and green infrastructure strategy on the other.*² According to the Resolution of European Parliament, Green Infrastructure is considered as:

...a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services. It incorporates green spaces (or blue if aquatic ecosystems are concerned) and other physical features in terrestrial (including coastal) and marine areas. On land, GI is present in rural and urban settings (European Commission 2013, Point 1.2).

In Europe the backbone of this system is constituted by the Natura 2000 network. The resolution also underlines that: "Green Infrastructure is based on the principle that protecting and enhancing nature and natural processes, and the many benefits human society gets from nature, are consciously integrated into spatial planning and territorial development. Compared to single-purpose, grey infrastructure, GI has many benefits. (...) It can sometimes offer an alternative, or be complementary, to standard grey solutions" (European Commission 2013, Point 1.2).

Such a wide range of the concept is distinctly different from the one adopted by the US Environmental

Protection Agency, which is unambiguously associated with the rainwater management practices. While the EPA emphasizes the role of open spaces and large-area ecological corridors, it focuses its efforts on implementing a rigorous set of equipment and technical solutions to combine grey single purpose infrastructure (as capital-intensive underground storm sewer systems, water-impermeable pavements) with low-budget green approaches managing rainwater near where it falls (EPA, 2014). The basic set includes:

- "point" retention or bio-retention devices (barrels, cisterns, ponds, constructed wetlands, rain gardens, planter boxes, etc.),
- linear devices, lessening peak flows, reducing pollutants and enhancing biodiversity (bioswales, re-opened ditches)
- infiltration surfaces (permeable pavements, green roofs, green streets, green walls).

This type of blue or green-blue infrastructure has been used in many European countries for more than a quarter of a century as part of most of the eco-estate equipment. The eco-cities (in French: *EcoCites*) and eco-districts (in French: *EcoQuartiers*) that are currently undergoing environmental certification in France can be listed as representative of the period 2010–2017. The certification of public buildings within the systems of environmental impact assessment, such as LEED, BREEAM and DGNB has become a fairly common practice. It would be difficult to overestimate the impact of the EU regulations and funds on improving the environment quality in the less affluent Member States as Poland.

At the same time, participation in large multi-sectoral *green* programmes is much more difficult for them than for their neighbours, which are more advanced technologically and organisationally (De Gregorio Hurtado Sonia, 2017: 402–414). For this reason, the case of Wroclaw (Poland)³ seems to be a noteworthy one for assessing the average state of green infrastructure development in central Europe. This is a typical lowland city: a well-developed but struggling with its past and problems of long-term investment negligence.

² Each strategy is supported by appropriate financial mechanisms, that favor innovative and international projects and facilitate sharing knowledge as well as good practices between the EU Members.

³ Wroclaw: one of the 5 largest Polish cities (over 300 km²) and the 11th one in terms of budget revenue/capita, the seat of 5 universities and two higher art schools.

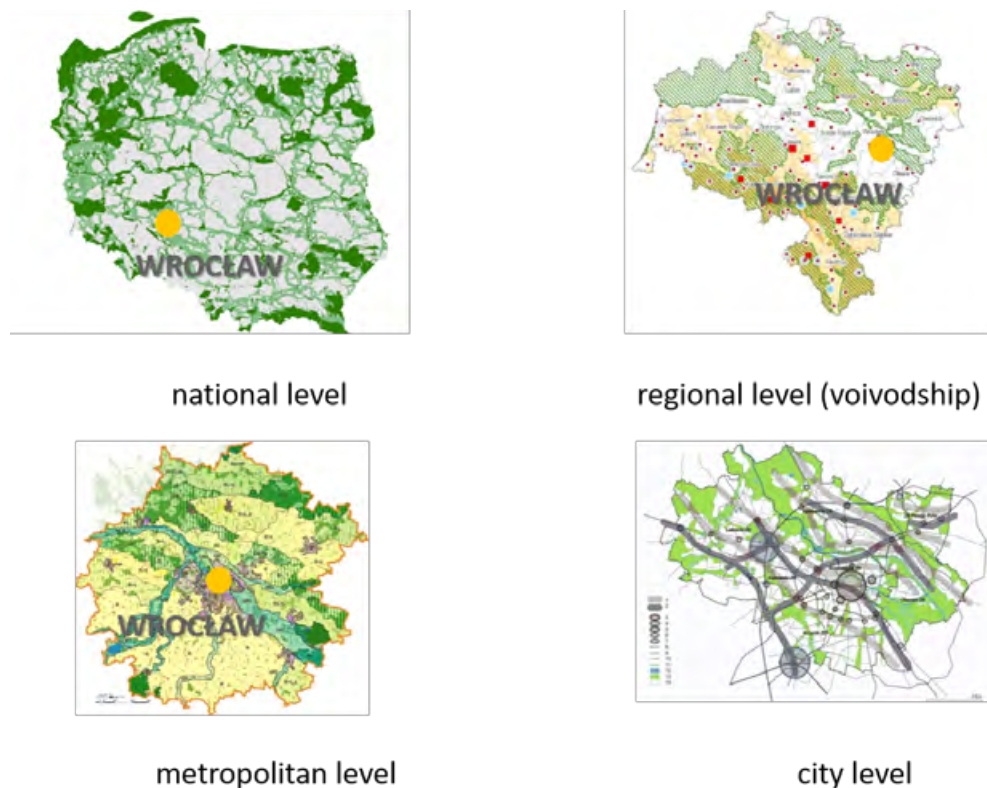


Figure 1. Wrocław. Coherent Policy of Spatial Planning. From the perspective of a Medium European City.

4. Polish name:

Study of Conditions and Directions of Spatial Development means the statutory development plan, which is comparable to the *British Local Plan*. In the official translations, the municipality of Wrocław uses the term: *Spatial Development Study* (http://geoportal.wroclaw.pl/en/development_study/).

5. Wrocław Forum of Greenery and Environment: *What (kind of greenery) needs the city?* 10th October 2015, Moderators: Alina Drapella-Hermansdorfer (Wrocław University of Science and Technology) and Tomasz Ossowicz (Wrocław Development Office).

6. Oslo has a total area of 454.03 km², and population of 647 676 inhabitants (2015). In this sense, the city about 1/3 bigger than Wrocław in terms of area and almost identical in terms of population. It is worth emphasizing that areas with limited opportunities for development (which is somewhat reminiscent of the British Green Belts) in Oslo occupy 300 km² (that is equal to the surface area of Wrocław).

Methodological approach

The idea of running for the title of the European Green Capital was born during the public debate related to the Study draft⁴ and development strategy “Wrocław 2030”.⁵ The discussion was focused on finding comprehensive and measurable steps towards sustainable development, which can lead the city to a significant improvement in a long-term perspective. The uniform evaluation framework used in the EGCA qualification system was recognised then as an interesting tool of internal monitoring. Each candidate city is assessed based on twelve environmental indicators, according to its current status, the projects completed in the past 5-10 years and plans in the given area. Each part of the application must be supported by documents confirming the data, creating the basis for the multilateral benchmarking and comparative analyses.

The starting point for the presented research is information derived from the EGCA 2019 application submitted by the authorities of Wrocław in November 2016 and specified further in the *Spatial Development Study* draft from July 2017. In this article only two factors were considered, namely: Sustainable Land Use and Nature and Biodiversity (Wrocław 2016: ind. 3-4). The remaining ten concern aspects such as Climate Change: Mitigation and Adaptation, Sustainable Urban Mobility, Air Quality, Noise, Waste, Water, Green Growth and Eco-innovation, Energy Performance and

Governance. A comparison of Wrocław data with analogical parts from the application of Oslo (Norway),⁶ a city that has been awarded the title of EGCA 2019, seems to well illustrate the role that European urban planning attributes to green infrastructure in the sustainable city concept (Oslo 2016) (Figure 1).

Greenery Without Borders

In Wrocław the new policy of seeking balance between the natural and built environment has been defined in the concept of Greenery Without Borders. As stated in the application for the title of EGCA:

A new study, the City's strategic document, introduces the concept of Greenery Without Borders. City development planning in accordance with this concept is to eliminate the traditional borderline between urban structure and the natural environment and to define the relationship between them. Wrocław's mosaic of green areas and river valleys forms rings and wedges that are places for the residents' rest and recreation but above all migration routes for the local fauna (Wrocław 2016: ind. 3a: 3).

In fact, apart from the semicircle of the historical city moat surrounding the Old City core, the backbone of the urban greenery system has been defined by the Odra River, its channels and four tributaries. Nevertheless, it is



Figure 2. Concept for the Study of The Green Ring for Wrocław Functional Area. Biblioteka cyfrowa (www.dbc.wroc.pl/dlibra/doccontent?id=24303&from=FBC).



Figure 3. Study of the Green Ring for Wrocław Functional Area. Author: Łukasz Dworniczak, Wrut PWR, Faculty of Architecture, 2013 Biblioteka cyfrowa (www.dbc.wroc.pl/dlibra/doccontent?id=24303&from=FBC).

a well-developed system, as 21% of total population lives within 1 km from the rivers. The Natura 2000 protected sites (11.56% of total urban area), forests (7.6% of total city area)⁷ and parks form together:

- the *dominant greenery zone*, which “covers areas of key significance from the point of view of the protection of natural values, environmental corridors, and biodiversity”.
- Agricultural areas, especially the very popular allotment gardens, as well as the greenery that accompany the residential areas are part of
- the *equivalent greenery zone*, which “creates the possible coexistence of man and nature in built-up areas”.
- The other sites of greenery are located inside the *co-creating greenery zone* as “a green buffer with most industrialized areas”(Wrocław 2016, ind.3c:15).

Every single part of the city is thus assigned to one of the zones of saturation with greenery. According to *Spatial Development Study draft* in 2030 the percentage of people living within 300 m of green urban areas of any size should increase from the existing 78% to 91% and from 89% to 99% in the city centre (Table 1) (Figures 2, 3).

Juxtaposition of corresponding tables from Wrocław and Oslo applications indicates a slightly different way of aggregating data (Wrocław, 2016) (Oslo, 2016). The difference concerns not only the number of development zones (two in Wrocław and three in Oslo, where an additional area resembling British Green Belts from the late 1940s was created) but also the fact that there are no single function areas in the Norwegian capital as

a result of a long-term, consistent planning policy. As highlighted in the Norwegian proposal: Former industrial areas located at the margins of the inner city – such as Nydalen, Løren, Ensjø and Kværnerbyen– have been redeveloped with an emphasis on high residential density, high frequency transit services, and path improvements to encourage walking and cycling (Oslo 2016, ind.3: 4). At the same time, most brownfields in the city centre that remained after the shipyards and dry docks have been transformed into compact neighbourhoods combining the new dwellings with workplaces, shops, parks and public spaces. The proximity of places to live, work and recreate greatly reduces the transportation needs of residents thus becoming the key indicator of the sustainable land use. Despite many skeptical voices (Davoudi, Simin, & Madanipour, Ali, 2012: 459–468), this direction is generally recommended in many EU documents (ECPT 2003, 1998) and highly rated by the EGCA 2019 jury.

Another difference concerns private gardens in Oslo, which have been included in the category of residential areas, thus becoming part of mixed-use lands. If we consider that the “overall city” in Oslo has almost the same area as Wrocław, then the total share of public green areas is strikingly comparable in both cities. Nevertheless, behind each position in Table 1 lies completely different philosophy of shaping space—more diversified in Oslo, both in zones and within zones, and mosaic in Wrocław, but rather homogeneous within the units.

Among Wrocław’s big assets are large protected areas in the dominant greenery zone. The six sites, creating

⁷ Some of the forests are part of the six Natura 2000 sites.

Table 1: Land use in Wrocław and Oslo municipality*.

Forms and indicators of land use	Wrocław		Oslo		Urban Area ⁸		Units
	Inner City	Overall City	Inner City	Urban Area ⁸	Overall City	Overall City	
Public Green Area	7.1	23	15	20	68		%
Private Green Area	0.6	0.6	-	-	-		
Other green areas (inaccessible green areas or accessible for fee, e.g. allotments, zoological gardens, botanical gardens, cemeteries, farmlands, etc.)	0.0	34.9	-	-	-		
Blue	7.3	3.3	1	1	6		
Residential	16.3	12.2	-	-	-		
Industrial/economic	1.3	4.0	-	-	-		
Mixed	Residential	29.6	6.4	27	36	12	
	Industrial/economic			13	8	3	
	Cultural, social and religious			7	4	1	
Brownfield	0.6	0.7	-	-	-		
Other ⁹	37.2	14.9	37	31	10		
Total	100.0	100.0	100	100	100		
Percentage of people living within 300 m of green urban areas of any size	89	78	98.2	98.4	-		
Population density in built-up areas (city area minus green and blue)	80	54	133	60	57	Inhabitants per hectare	
Population density for new developments	306	134	154	148	-		

*By the author.

part of the Natura 2000 European Network, and the others, as Szczytnicki Natural and Scenic Landscape or so-called ecological sites are situated along the rivers and water channels. In 2016, sites legally under conservation amounted to 11.56% of the city area and were expected to rise to about 12.1% after implementation of the Study principles. This can be achieved thanks to reserves of land in the form of brownfields, where the natural qualities of the former Irrigation Fields are to be maintained as one of the adopted solutions.

The allotment gardens, whose area in 2015 exceeded 1300 ha and the total number of plots was estimated at about 35 000, play an important role in shaping the local climate and organizing the leisure time. As a part of the equivalent greenery zone they are still the subject of dispute between the strong developer lobby and the social allotment gardener movement. Enclosed, semi-private character of these gardens greatly limits the possibility of their preservation near the city centre. Perhaps for these reasons, the city's potential in this area has not been adequately exposed, although the other EGCA candidates usually attach great importance

to such forms of urban agriculture (Moragues-Faus, Ana & Morgan Kevin, 2015: 1558-1573).

The Wrocław Civic Budget seems to be the third strong point of the city as an efficient tool for building democratic society. Since 2013 many citizens' projects concerning green areas have been implemented after gaining approval and support in open voting of residents. The interest in this initiative is evidenced by the fact that in 2016 the number of people taking part in the vote exceeded 100 000. However, it is rare for people to apply for the planting of trees. Most initiatives deal with enhancing already existing green areas by adding playgrounds, open gyms and similar recreational facilities. The other small projects are financed from the micro-grants, intended for social inclusion, education or the promotion of green culture.

Participatory system that is guided by its own rules has become an indirect inspiration for the concept of Greenery Without Borders. Therefore, it should be noted that the city authorities continue their parallel programme of urban acupuncture in "Spaces Between Buildings". Intervention actions in 2007-2015 concerned rehabilitation

8. The built zone, without Marka – a kind of green belt limiting urban sprawl and providing opportunities for recreation.

of 66 courtyards in the most sensitive neighbourhoods, and for the next two years 1.75 million Euros have been allocated for this purpose. Compared to the prior state of the revitalized areas, the new investments resulted in a significant improvement in living conditions. At the same time the network of bicycle paths is dynamically developing as well as the plans of eco-modernization of 5 "green arteries" leading to the city centre. Nevertheless, the results are less comprehensive than in the current European Green Capitals, where similar renewals were additionally combined with the so-called sustainable drainage and rainwater management in green areas. Water sensitive urban design is one of the important aspects of climate change adaptation and is considered in the evaluation of city's environmental impact (Figures 4, 5).

An excellent plan to improve flood security during heavy rains was presented by Copenhagen as the EGCA 2014 (Gulsrud, Natalie M., Gooding, Saskia, & Konijnendijk van den Bosch, Cecil, 2013: 330-337). In Oslo scattered forms of green are expected to appear also on the roofs, supporting the blue-green infrastructure development. It is worth mentioning that beyond 500 existing green roofs within the city, the next 8 229 have been recommended as potential places for urban agriculture or roof gardens, and another 6 000 as suitable for more extensive green roofs of habitats for biodiversity. At the ground level this "under-sky"

system connects to the re-opened streams and other waterways, which have been hidden so far under the urban fabric. According to the cross-sectoral strategy of reducing the risk of flooding, the green areas along the streets, parks and public spaces are transformed into coherent multifunctional urban landscapes. They are facilitating infiltration into the ground, while the restored waterways and ditches are providing safe and quasi natural runoff to the retention basins. Although the numerous parts of urban landscape have already been constructed this way, the proposal emphasises the advanced blue-green network project for a large regeneration area inhabited by 40 000 residents. This concept of adaptation to climate change was highly estimated by the jury due to the close connection between the green economy, environmental improvements and social participation. Unfortunately, in Poland the blue infrastructure still faces many administrative and formal barriers, despite efforts undertaken by the academic community to promote the issue. Among numerous examples of such searches one should mention The Poznan Charter on Urban Water, 2011. According to Anna Januchta-Szostak, the authors of the Charter recommend eight key principles of sustainable urban water management:

- Respect for water resources (perceiving rainwater not as wastewater but as a valuable water resource),

9. Other consists of the technical infrastructure that supports the city (i.e. transportation, energy and wastewater), in addition to areas set aside for telecommunication.

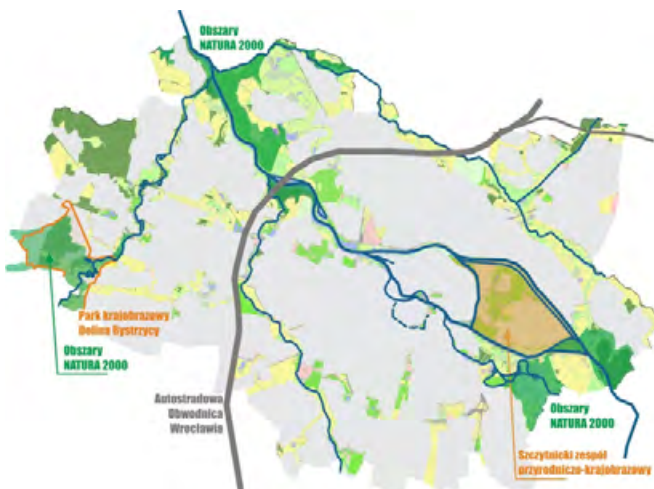


Figure 4. Main Ecological Axis of Blue-Green Infrastructure in Wrocław.

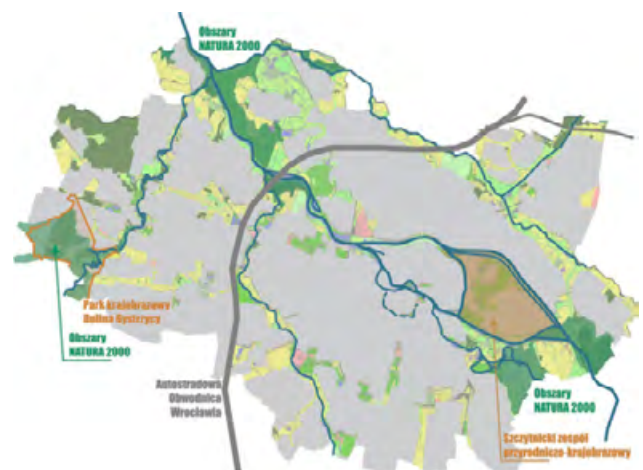


Figure 5. The Secondary System of Ecological Corridors.

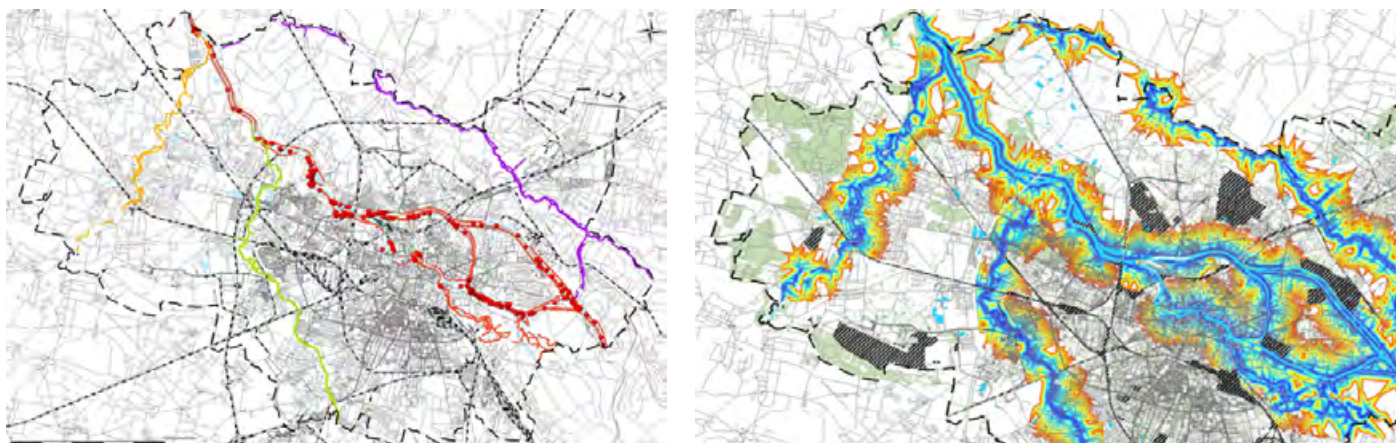


Figure 6, 7. Studies to the Blue strategy of Wrocław River Parks. (www.ciria.org/Resources/Free_publications/Water_sensitive_urban_design_in_the_UK_-_Ideas_book.aspx).

- Rainwater management on site, if possible, on the land surface (implementing decentralized semi-natural systems of rainwater and meltwater management, like Sustainable Urban Drainage Systems: SUDs),
- Use of “green infrastructure” (implementing green roofs, raingardens/bioswales, riverside buffer parks or natural/artificial marshlands as alternative or complementary to gray infrastructure),
- Urban drainage basin and river valley restoration (re-opening room for the rivers in the cityscapes, protecting natural flood risk areas against development, making the ecological net of river corridors more effective),
- Turning towns and cities towards rivers (restoring the riverfronts as outstanding elements of the cityscapes, in the richness of their social, economic and environmental values),
- Multifunctional management of public space (shaping “blue-green” buffer park networks, “green” boulevards, waterside educational paths, etc.),
- Raising social awareness (promoting bottom-up initiatives and good practices for water management, educating, learning through play at the riversides, etc.),
- Economic motivation (limiting the permissible size of the impermeable surface, introducing a system of incentive fees for rainwater collection and the similar motivating tools). (Januchta-Szostak, Anna, 2012: 108).

Similar concepts and declarations were included in Wrocław’s proposal. Despite the lack of success in this edition of the EGCA,¹⁰ the time spent on preparing the Wrocław’s application was not the wasted one. In the spring 2017 the municipal Department for Sustainable Development was created. It is to continue the work in

relation to the acquired experiences and lessons learned from the confrontation with the most advanced sustainable cities in Europe (Figures 6, 7).

Beyond the competition-ten principles of low-budget green infrastructure

So far the EGCA was given to 10 cities: Stockholm (Sweden 2010), Hamburg (2011), Vitoria Gasteiz (Spain 2012), Nantes (France 2013), Copenhagen (Denmark 2014), Bristol (UK 2015), Ljubljana (Slovenia 2016), Essen (Germany 2017), Nijmegen (the Netherlands 2018) and Oslo (2019). These cities usually have a well-developed management system and long-term experience in implementing multi-sectoral policies, skilfully supported by their scientific background. In this context, the standards defined by this avant-garde are rather difficult to replicate by less advanced communities. Smaller economic potential does not seem such a big obstacle as a lack of knowledge about more traditional ways of achieving the similar goals. A quarter of a century after the Rio Declaration for Sustainable Development, one can ask whether the high tech and high budget strategies should not be more effectively balanced by much modest and common solutions. Not so long ago a discussion around Alejandro Aravena’s “Reporting the Front” in 2016 clearly demonstrated that the subject of low tech and low budget did not arouse interest among the relevant bodies of European opinion formers.

In this context it should be mentioned that in terms of low-budget landscape planning Wrocław deserves much more attention than is apparent from the data contained in the application form. While in the sphere

¹⁰. In May 2017 the final shortlist included Ghent (Belgium), Lahti (Finland), Lisbon (Portugal), Oslo (Norway) and Tallinn (Estonia).

of geopolitical influence of Prague (Czech Republic), Vienna (Austria), Berlin (Germany) and Cracow (Poland) the city several times changed its state affiliation over the centuries. The last change was the result of the correction of borders after the 2nd World War, which explains the role of German naturalists in shaping the Wrocław greenery until 1945. Of importance was the environmental movement in the garden art, supported by rich experience in hydrotechnics and water reclamation, which developed here in the second half of the 19th century. The pioneers of this movement were Peter Joseph Lenné (1789-1866) and Gustav Meyer (1816-1877), who created the manner referred to as Lenné-Meyer school, exerting a strong influence on the next two generations of Wrocław landscape architects. Among them were such eminent botanists as Ferdinand Cohn (1828-1898), Adolf Engler (1844-1930) and later Paul Dannenberg (1863-?). They all developed a deeply environmental way of planning with the expression of "being rooted in" (German: *Bodenständigkeit*) (Cupers, Kenny, 2016: 1226-1252). The legacy of this period includes several solutions that meet the criteria currently set by the green infrastructure.

The reference to the naturalistic style might seem self-evident if not for the current trend to experiment with colours, exotic plants and the widely understood ornamentation. The need to promote new aesthetic criteria goes far beyond the borders of Wrocław, becoming a challenge for landscape architects (Martínez, Alonso, 2015: 18-20). It seems, however, that the trend of "beautifying the city" deserves a revision due to the high cost of management, since it largely delays urban investments in greenery (Dunnett, Nigel & Hitchmough, James, 2006, 2004). The municipality of Wrocław prefers rather never-ending improvements in existing parks than new projects, which would gain the desired proportions and appearance in a few years. The desire of fast effect explains the "architectural" character of public spaces: the widespread use of concrete, stone and durable elements, which generate costs and create another argument for limiting investment in greenery. At the same time, social pressure related to the protection and planting of new trees is increasing.

It is in this context that the development of the two Wrocław parks has started. Their balanced spatial concept is rather unusual partly due to the extremely low budget. Paradoxically, the lack of financial resources has led to solutions that made designers, city authorities and the locals themselves creatively interpret a relatively poorly understood tradition of the place. The conclusions from these experiences can be summarized in the form of "Ten Wrocław Rules" (Drapella-Hermansdorfer Alina, 2016: 107-120).

1. For most contemporary city inhabitants the city park as a relatively large and compact green area becomes a type of landscape that forms their understanding of nature and respect for the natural heritage of the region and country.
2. The creation or adaptation of the city park is always an opportunity to develop and strengthen the network of ecological links, increase the efficiency of services provided by new ecosystems (especially in terms of carbon accumulation), and protect biodiversity.
3. Land formation in both the park and its neighborhood can significantly affect the sustainable use of rainwater (providing retention and floodplains, uncovering waterways) and thus reduce the risk of flooding, improve plant vegetation and indirectly mitigate climate change. Therefore, it should be obligatory to create parks in new housing estates or other areas with a high proportion of water impermeable surfaces.
4. Addressing the specific habitat conditions of a site (biotope), not only leads to differentiation of park complexes (phytocoenosis), but also shows the richness of native landscapes in the broadest possible range. In park design, therefore, the starting point should be the potential of the place, understood in both natural and cultural terms.
5. Park landscapes are better remembered if they possess an element of narrative that is relevant to the local community. For this reason, it is necessary to strive for the separation of parts or paths of a thematic nature (thematization) by using art as a means of communication with the user.
6. Proper plant selection (phyto- and aromatherapy), water systems (cascades, fogs) and small

architectural elements (open-air gyms) can increase the park's therapeutic value by becoming a low-cost, yet sustainable investment in social health protection.

7. The park becomes one of the few spaces of freedom that remains at the disposal of modern city dwellers. Apart from providing security and facilities (toilets, gastronomy), it is necessary to avoid rigid dedication of space to certain forms of activity, leaving the so-called open plan and possibilities it offers for the residents' own initiative. For this reason, social participation is desirable not only when the project is consulted but above all during land use and upkeep of greenery.
8. Each park is a „public purpose investment” as part of the city's green infrastructure system, serving the protection of nature and the health of the population. Appropriate plant selection and water features can significantly increase the range of ecosystem services provided by a green area, including basic (habitat), supply, regulatory and cultural services.¹¹ This leads to a variety of plant care practices (intensively cultivated areas, dedicated to humans and extensively cultivated wilderness areas) and lowers maintenance costs.
9. Maintaining urban parks provides the opportunity to employ people endangered by social exclusion (the unemployed, the homeless) or immigrants in the first phase of adaptation to new conditions. At the same time, it is a means to return to some traditional forms of greenery maintenance, such as sheep grazing on the lawns, which is becoming more and more popular.
10. Parks can and should be designed as landscapes that are at least to some degree utilitarian (in the type of forest gardens), i.e. with fruit trees, mushrooms or other edible plants (berry bushes), also intended for animals. It is also desirable to join allotments with the park area, as this combination reduces the cost of maintaining green spaces and at the same time offers a wide range of services provided by ecosystems.

It is easy to see that the first rule is the starting point for all the others, pointing to a city park as a substitute for native nature, and therefore a quasi-natural ecosystem or ecosystems. It is intended to illustrate the

interdependence between the various elements of nature (especially their phytosociological relationships), as opposed to the concept of planting trees as single units, which can be arranged in any, mainly decorative way.

Depending on the location, the naturalistic park may incorporate, adapt or imitate the forest, water or agro-cultural landscapes (meadows, orchards), with respect to the identity of the place and the needs of the residents (communication, services, equipment). The following principles address three aspects of sustainable development: natural (principles 2-4), social (principles 5-7) and economic (principles 8-10). It has to be noted, however, that their application is limited in the case of an increasingly significant group of park-type landscapes established on roofs or in other artificially arranged habitats where experimenting with the selection of plants is sometimes necessary, at least in the initial stage of exploration.

Application and conclusions

The implementation of the principles in the Millennium Park and the Mammoth Park in Wrocław relates to the experimental process of creating green infrastructure both by designers, the Department for Urban Greenery and the local community. It is worth emphasizing that the inhabitants not only are eager to participate in the planting of plants but also take several initiatives themselves, obtaining different funds for correlated environmental projects. Both parks are being built on abandoned farmland located in the ecological corridor of the Slesza Valley – a river of great importance for the identity of Silesia as a region. Therefore, there are narrative references both to archeological excavations at Mammoth Park and ten centuries of city history at the Millennium Park (Drapella-Hermansdorfer, Alina, 2014a: 11-18).

The adopted method of patchwork landscape, consisting of typical natural habitat regions, enabled the incorporation of existing valuable natural elements into the concept of sustainable land development (Drapella-Hermansdorfer, Alina, 2014b: 1089-1096). In some areas natural succession has been accepted, while in

11. The concept of ecosystem services began to arouse attention of the scientific community at the turn of 1990/2000. Approximately 1,360 experts from 95 countries were involved as authors or reviewers of the Millennium (Ecosystem) Assessment (MA) reports, whose comprehensive summary was entitled: Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis. Following this study, the ecosystem services can be understood as: "the benefits people obtain from ecosystems. These include provisioning services such as food, water, timber, and fiber; regulating services that affect climate, floods, disease, wastes, and water quality; cultural services that provide recreational, aesthetic, and spiritual benefits; and supporting services such as soil formation, photosynthesis, and nutrient cycling" (Millennium Ecosystem Assessment, 2005: V). See also: (Kronenberg, Jakub, 2012: 14-30).

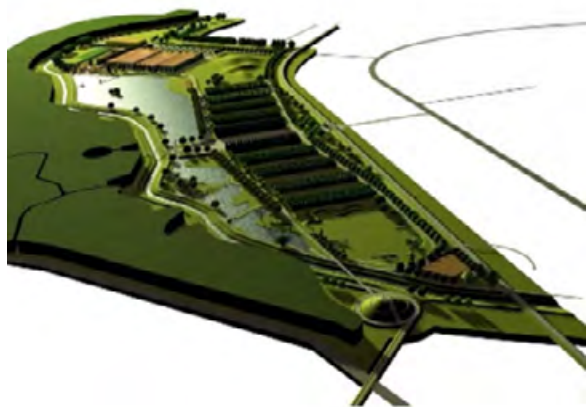


Figure 8. Millennium Park in Wrocław.

others forest-type trees with more efficient carbon sequestration have been planted and meadows / clearings for humans have been delineated. Care was also taken to preserve certain elements of agrarian culture, such as orchards and trees on the field roads, which are feeding places of specific species of native fauna.

Of significant importance to the biodiversity of the Millennium Park is the reconstruction of the Sleza riverbed, which has become a significant element of the natural retention system associated with drainage and flood protection strategies. Earthworks were reduced to a slight deepening and modeling of the banks along the trails of the old river corridor, which had been dampened in many places by agricultural use. The resulting „rain garden” arrangement differs in habitat conditions from adjacent areas. This is where hygrophytes are concentrated, while meadow glades can better serve people as places where they can walk and recreate (Figure 8).

Great importance has been attached to the creation of a refuge for animals, among other things by arranging logs of old cut-down trees in different places. The logs serve as „insect hotels” as well as seats because people are more likely to use them than benches. Some of the willow logs with new shoots have been planted as part of the experiment, whose aim is to combine the ecological value of old trees with new plantings. Another type of shelter for animals is provided by freely arranged groups of stone, which at the same time serves an ornamental and educational function in the naturalistic exposures of rock resources from the Lower Silesia (Drapella-Hermansdorfer, Alina, 2015: 543-550). The collection was built mainly thanks to quaternary sponsorship. Granite curbs from recycled materials and elements from the demolition of historic buildings were also used. The purpose of the designers was to create unique



Figure 9. Mammoth Park in Wrocław.

scenery showing the varied possibilities of this material –both in its processed and natural form.

Within a couple of years, the two parks have become authentic civic laboratories. Local communities have observed their gradual development and taken part in the process. A lot of work has been done as a result of volunteering, cooperation between the Department for Urban Greenery and non-governmental organizations or the involvement of prisoners. In this respect, Mammoth Park is especially noteworthy as it is an example of a park that is being created thanks to the initiative of residents within the Wrocław Civic Budget (Figure 9).

Instead of summarizing: “Arbol de la Vida” as model for vertical gardens

The principles of Wrocław refer to a specific social, economic and environmental situation, but their essence lies in the creative reading of the conditions of the place, i.e. the *Bodenständigkeit*, which interested Wrocław designers from the beginning of the 19th century. An attempt to apply this philosophy of action in an extremely different reality, for example in Mexico, would have to produce results in the form of a completely different concept of green infrastructure. It is noticeable that the lack of free space directs attention of the local designers towards green walls, which on a large scale can bring hard to quantify benefits (Collazo-Ortega, Margarita; Rosas, Ulises & Reyes-Santiago Jeronimo, 2017).

However, not everywhere new solutions withstand the test of time and due to high costs, most residents cannot afford them. At the same time, regardless of the problems with water supply, even in overcrowded districts outside trendy neighborhoods one can meet potted gardens on roofs, balconies or windowsills.

They show a strong need for decorating space (murals), taste for vivid colors and traditional symbols (e.g.

Xochimilco). Unfortunately, this huge human potential is neither properly utilized nor developed. It seems that a system of small grant competitions for the most attractive vertical potted gardens, combining the idea of the *Arbol de la vida* with wall painting, ceramics and the need for individual expression can significantly improve the quality of the environment and the urban landscape.

It is not about professional macro-scale actions like painted walls in Palmitas, but rather about supporting individual initiatives. Considering Wrocław's experience, both the financial incentive system and rooting in local culture and its creative continuity are essential for the involvement of the inhabitants in the development of urban green infrastructure.

Bibliography

- Benedict, Mark A. & McMahon Edward T. (2006), *Green Infrastructure: linking landscapes and Communities*. The Conservation Fund, Island Press, Washington, Covelo, London.
- Cupers, Kenny (2016), "Bodenständigkeit: the environmental epistemology of modernism", In *The Journal of Architecture*, Vol. 21, No 8, pp. 1226-1252.
- Davoudi, Simin, & Madanipour, Ali (2012), "Two Charters of Athens and two visions of utopia: functional and connected", In *Built Environment*, Vol. 38 No 4, pp. 459-468.
- Drapella-Hermansdorfer, Alina (2016), "Naturalistic approach in park design-10 Wrocław principles", In *Europejskie Stolicie Kultury. Wybrane zagadnienia*. Ed. By Przesmycka E., Wrocław University of Science and Technology Publishing House, Wrocław (Poland), pp. 107-120 (in Polish).
- (2015), "Park as a Wildlife Refuge. Idea of the Civic Laboratory of Ecology", In *2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts*, SGEM2015, Book 4, Vol. 1, No. SGEM2015 Conference Proceedings, pp. 543-550.
- (2014a), "The landscape plan for the Sleza River Park in Wrocław: new organizational and technical solutions. Technical Transactions", In *Architecture*. Vol. 8-A, pp. 11-18.
- (2014b), "The patchwork-based method of green infrastructure design: the case studies from Wrocław", In *International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts*, SGEM2015, Book 4, Vol. 1, No. SGEM2015 Conference Proceedings, pp. 1089-1098.
- Dunnett, Nigel & Hitchmough, James D. (2006), *Making contracts work for wildlife: how to encourage biodiversity in urban parks*, Commission for Architecture and the Built Environment. London: CABE Space.
- (ed.) (2004), *The Dynamic Landscape: the ecology, design and management of urban naturalistic vegetation*, London: E. & F. N. Spon.
- De Gregorio Hurtado, Sonia (2017), "Is EU urban policy transforming urban regeneration in Spain? Answers from an analysis of the Iniciativa Urbana (2007-2013)", In *Cities*, Vol. 60, Part A, February, pp. 402-414.
- Gulsrud, Natalie M., Gooding, Saskia, & Konijnendijk van den Bosch, Cecil (2013), "Green space branding in Denmark in an era of neoliberal governance", In *Urban forestry & urban greening*, Vol. 12 No 3, pp. 330-337.
- Januchta-Szostak, Anna (2012), "Urban Water Ecosystem Services", In *Sustainable Development Applications*, No. 3, 2012, pp. 91-109.
- Head, Peter and Lam, Debra (2011), "How Cities Can Enter the Ecological Age", In Wong Tai-Chee, Yuen Belinda (eds) *Eco-city Planning*. Springer, Dordrecht.
- Klessmann, Corinna, et al. (2011), "Status and perspectives of renewable energy policy and deployment in the European Union—What is needed to reach the 2020 targets?", In *Energy policy* 39, 12, pp. 7637-7657.
- Kronenberg, Jakob (2012), "Urban ecosystem services", In *Sustainable Development Applications*, No. 3, 2012, pp. 14-30.
- Larondelle, Neel & Haase, Dagmar (2013), "Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities", In *Ecological Indicators*, No. 29, pp. 179-190.
- Loures, Luis (2015), "Post-industrial landscapes as drivers for urban redevelopment: Public versus expert perspectives towards the benefits and barriers of the reuse of post-industrial sites in urban areas", In *Habitat International*, Vol. 45, pp. 72-81.
- Mega, Voula P. (2010), "Sustainable Cities For The Third Millennium: The Odyssey Of Urban Excellence", In *Springer Science & Business Media*, New York.
- Martínez Alonso P (2015), *Diseño de áreas verdes con criterios ecológicos. Estudio de dos casos en la comunidad de Castilla-La Mancha, España*, Instituto Juan de Herrera, Madrid, Cuadernos Investigación Urbana – CiUr, Julio/ Agosto.
- Moragues-Faus, Ana & Morgan Kevin (2015), "Reframing the foodscape: the emergent world of urban food policy", In *Environment and Planning*, Vol. 47, Issue: 7, pp: 1558-1573.
- Perini, Katia, Ottelé, Mark, Haas, E. M., & Raiteri, Rosanna (2013), "Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls", In *Urban Ecosystems*, Vol. 16 Issue 2, pp. 265-277.
- Stevens, Daniel; Dragicevic, Suzana, & Rothley, Kristina (2007), "iCity: A GIS-CA modelling tool for urban planning and decision making", In *Environmental Modelling & Software*, Vol. 22, Issue 6, pp. 761-773.
- Wong, Tai-Chee, and Belinda Yuen, eds. (2011), *Eco-city planning: Policies, practice and design*. Springer Science & Business Media.

Electronic sources

- Collazo-Ortega, Margarita; Rosas, Ulises & Reyes-Santiago Jeronimo (2017) *Towards Providing Solutions to the Air Quality Crisis in the Mexico City Metropolitan Area: Carbon Sequestration by Succulent Species in Green Roofs*. PLOS Currents Disasters. Mar 31. 9; doi: 10.1371/currents.dis.bb66ae4f4f3c6eb118a019a29a9ce80f
- US Environmental Protection Agency, 2014, *Enhancing Sustainable Communities with Green Infrastructure*. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-10/documents/green-infrastructure.pdf>
- European Council of Town Planners (2003), *New Charter of Athens 2003*; http://www.unige.ch/cuepe/virtual_campus/module_landscape/_31_ville_debat_actuel/pdf/New_Athen_charter_2003_english.pdf
- European Council of Town Planners (1989), *New Charter of Athens 1998*, <http://extras.springer.com/2005/.../NewChartaAthens1998-2.pdf>
- European Commission (2016), *European Green Capital 2016. Good Practice Report*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/good-practice-report-european-green-capital-award-2018.pdf>
- European Commission (2013), *Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital* <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0249>
- European Commission (2008), *European Green Capital*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/about-the-award/>
- European Commission (2007) *An Energy Policy for Europe*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52007DC0001>
- European Parliament (2000), *The EU Water Framework Directive* <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02000L0060-20141120>
- Millennium Ecosystems Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well Being. Synthesis*. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Oslo (2016) *Application form for the European Green Capital Award in 2019*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2019-oslo/oslo-2019-application/>
- United Nations (1992), *Agenda 21*, UN Conference on Environment and Development A/CONF.151/26, Vol I. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- US Environmental Protection Agency, 2014, *Enhancing Sustainable Communities with Green Infrastructure*. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-10/documents/green-infrastructure.pdf>
- Wroclaw (2016), *Application for the title of European Green Capital in 2019*, <http://bip.um.wroc.pl/arttykul/376/24588/zielona-stolica-europy>



A general overview on urban adaptation strategies to climate change and sea level rise

Christiano Lepratti
and Emilio Rossi Guido

PALABRAS CLAVE:

cambio climático, aumento del nivel de mar

KEYWORDS:

climate change, sea level rise

RESUMEN

Los impactos del cambio climático aumentan la vulnerabilidad de las zonas urbanas que presentan una tendencia a incrementar su población. En 2015 acogieron el 53% de la población mundial (ONU-Hábitat, 2016). Se ha estimado que el 23% de la población mundial vive a no más de 100 km de distancia de la costa y a menos de 100 m sobre el nivel del mar. Las densidades de población en las regiones costeras son aproximadamente tres veces superiores a la media mundial y su población estará expuesta a los impactos del aumento del nivel del mar (Neumann, 2015).

Se han elaborado y adoptado estrategias y medidas para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, en general, y a los relacionados con el aumento del nivel del mar (SLR). Pocas ciudades de primer orden ya han desarrollado e instaurado planes de adaptación; sin embargo, la gran mayoría de las ciudades siguen careciendo de un enfoque sistémico para afrontar este desafío.

ABSTRACT

The impacts of climate change increase the vulnerability of urban areas who meet a global trend of increasing inhabitants and hosted in 2015 the 53% of the world population (UN-Habitat, 2016). It has been estimated that 23% of the world's population lives both within 100 km distance of the coast and <100 m above sea level, population densities in coastal regions are about three times higher than the global average (Neumann, 2015), and a growing population will be exposed to the impacts of sea level rise (Neumann, 2015). Adaptation strategies and measures are required in order to face the adverse impacts of climate change in general and those related to sea level rise (SLR). Few frontrunner cities already developed and implement adaptation plans, although a great number of cities are still lacking a systemic approach to face the challenge.

Department of Architectural Design,
University of Genoa, Italy
lepratti@arch.unige.it

Introduction

According to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker, 2014), global warming since the mid 20th century is primarily a consequence of greenhouse gas emissions due to human activities (Stocker, 2014). However, even though strong mitigation actions are put into practice to maintain climate change impacts under a threshold that still allows the main services to function reasonably well, even if global greenhouse gas emissions would end nowadays, climate would continue to change as a consequence of emissions of the last decades and the inertia of the climate system, and the sea level would continue to rise. Mitigation by itself is not able to avoid the impacts of climate change. Thus, in order to face the adverse impacts of climate change, mitigation and adaptation actions should be brought about in a harmonized approach.

Impacts and vulnerability of cities to climate change and sea level rise

The report “Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016” (EEA, 2017) presents an indicator based assessment of former and expected climate change, impacts and the related vulnerabilities and risks to ecosystems, human health and society in Europe, taking into account a broad range of model simulations. The report identifies key detected and predictable changes in climate and their impacts for the main biogeographic regions in Europe. All over Europe coastal zones cope with rising of the sea level and the consequent increasing risk of flooding as well as a possible intensification in storm surges (Figure 1).

Global mean and extreme sea level augmented worldwide and along most of the European coasts. According to the IPCC Fifth Assessment Report (Stocker, 2014) sea level in the 21st century will rise by 26–81 cm, varying on the emissions scenario, and assuming that the Antarctic ice sheet remains stable. Other recent model based researches and expert assessments have foreseen an upper bound for global mean SLR in the 21st century

in the range of 1.5–2.0 m (Horton 2014) (Zecca, 2012). Some coastal cities need to face also the impact of subsidence, the gradual sinking of landforms to a lower level often as a result of human activities like mining operations and underground water exploitation.

UN Habitat reports estimates that 550 million people will live in coastal cities in 2050 (UN-Habitat 2016). According to data from the National Oceanic and Atmospheric Administration, US government agency, about 100 million people live at an altitude between 0 and 180 cm from the average sea level (NOAA 2017). In terms of the overall cost of damage, the cities at the greatest risk are: Guangzhou, Miami, New York, New Orleans, Mumbai, Nagoya, Tampa, Boston, Shenzhen and Osaka (Weltbank 2013). In Europe the most affected cities will be those facing the Atlantic Ocean and the North Sea, but also Mediterranean such as those Italian ones of the north Adriatic like Ravenna and of course Venice will be strongly touched (Figure 2). Some of the mentioned areas (e.g. the city of Ravenna and its surroundings) will have to cope also with the phenomenon of subsidence that greatly increases the impact of the SLR.

The need of adaptation plans to face climate change impacts in European cities

Over 70% of people in Europe live in cities and the predicted trend is increasing (Perks, Horrocks, 2011) more than 80% by 2050 (EEA, 2016a). European cities are facing demographic changes, technological innovations and socio-economic transitions. These changes, together with the additional pressure of the impacts of climate change may increase the vulnerability and challenges to cope with, however, they can also be an opportunity for enhancing quality of life, economic competitiveness, health and urban biodiversity (EEA, 2016). European cities, as a task given by the National Government are progressively required to face the threats of climate change and meet the planned goals even if they often lack the needed resources.

Cities have always been struggling to tackle the problems of unforeseen climatic events that sometimes may change the existing balance and urban structure

Map ES.1 Key observed and projected climate change and impacts for the main biogeographical regions in Europe

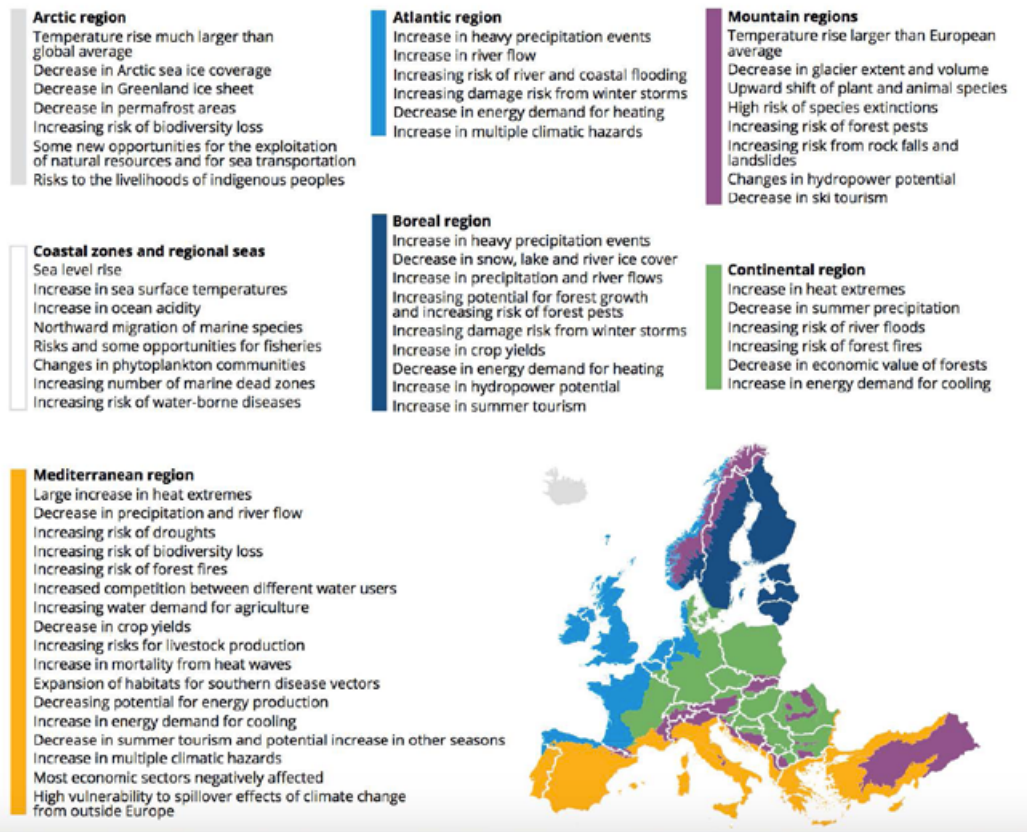


Figure 1. Key observed and projected climate change and impacts for the main biogeographical regions in Europe (*Climate change, impacts and vulnerability in Europe, 2016 / EEA, 2017*).

Map 4.5 Projected change in relative sea level in Europe

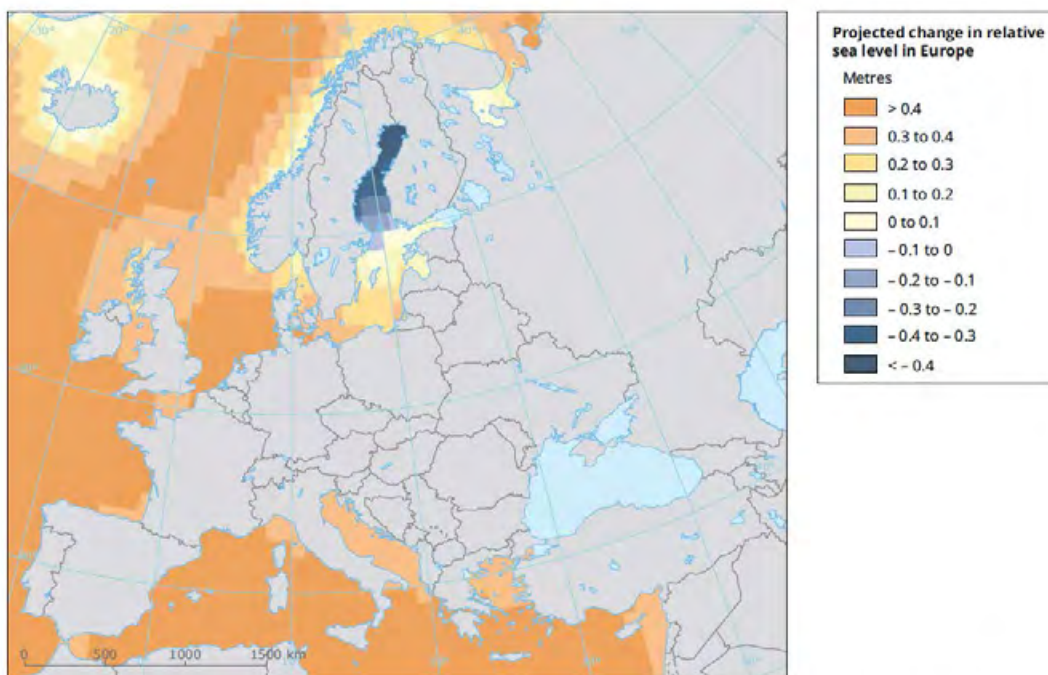


Figure 2. Projected change in sea level rise in Europe (*ibid.*) Adapted from IPCC, 2013 [Figure TS.23 (b)].

Note: This map shows projected change in relative sea level in the period 2081–2100 compared with 1986–2005 for the medium-to-low emissions scenario RCP4.5 based on an ensemble of CMIP5 climate models. Projections consider gravitational fingerprinting and land movement due to glacial isostatic adjustment, but not land subsidence as a result of human activities. No projections are available for the Black Sea.

Source: Adapted from IPCC, 2013 (Figure TS.23 (b)). Data were supplied by Mark Carson (ZMAW, Germany).

in a tragic and irreparable way. Cities mostly reacted to past catastrophic events, such as flooding, droughts or heat waves, trying to adapt in order to escape the disasters in the future. The unexpected event most commonly became a part of water, health or disaster risk management and the measures taken are a starting point, even if few cities followed the path towards adapting to future climate changes.

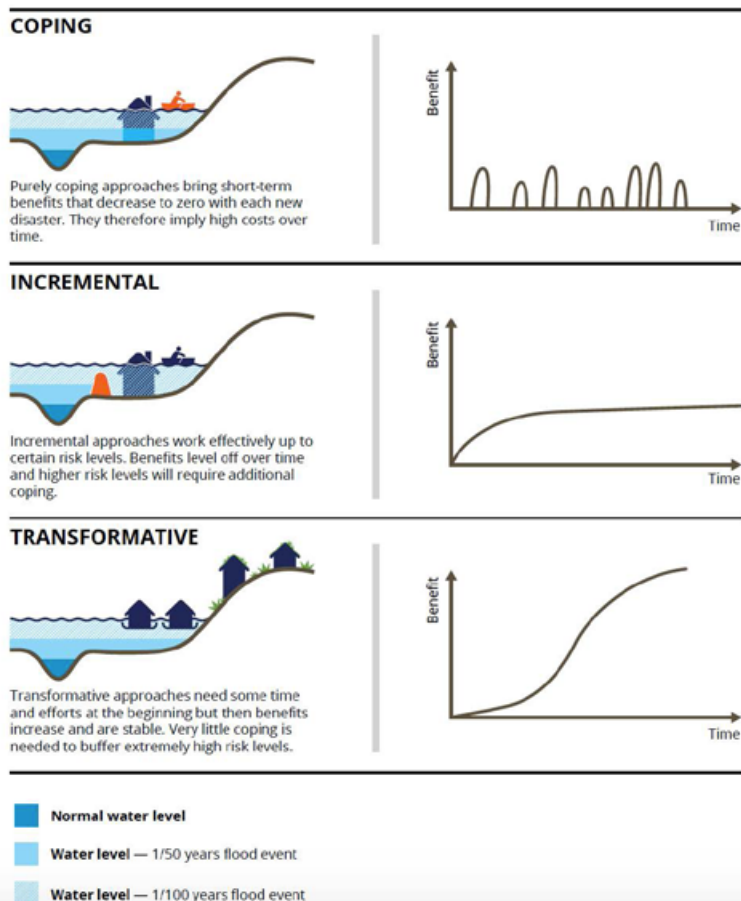
The European Union, through its reports and funding programs, has been supporting climate change urban mitigation actions for several years, while adaptation is still recent. However, the number of cities that begin to engage in the process of drafting and implementing adaptation plans is growing in the last few years. Most of them are in the phase of assessing the vulnerability of their territories in order to draft adaptation plans and strategies. Few cities well along in the process are already implementing adaptation actions and fostering monitoring and reporting measures. The European Union set up an Adaptation Strategy developed in the Covenant of Mayors for Climate and Energy, an adaptation initiative. Moreover, the Paris climate conference (COP21) defined an action plan for adaptation in December 2015. Furthermore, the UN Sustainable Development Goals underline the necessity for cities to take action. Climate change is a systemic challenge that is strictly linked to socio-economic dynamics and regional and global aspects and tendencies.

An overview of the European path towards adaptation plans

The need of adaptation plans for European cities is clearly stated in the report “Urban adaptation to climate change in Europe 2016” (EEA, 2016) that provides an overview of the measures and strategies that may be used in order for European cities to adapt to climate change, the improvements and advances already pursued in the latest years and the future challenges to be faced so to reach the goal of well-adapted and climate-resilient cities for a climate resilient Europe. The report describes the path to adapt and convert cities into attractive, climate-resilient

and sustainable places defining three main different approaches that city administrations can pursue towards adaptation depending on the circumstances, starting points and key actors involved. Often planners and/or the decision-making bodies have to respond to an unforeseen tragic event and they put into practice existing adaptation measures and knowledge gained, for example in disaster risk management, coping with the emergency with a relatively quick and not extremely expensive solution, thus implementing a coping approach focused on solving the problem rather than addressing complex issues and interdependencies of climate change. When existing adaptation measures are incrementally improved and increased in efficiency and implemented in order to follow the requirements of vulnerability assessment and adaptation plans a second approach named incremental adaptation is set, thus following an approach based on opportunity. Incremental adaptation may be appropriate and efficient to cope with short and medium-term challenges. However, coping and incremental adaptation implemented through “soft”, “low-regret” and “low-cost” measures may be useful in a short term, but it may not be sufficient to respond in the long-term. As an example, the city of Vác, near Budapest, needs to face severe flooding almost every four years as a result of the increasing impacts of climate change and the flood defences built in cities upstream, including in Slovakia, Austria and Germany which worsen the flooding in Vác. A plan to build a mobile dam to protect the city was set, however the dam is only 1 m higher than the “last worst” flood and the flood level is increasing thus the problem will not be solved in long-term. As adaptation measures locally implemented can have considerable impacts on other places a regional perspective is essential to face the problem as well as a long-term perspective using future climate projections instead of relying on past experience in order to avoid subsequent events from producing damage over and over again, requiring costs that could otherwise be avoided.

Moreover, the coping approach and incremental adaptation are often only applied locally, while the impact of climate change may involve large areas also including different countries. An example is the Elbe river valley and the Dresden region where in the past years, several severe flooding events have caused huge

Figure ES.1 Examples of different adaptation approaches and complementary benefits at different water levels due to flooding**Figure 3.** Examples of different adaptation approaches and complementary benefits at different water levels due to flooding (*Urban Adaptation to Climate Change in Europe 2016*, EEA, 2016).

damage to the region and the city. Dresden is only some 50 km away from the border with the Czech Republic; thus the river and flood management across the border upstream is of immediate importance for Dresden. A regional and transnational approach to address flooding, involving Czech institutions in flood protection and forecasting helped Dresden to be much better prepared, to a large extent also because of the increased level of information and aided to face a severe flooding event in 2013 lowering the damage.

Taking into account that extreme climate-driven events are foreseen to be more intense and recurrent a long-term vision should be aimed. In order to address the systemic challenge of climate change a third approach should be applied, described as transformational adaptation which is a wider and systemic approach that investigates and deals with the causes, frequently linked to human actions, e.g. settlements set in risk-prone areas, inadequate building design or other human activities that may increase the impact of climate change. Transformational adaptation promotes a change of approach towards the challenges, trying to provide new

and innovative solutions with the aim of transforming problems in opportunities and support the path to a resilient and sustainable city. This approach is intended to combine adaptation with other aspects of urban development in a long-term systemic perspective, starting from the state of the art of the current city and trying to organize it in a different, more efficient and sustainable way. Transformational adaptation needs a longer time to be implemented and probably higher investments, on the other hand it considers the city in its many interwoven aspects, with the aim and vision of a better and more liveable city for the future (Figure 3).

An adaptation plan often needs to combine a coping approach with incremental adaptation and transformational adaptation in order to face the climate change impacts and the specific local and regional conditions. Few cities already implemented adaptation plans combining the three adaptation approaches, however, cities like Copenhagen, Rotterdam, Bologna, the Emscher valley in Germany, Bilbao in Spain, Eferdingen in Austria and some others, are engaged in transformative steps (EEA, 2016).



Figures 4, 5. Amphibious houses in Maasbommel in the Netherlands (www.urbangreenbluegrids.com).

Adaptation plans and sea level rise

The rising of the sea level is already affecting some European coastal areas, however, its impact, together with the effect of subsidence in some cases, will grow more and more as clearly stated by predictions on global warming and sea level (Neumann, et al., 2015) (Stocker, 2014). Although adaptation plans at local or national level has been developed for some territories, they generally do not take into account the impact of SLR and subsidence. Adaptation to climate change is a rather new question for cities, thus only few European cities such as Copenhagen and Rotterdam developed wideranging and highly visionary plans that include also the impact of SLR. The lack of awareness and knowledge among local authorities, politicians and decision-makers often prevents actions and measures intended to pursue climate adaptation plans that includes the impact of SLR. Although already striking some areas, SLR rise will have a major impact over the years to come (Hallegatte, 2013). Local administrations often do not have a clear picture about the assessment on future impacts and vulnerability at local level and are engaged at solving actual issues without a sound vision of the future assets and threats of their city.

An example of a transformational approach related to SLR applied in Europe are the amphibious houses in Maasbommel in the Netherlands (Figures 4, 5). Much as 60% of the country is below sea level, thus The Netherlands has a long history of mitigating flood damage and adapting to flood risk (EEA, 2016). Some river floods in the '90s led to a more restrictive legislation and the implementation of a new government programme, *Ruimte voor de Rivier* (room for the river), in 1997.

Under the new programme natural flood areas, which could store water temporarily if water levels rose were implemented with a substantial effect on urban developments as permanent buildings were not

permitted in flood areas like Maasbommel. A project for houses based on floating foundations was brought about and in 2005 Maasbommel became the first site with amphibious houses. A new approach was pursued instead of the usual flood-resilient infrastructure and a change of attitude has been brought about with an attempt to live with different water levels instead of keeping the water out (Pötz, 2014).

All over the world experiences and projects dealing with the leverage of sea level are multiplying. At present, they are mostly thought of for hurricanes, flash floods and tsunami, but these actions are already interpreted as solutions that can be used to adapt to SLR, the main difference being in fact related to time and not to strategies. As examples New York developed a plan to enhance coastal resiliency producing a sort of manual for retrofitting buildings for flood risk, mainly intended for flash floods, but also useful in case of SLR impact (The City of New York 2014); Miami is facing the problem of SLR and subsidence and already developed incremental transformation solutions in order to adapt (City of Miami Beach 2015) (Miami-Dade County 2016); Vancouver developed the research "A Public Engagement Toolkit for Sea Level Rise" (Barisky, 2015) about climate communication best practice as well as policy directions from the Greenest City 2020 Action Plan and the City's 2012 Climate Adaptation Strategy with the aim of involving people and deliver climate change messages emphasizing solutions as well as the benefits of action, and offering the community a meaningful role in the action to address the problem.

Conclusions

In general, the impact of SLR and subsidence appears to be underestimated and needs to be addressed in a systemic way. Their impact as well as the vulnerability of the coastal cities requires to be effectively examined

and integrated in the city's planning system in order to lessen the impacts on the local economy, society, nature, biodiversity, water resources and human health. Some municipalities are already well-equipped to involve the local community on standard planning issues, however the specific challenge of SLR calls for planners to develop innovative tools and strategies to be effective.

Many coastal cities areas are just beginning to experience the impact of the rising sea level, this time lapse

allows to foresee the best adaptation strategies tackling the climate change impacts not only by the approaches of coping and incremental adaptation, but addressing the systemic character of climate change through long-term solutions aiming at transformative adaptation. There is a need for more integrated management planning in order to address the rising of the sea level and subsidence.

Bibliography

- Barisky, T. and Sustainability Group, City of Vancouver. (2015), "A Public Engagement Toolkit for Sea Level Rise".
- City of Miami Beach (2015), "Miami Beach Sea Level Resiliency".
- EEA (2016), Urban Adaptation to Climate Change in Europe 2016: Transforming Cities in a Changing Climate, Luxembourg, Publications Office, European Environment Agency.
- EEA (2016a), "The European Environment-State and Outlook 2015 (SOER 2015), European Environment Agency".
- EEA (2017), "Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2016: An Indicator-Based Report, European Environment Agency".
- Hallegatte, S., Green C., Nicholls R. J., and Corfee-Morlot. J. (2013), "Future Flood Losses in Major Coastal Cities", In Nature Climate Change 3 (9): 802–6. doi:10.1038/nclimate1979.
- Horton, B. P., Rahmstorf S., Engelhart S. E. and Kemp A. C. (2014), "Expert Assessment of Sea-Level Rise by AD 2100 and AD 2300", In Quaternary Science Reviews, 84 (January): 1–6.
- Miami-Dade County (2016). "Assessment of Available Tools to Create a More Resilient Transport System - Final Report in Support of the Sea Level Rise Task Force Comm. Resolution R-235-16".
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2017), "Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States".
- Neumann, B., Vafeidis A. T., Zimmermann J., and Nicholls R. J. (2015), "Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment", Edited by Lalit Kumar, PLOS ONE 10 (3): e0118571.
- Perks, J., Horrocks L., and Ricardo-AEA Ltd. (2011), "Adaptation Strategies for European Cities".
- Rossi Guido, Emilio, et al., "A general overview on urban adaptation strategies to climate change and sea level rise Report for EC Directorate of Climate Action".
- Pötz, H., Anholts T., and de Koning M. (2014), Multi-Level Safety: Water Resilient Urban and Building Design, Amersfoort, STOWA.
- Stocker, T. (Ed.) (2014), Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, New York, Cambridge University Press.
- The City of New York, and Department of city planning (2014), "Coastal Climate Resiliency-Retrofitting Buildings for Flood Risk".
- UN-Habitat (2016), "Urbanization and Development: Emerging Futures", In World Cities Report 2016, Nairobi, Kenya, UN-Habitat.
- Weltbank (2013), Turn down the Heat Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience, Washington, DC, World Bank.
- Zecca, A., and Chiari L. (2012), "Lower Bounds to Future Sea-Level Rise", In Global and Planetary Change, 98–99, December: 1–5. doi:10.1016/j.gloplacha.2012.08.002.



Eckhart Ribbeck

Bahnstadt. Un proyecto innovador de urbanismo en Heidelberg, Alemania

PALABRAS CLAVE:

**urbanismo innovador,
urbanismo sustentable,
eficiencia energética,
tecnologías sustentables
de construcción**

KEYWORDS:

**innovative urban
planning, sustainable
urbany planning, energy
efficiency, sustainable
construction technologies**

RESUMEN

El *Bahnstadt* ("Ciudad de Tren") es un importante proyecto de crecimiento urbano en Heidelberg, Alemania, realizado en una de las llamadas "áreas de reconversión", en los terrenos de una antigua estación de ferrocarril, lo que ha dado el nombre al proyecto. La *Bahnstadt* tiene como objetivo realizar una "ciudad del conocimiento" y así continuar con la tradición de una ciudad universitaria y científica, mediante una iniciativa urbana innovadora y de alta calidad. Se trata de un proyecto exitoso y un ejemplo actual de urbanismo sustentable. En particular, destaca la calidad de las viviendas y del espacio público, la mezcla de actividades urbanas, la eficiencia energética, el tratamiento del entorno natural y las sofisticadas tecnologías de construcción aplicadas.

ABSTRACT

A major project of urban growth in Heidelberg, Germany, is the *Bahnstadt* ("train town"), performed in one of so-called "areas of conversion", on the grounds of an old railway station, which has given the name to the project. The *Bahnstadt* has aimed to make a "city of knowledge" and thus continuing the tradition as a University city and scientific City, through an innovative urban project and of high quality. It is a successful project and a current example of an innovative and sustainable urban development, principally focuses to the: quality of housing and public space, mix of urban activities, energy efficiency, treatment of the natural environment and sophisticated technologies of construction.

Asesor en temas de urbanismo
e.ribbeck@t-online.de

Introducción

Heidelberg es una ciudad internacional y cosmopolita, cuenta con una antigua universidad y un centro histórico de gran atracción turística. La ciudad, en su núcleo original y compacto, no tiene más de 150,000 habitantes, pero Heidelberg es, junto con otras ciudades vecinas, parte de un área metropolitana de 1.5 millones de habitantes. La ciudad, en su aspecto demográfico es bastante joven, con el 40% de la población menor a 30 años. Alrededor de un tercio de sus habitantes son migrantes extranjeros, muchos de ellos estudiantes y calificados académicamente de excelentes.

La mitad de los aproximadamente 85,000 empleados trabajan en la universidad, en las clínicas universitarias y en los institutos de investigación. Uno de cada tres empleados tiene un grado académico, mientras que esta cifra en el resto de Alemania es del 12%. Heidelberg cuenta con numerosos institutos de investigación de importancia internacional, entre otros, el Centro Alemán de Investigación del Cáncer (DKFZ), el Centro Nacional de Enfermedades Tumoraes (NCT) y el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL).

Un gran proyecto de crecimiento urbano es actualmente la *Bahnstadt* (“Ciudad de Tren”), construida en una de las llamadas “áreas de reconversión”, ocupando los terrenos de una antigua estación de ferrocarril, de ahí el nombre del proyecto. Aparte de la *Bahnstadt* de Heidelberg, existen otras ciudades alemanas con nuevas oportunidades para proyectos urbanos en terrenos anteriormente utilizados por el ejército americano estacionado en Alemania.

La *Bahnstadt* tiene como objetivo realizar una “ciudad del conocimiento” y continuar con la tradición de una ciudad universitaria y científica. Para ello, se requiere un proyecto urbano innovador y de alta calidad en términos urbanísticos, tecnológicos y ecológicos. El enfoque ecológico y sostenible tiene que ver con la afiliación de Heidelberg en la red “C40–*Cities Climate Leadership Group*” cuyo propósito es la reducción significativa de las emisiones de CO₂. En este contexto, es natural que la *Bahnstadt* tenga pleno apoyo político y de planeación de la administración local.

El concepto urbanístico

La *Bahnstadt* es un nuevo barrio de Heidelberg y uno de los mayores proyectos urbanísticos alemanes en la actualidad. La construcción se inició en 2008 y su conclusión está prevista para el año 2020. Como muchos proyectos urbanos recientes en Alemania, la *Bahnstadt* se realiza en un área de reconversión, en este caso una antigua estación ferroviaria de carga en el suroeste de la ciudad. La zona es de 116 hectáreas, con 2,500 unidades residenciales para cerca de 6,000 habitantes, además de la creación de 7,000 puestos de trabajo, con una inversión de alrededor de 2 mil millones de euros. La *Bahnstadt* será un lugar de vivienda y trabajo para alrededor de 13,000 personas. Esto podría parecer pequeño en el contexto de las grandes metrópolis latinoamericanas, pero para una ciudad relativamente pequeña como Heidelberg, la *Bahnstadt* es un proyecto impactante y significativo (Figura 1).

El proyecto es realizado por el gobierno local de Heidelberg, en colaboración con dos empresas de desarrollo urbano (DSK y EGH GmbH). El concepto tiene como objetivo un barrio vivo de alta calidad, con funciones residenciales, académicas, científicas, comerciales, culturales y recreativas estrechamente vinculadas (Figura 2). En otras palabras, se busca realizar una versión (ultra)moderna de la ciudad europea, que históricamente ha tenido una intensa mezcla de funciones, con una estructura urbana compacta, pero moderada en cuanto a la altura y densidad de construcción. Como en las ciudades históricas, hay manzanas rectangulares de cuatro o cinco pisos, cada uno tiene un patio jardinado. La arquitectura residencial se complementa con algunos edificios grandes, con usos y diseños especiales que se integran adecuadamente con la estructura urbana. Un enfoque particular es la alta calidad del espacio público, con un tráfico controlado y seguro, con plazas y áreas verdes generosas (Figura 3).

La arquitectura, con fachadas predominantemente blancas, no tiene adornos innecesarios, pero sí elementos funcionales y tecnologías sofisticadas (Figuras 4, 5 y 6). En cierto modo, se podría llamar el estilo arquitectónico “Neo-Bauhaus”. Los edificios residenciales han sido diseñados por empresas de proyecto y construcción, sin



Figura 1. Espacio público.



Figura 2. Plaza Czerny (unmassig_gmbh).



Figura 3. Manzana de viviendas (c._buck).

permitir la intervención de propietarios y arquitectos individuales; sin embargo, se ha creado una amplia variedad de viviendas que van desde 45 hasta 190 m². Todos los niveles son accesibles por ascensor. Hay grandes ventanas, suelos de madera de roble, aparatos sanitarios de calidad, amplios balcones, terrazas o azoteas con jardines. Las plantas que se cultivan en las paredes, o muros verdes, enriquecen la calidad visual y mejoran el microclima del barrio (Figura 7).

Como complemento de las zonas residenciales, hay un centro comunal, parques infantiles, una escuela primaria, tiendas, un cine multiplex, zonas verdes y un *campus* o “barrio del conocimiento” de 22 hectáreas, con laboratorios científicos y empresas tecnológicas (Figura 8). El corazón del campus es el denominado *Skylab*, edificio de oficinas y laboratorios con 19,000

m², y una variedad de empresas de ciencia y alta tecnología. El edificio *Skylab* y otros establecimientos se han realizado con el apoyo de la *Max Jarecki Heidelberg Foundation*; además, se construye actualmente un segundo edificio de este tipo, llamado *SkyAngle* de 16,000 m², cuyas instalaciones serán la base para impulsar un trabajo de cooperación internacional e intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos. Las industrias innovadoras y *startups* se desarrollarán en un parque tecnológico de 2.7 hectáreas, donde se planean grandes inversiones (Figura 9).

Para continuar con el ejemplo de las ciudades históricas, el proyecto *Bahnhst* fue planeado como una “ciudad de distancias cortas”, es decir, la movilidad interna se realizará principalmente en rutas que se pueden cubrir fácilmente a pie y en bicicleta. Además, hay un



Figura 4. Viviendas (Sergio Padilla).



Figura 5. Vista de calle (S. Diemer).



Figura 6. Patio (M. Frelet).

nuevo tranvía que conecta el barrio con el centro de la ciudad y el centro histórico. La estación de tren, a un lado del barrio, permite un rápido acceso a la red ferroviaria regional y nacional, un aspecto importante al considerar el gran número de empleados que todos los días vienen de las ciudades vecinas o trabajan en el *campus*.

Por supuesto, en la *Bahnstadt* podemos observar una serie de proyectos y medidas para fortalecer el concepto del urbanismo sustentable; por ejemplo, en algunas áreas protegidas ecológicamente alrededor de la *Bahnstadt* se han reubicado más de 1,000 ejemplares de una rara especie de lagarto; también, como en toda ciudad, hay una estricta separación de la basura y un reciclaje de materiales como papel, vidrio, metal, aparatos electrónicos, ropa, etc., asimismo, los residuos orgánicos son reutilizados a través de compostaje. Otro enfoque es la recopilación de agua de lluvia para el riego de zonas verdes y jardines.

El concepto energético

Lo que realmente hace de la *Bahnstadt* un proyecto innovador, es su concepto de energía: casi un 100% de la energía eléctrica y para calefacción proviene de fuentes sustentables, es decir, energía solar, energía geotérmica y energía de biomasa. Así, la *Bahnstadt* se convertirá en uno de los asentamientos más grandes de cero emisiones. Además, el concepto del proyecto requiere que todos los edificios cumplan con el estándar de la “casa pasiva”, por lo que la *Bahnstadt*, después de su conclusión, será también uno de los mayores asentamientos con esta condición en el mundo.

El estándar de la “casa pasiva” proporciona un enorme ahorro de energía en comparación con los edificios y casas convencionales. Lo anterior no sólo es una importante contribución a la conservación de los recursos



Figura 7. Cluster (Sergio Padilla).



Figura 8. Equipamiento.



Figura 9. Skylabs (c._buck).

naturales y la protección del clima, también representa ventajas muy prácticas para los habitantes. En el año 2014, por ejemplo, las casas pasivas de la *Bahnstadt* consumieron aproximadamente un 80% menos de energía de calefacción que los edificios convencionales, lo que ha permitido que los residentes estén protegidos de los incrementos en los precios de los energéticos. Asimismo, todas las viviendas son equipadas con “*smart meters*” o “contadores inteligentes”, que proporcionan a las familias información precisa, en cualquier momento, sobre el consumo y el costo de la energía eléctrica.

Para hacer realidad este ambicioso concepto de uso de la energía, se ha dado una intensa comunicación y consulta entre las empresas de construcción y los habitantes, incluyendo la información y asesoría sobre posibles ayudas para el financiamiento. Como resultado, la eficiencia energética de la *Bahnstadt* supera todos los requisitos legales en Alemania y, por esta razón, ya ha ganado varios premios, entre ellos, el “Premio de casa pasiva 2014”, y en 2013, el “Premio Auroralia” para un sistema de iluminación inteligente en las vías públicas, que se adapta automáticamente a diferentes condiciones.

La “casa pasiva”

La “casa pasiva” es un edificio que, por lo general, no requiere de una calefacción de tipo convencional en el invierno, debido a su buen aislamiento térmico y un sistema sofisticado de ventilación que evita la pérdida

de calor por las ventanas abiertas. Las fuentes de calor son casi únicamente: el calor del sol que entra a través de las ventanas, el calor que producen los aparatos y el equipamiento doméstico, y el calor corporal de las personas dentro de la casa. Los prerequisites constructivos son: un aislamiento térmico muy eficaz de las paredes exteriores, del techo y del suelo y ventanas con triple acristalamiento. Un sistema sofisticado de ventilación que controla la temperatura y la humedad en las habitaciones y proporciona aire fresco a través de un intercambiador que recupera el calor del aire utilizado.

Así, una casa pasiva consume 75-90% menos energía de calefacción que una casa convencional. Por lo tanto, los costos de calefacción son mínimos y el clima en el interior de la casa es muy cómodo. En el verano, el enfriamiento funciona con el mismo principio; es decir, por aislamiento térmico de las paredes exteriores, el sombreado de las ventanas y, si es necesario, por el enfriamiento del aire suministrado. Por supuesto, se pueden abrir las ventanas, sobre todo en el verano, para aprovechar el aire fresco de la noche; sin embargo, cuando hay altas temperaturas por la noche, esto puede impedir el enfriamiento adecuado de la vivienda.

En general, la casa pasiva funciona de manera óptima si los residentes han entendido el concepto y actúan según la lógica del sistema, pero si se abren las ventanas en los días o horas climáticamente desfavorables, esto puede alterar significativamente el balance energético. Otro aspecto importante es el mantenimiento y control del complejo sistema de ventilación.

Los habitantes

En el año 2017 vivían cerca de 3,000 personas en la *Bahnhst.*, y se estima que sean 6,000 para el año 2020. Dos tercios de los actuales habitantes vinieron de otras ciudades, lo que contribuye al crecimiento demográfico de Heidelberg. Se trata, principalmente, de familias jóvenes con una relativa tasa alta de natalidad; es por esto que se ha tenido que aumentar el número previsto de jardines para la infancia. Los nuevos residentes han fundado una organización muy activa que participa en todas las discusiones, planes y proyectos en la *Bahnhst.*

Para facilitar la compra o alquiler de un apartamento, hay un programa de apoyo financiero. Se promueve que sean familias integradas por cuatro personas, compradoras o inquilinas, con un ingreso bruto familiar de hasta 67,500 euros al año, lo que corresponde más o menos a un ingreso bruto de un académico bien calificado o una familia joven en la que ambos padres trabajan. Este apoyo beneficia alrededor del 20% de las viviendas, con el objetivo de atraer familias jóvenes y para asegurar una cierta diversificación social.

La mayoría de las viviendas se venden libremente a precios de mercado. Prácticamente todos los apartamentos terminados ya han sido vendidos. En el año 2012, un condominio en la *Bahnhst.* costaba cerca de 2,800 euros por m², en el año 2017 los precios han aumentado a 3,500 y 4,000 euros por m². Esto refleja lo atractivo del proyecto y, en general, de la ciudad de Heidelberg, por lo que se ha iniciado un proceso de “gentrificación” que tal vez va a limitar el objetivo de inclusión social.

Conclusión

La *Bahnhst.*, evidentemente, es un proyecto exitoso y un ejemplo actual de un urbanismo innovador y sostenible. En particular, nos referimos a la calidad de las viviendas y del espacio público, a la mezcla de actividades urbanas, a la eficiencia energética, al tratamiento del entorno natural, así como a las sofisticadas tecnologías de construcción.

Por supuesto, hay también comentarios críticos, pero éstos aparecen más como “problemas de lujo” y menos como deficiencias graves del proyecto. Por ejemplo, bajo la presión de los altos costos de urbanización y construcción, se han reducido los espacios públicos y verdes previstos en el plan original y aumentado la densidad de construcción. Otros afirman que los altos estándares de construcción y de energía conducen a costos altos, lo que excluye a las familias de bajos ingresos desde el principio. También se ha observado una cierta “esterilidad” de la arquitectura y diseño urbano, pero esto va a cambiar con el tiempo, debido al aumento de la población, la consolidación urbana y la maduración de las áreas verdes y jardines, así como la construcción del barrio.

En general, el concepto de la “casa pasiva” está técnicamente asumido y bien probado, dejando de lado los problemas ocasionales de ventilación y los costos de mantenimiento. Una cuestión abierta es la funcionalidad a largo plazo de las fachadas climáticamente selladas. Actualmente, en el caso de una renovación necesaria, no se sabe muy bien como eliminar y reutilizar las grandes cantidades de *styrofoam* (espuma de poliestireno), material usado como aislamiento térmico.

Referencias electrónicas

<https://www.heidelberg-bahnhst.de/953958>
https://www.c40.org/case_studies/the-bahnhst-project-in-heidelberg
<https://www.latzundpartner.de/en/projekte/urbane-transformation/bahnhst-heidelberg-de/>



Singapur: la apuesta sustentable

Guillermo Díaz Arellano

PALABRAS CLAVE:

Singapur, desarrollo sustentable, políticas y estrategias sustentables

KEYWORDS:

Singapore, sustainable development, sustainable policies and strategies

RESUMEN

Singapur es una isla y una ciudad-Estado con una estructura administrativa funcional y adecuada que le ha permitido tener un manejo controlado del desarrollo urbano y una aplicación transparente de las leyes; esto último, ha sido eje clave que respalda y soporta las iniciativas de transformación hacia la sustentabilidad.

El pequeño tamaño de Singapur y el alto valor de la tierra dieron lugar a una política particular de propiedad de la tierra, con apartamentos de viviendas en propiedad privada y propiedad pública, muy ligada a las políticas de infraestructura. La elevada proporción de viviendas públicas ha permitido una integración de los servicios, incluido el transporte público por carretera y ferrocarril, así como el gas natural, la electricidad y los servicios de agua.

Singapur ocupa los primeros lugares en varias categorías que evalúan aspectos económicos, sociales y ambientales: destacando su desarrollo sustentable, competitividad global, potenciadores de eficiencia, desarrollo humano, calidad de vida, ciudades verdes, control de emisión de residuos y tratamiento de agua.

ABSTRACT

Singapore is, at the same time, an island and a city-state with very few levels of government. It has an adequate local administrative structure that has allowed it to have a controlled management of its development and a transparent application of the laws; the latter, a key axis that supports initiatives to transform towards sustainability.

Singapore's small size and high land value resulted in a policy that has achieved a mix of land ownership and privately-owned housing and publicly owned apartments. This has been closely linked to infrastructure policies. The high proportion of public housing has enabled the integration of services, including public road and rail transport, as well as natural gas, electricity and water services.

Singapore ranks at the top of various economic, social and environmental benchmarks in the world; in short, they indicate their sustainable development, among which stand out: global competitiveness, efficiency enhancers, human development, quality of life, green cities, waste emission control and water treatment.

Universidad Autónoma
Metropolitana-Azcapotzalco
gdiza2000@yahoo.com.mx

*Si queremos cambiar la forma en que vivimos
y queremos cambiar nuestro comportamiento,
tenemos que cambiar nuestras ciudades.*
Huy Hedwood (2013).

Introducción

El concepto de ciudades sustentables nació con el propósito de poner en marcha algunos principios expuestos en el Informe Brundtland presentado en 1987 en la 42ª sesión de las Naciones Unidas, bajo el título: “Nuestro futuro común”. En este informe la Primer Ministro de Noruega, Gro Brundtland, hizo hincapié en el hecho de que el empobrecimiento de la población mundial era una de las principales causas del deterioro ambiental a nivel global, por lo que resultaba apremiante adoptar cambios en la concepción del funcionamiento económico de las ciudades. El concepto de sustentabilidad se definió desde entonces como: “el desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades” (Informe Brundtland, 1987: 3).

En 1992, los jefes de Estado reunidos en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro reiteraron la idea de Brundtland y se comprometieron a buscar juntos “las vías de desarrollo que respondan a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (Cumbre sobre la Tierra. Conferencias 1992: 12). Estos compromisos de Estado formarían parte de lo que se conocería desde entonces como La Agenda 21, que básicamente sería el plan de acción que los Estados deberían llevar a cabo para transformar los modelos de desarrollo, basados en una explotación irracional e ilimitada de los recursos naturales y eliminar a su vez el acceso desigual a sus beneficios. En consecuencia, se llevaría a cabo la instauración de nuevos modelos de desarrollo que satisfagan las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Dos años más tarde, en mayo de 1994, bajo la tutela de las Naciones Unidas se adoptó la iniciativa de crear una Red de Ciudades Sustentables, con el propósito de traducir los preceptos globales del desarrollo

sustentable en orientaciones prácticas y tangibles desde los municipios y ciudades pequeñas, hasta lograr ser aplicados en las grandes metrópolis. Auxiliados por diversas oficinas de estudios, se han dedicado a elaborar una Agenda 21 local que realice un diagnóstico ambiental de cada ciudad y proponga medidas ecológicas concretas.

En estos primeros 19 años del siglo XXI, el desarrollo sustentable se presenta como una alternativa a los modelos que han propiciado la degradación del ambiente, a partir de la búsqueda de respuestas creativas para corregir las fallas y evitar nuevos problemas; si bien enfrenta dificultades derivadas de su aplicación en complejos contextos regionales que exigen soluciones específicas. Estas diferencias regionales no pueden ser abordadas con estrategias uniformes, que volverían a presentar falsas expectativas en plazos cada vez más cortos, revirtiendo los esfuerzos y dando lugar a justificadas resistencias de la gente para participar en los proyectos institucionales.

Las posibilidades de transitar al desarrollo sustentable se encuentran arraigadas en la puesta en marcha de una política verdaderamente participativa, en la que cada sector, grupo e individuo de la sociedad puede asumir su responsabilidad particular y actuar en consecuencia. En este propósito la educación, la capacitación y la comunicación cumplen funciones de primer orden.

En arquitectura, una de las iniciativas que ha mostrado resultados positivos ha sido el galardón Lee Kuan Yew World City Prize, otorgado desde su creación por la ciudad-Estado de Singapur, cuyo objetivo es reconocer las contribuciones sobresalientes en la creación de comunidades habitables y sostenibles. El premio lleva el nombre del primer Ministro de Singapur, Lee Kuan Yew, quien impulsó la economía y desarrollo de su país hasta convertirlo en uno de los países más competitivos del mundo.

El énfasis que su gobierno puso en el crecimiento de las ciudades dio origen a la concepción de un premio que motivara la aplicación de iniciativas similares en otras metrópolis del mundo. Fue así que surgió la iniciativa de crear el Lee Kuan Yew City Prize o Premio Mundial de las ciudades, considerado como el Premio Nobel de Urbanismo y Arquitectura y que se otorga



Figura 1. Singapur en 1965 (www.dailymail.co.uk/travel).

con el fin de reconocer e impulsar la creación de comunidades urbanas, habitables y sostenibles en todo el mundo.

La iniciativa de premiar a las metrópolis sostenibles nació en Singapur, ciudad que hoy en día es considerada como modelo de entidades en desarrollo o que requieran perfilarse hacia la sustentabilidad. Desde 1965, Singapur ha puesto en marcha un plan de crecimiento con el que ha logrado equilibrar el aumento de la industria, junto con los ámbitos social y humano, manteniendo una relación amable con la naturaleza y el medio ambiente. En el presente trabajo, abordaremos el proceso de desarrollo de la isla, como ejemplo y modelo de ciudad sustentable.

Singapur, sus primeros pasos

En el año 2015, la isla de Singapur celebró medio siglo de independencia del Estado Británico, fue en el año de 1965 y, a pesar del triunfo logrado con la firma de emancipación y el reconocimiento mundial de formar parte de los países independientes de oriente, Singapur enfrentaba el gran reto de reconstrucción y reformulación de sus sistemas organizacionales como nación autónoma. El panorama, tanto interno como de política exterior, no era nada positivo para Singapur. Malasia, su vecina geográfica, rompió relaciones con la isla por tensiones raciales entre las etnias chinas

y malayas. Finalmente, Singapur fue expulsada de la federación que mantenía con las islas del archipiélago, debido a las fuertes discrepancias con el gobierno de Kuala Lumpur. Así, para 1966, se vio obligada a vivir de forma independiente, sin agua y electricidad suficientes para abastecer a la población (Figura 1).

Singapur tenía, y aún tiene, circunstancias únicas, incluyendo la falta de acceso a fuentes de energía renovables nacionales, como la solar a causa de la constante cobertura de nubes; la mareomotriz, debido a la baja amplitud de las mareas; la eólica, la velocidad del viento promedio es bajo, y la geotérmica. La falta de un territorio interior significativo requirió la importación de alimentos, propiciando una dependencia económica del comercio, los servicios y los enlaces de transporte internacional. El panorama general de Singapur no parecía propicio para el desarrollo, y menos para llevar a cabo acciones verdes y sustentables en su reconstrucción como nación independiente.

Lee Kuan Yew y su partido político, el Partido de Acción del Pueblo (PAP), se dieron a la tarea de sacar adelante a la isla de esa crisis social, política y económica, poniendo en acción una espectacular metamorfosis, tanto en la ciudad como en el interior del territorio. La labor no fue nada sencilla, ya que la excolonia británica no contaba con recursos naturales de ningún tipo, y más aún, no contaba con el patrimonio económico que le permitiera llevar a cabo la transformación urgente que requería la nación.



Figura 2. Bahía de Singapur en 2011 (Guillermo Díaz Arellano).

Los primeros pasos que tuvieron que dar Lee Kuan Yew y su equipo de trabajo, se orientaron hacia la explotación de su única y mayor riqueza: su ubicación privilegiada en el estrecho de Malasia, una de las rutas de navegación más importantes del mundo. Partiendo de ese punto, proyectaron la isla como un espacio empresarial y banquero, con un entorno favorable para los negocios. Siendo además una población políglota, pues la mayoría de sus habitantes hablan inglés, chino, malasio e incluso japonés, la apertura comercial se vio favorecida, sumado a la gran estabilidad política que desde sus inicios ha ofrecido el gobierno de Lee Kuan Yew. Así, desde hace medio siglo, la isla se convirtió en uno de los principales motores del actual crecimiento económico del sudeste asiático (Figura 2).

El gobierno de Lee Kuan Yew se extendió por 31 años, es considerado el padre de la patria singapurense y una de las figuras más influyentes de Asia en el siglo xx. La ciudad-Estado adoptó un modelo de gobierno que fue fácil de integrar, gracias a las condiciones propias de la isla, tal como lo explica Emerlynn Gil, consejera para el sudeste asiático de la Comisión Internacional

de Juristas: “es una pequeña área (700 km²) con una pequeña población de cinco millones de habitantes que puede ser fácilmente contenida y controlada” (World Economic Forum, 2015: 15-16).

Desde sus inicios, el modelo de desarrollo que Singapur adoptó fue el desarrollo sustentable, sumado a una estricta observación de sus leyes. Para muchos, la estructura legal topa en los límites de la exageración, y ha llegado a ser denominada por sus detractores, en más de una ocasión, como la Disneylandia con pena de muerte, castigo con el que se condena el tráfico de drogas y el homicidio.

Los azotes son una forma de castigo para más de 40 delitos y una medida disciplinaria en las prisiones, reformatorios y escuelas. Algunas acciones que son consideradas como parte del actuar cotidiano en la mayoría de los países, están prohibidas y fuertemente sancionadas en Singapur, como el abrazarse en zonas públicas, escupir en la calle o mascar chicle. En varias ocasiones Lee Kuan Yew justificó estas iniciativas asegurando: “Si no hubiéramos intervenido en la vida de la gente, cómo vives, qué ruido haces, cuándo escupes

o qué lenguaje utilizas, no estaríamos donde estamos” (Marks, Kathy, 2007: 8-9).

No obstante la situación que se vive en Singapur, las iniciativas de Lee Kuan Yew lograron dar frutos positivos para el crecimiento y desarrollo económico del país. Recién independizada la isla, se reportaba un alto índice de mortandad ocasionada por hambre y enfermedades ya erradicadas en gran parte del mundo. La supervivencia económica era entonces una necesidad inminente para echar a andar programas de salud y desarrollos básicos. Aunado al orden colaborativo aplicado a la población, se logró en pocos años un equilibrio social y económico. Singapur es ahora un centro económico mundial, basado en los servicios bancarios y financieros, el intercambio de divisas, el refinamiento y la comercialización de productos petroquímicos, el transporte marítimo y la aviación. El banco mundial reportó, para 2014, un PIB nominal *per cápita* de 56.319 dólares.

Sin la supervivencia económica y la sostenibilidad de Singapur, en el sentido más amplio, habría sido discutible su forma de gobierno. Desde su nacimiento como nación independiente en 1965, fue plenamente identificada la necesidad de equilibrar los diferentes imperativos, desde la defensa nacional hasta la seguridad alimentaria, pasando por la educación y el empleo. No iba a haber ningún compromiso en la calidad de las viviendas o en los servicios de transporte público con el fin de financiar a otros sectores. Se partió de que la mejora continua en todos los aspectos de la vida se retroalimentarían entre sí. Luego entonces, la sostenibilidad de su economía no podía separarse de la sostenibilidad del capital social, la cual incluía la salud, la educación, las necesidades y la armonía en una comunidad multi-religiosa y multiétnica, así como el cuidado y sustentabilidad del medio ambiente.

La habitabilidad para una población en crecimiento dentro de un espacio estrictamente limitado ha sido un asunto recurrente. Durante más de 50 años, Singapur ha perseguido el objetivo de ser la ciudad más limpia y verde del sudeste asiático. Como un exfuncionario del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Hídricos señaló: “Singapur no es una utopía verde con cero emisiones de

carbono, fuentes de energía renovables a gran escala, o innovadores edificios de energía cero. Lo que sí tiene es un enfoque práctico, rentable y eficiente en el mantenimiento de su medio ambiente, lo que contribuye a su alta calidad de vida” (Siemens, 2011: 10).

La sustentabilidad: una política esencial

En Singapur, aproximadamente el 80% de la población vive en edificios de apartamentos de construcción pública. Cabe destacar que desde los años 90, muchos de estos inmuebles son ahora propiedad de sus ocupantes. El pequeño tamaño de Singapur y el alto valor de la tierra dieron lugar a una política para mantener una mezcla entre propiedad de la tierra y apartamentos de vivienda en propiedad, tanto privada como pública. Esto está estrechamente ligado a las políticas de infraestructuras. La elevada proporción de viviendas públicas ha permitido una integración de los servicios, incluido el transporte público por carretera y ferrocarril, así como el gas natural, la electricidad y los servicios de agua.

Si bien Singapur es una ciudad-Estado con muy pocos niveles de gobierno, no carece de estructura administrativa. Las áreas residenciales se concentran como municipios, cada uno administrado por un ayuntamiento que se rige por leyes que regulan el uso de la tierra en toda la nación, guiada por planes de concepto o Concept Plans de 10 años, y los planes maestros o Master Plans de 5 años, utilizando una visión de muy largo plazo. Esto se tradujo en una ventaja en la planificación y desarrollo del suministro nacional de agua, que puede ser espaciado y paulatino, sin dejar de atender la demanda de los usuarios. En este punto, debemos señalar que el abasto de agua en Singapur es casi totalmente sustentable y depende de cinco fuentes:

1. La captura de agua de lluvia.
2. El almacenamiento y tratamiento.
3. La desalinización, donde Singapur es líder mundial.
4. El reciclaje de aguas usadas, o “Newater”.
5. Las importaciones de agua para uso industrial. Estas fuentes de agua dependen de las capacidades de almacenamiento de 17 embalses.



Figura 3. Tratamiento de cubiertas completamente verdes fue la estrategia llevada a cabo para el edificio del School of Art and Media de la Universidad Tecnológica de Nanyang, Singapur (Google maps).

Los cuatro embalses internos están ubicados en una cuenca boscosa que ayuda a la captura de las precipitaciones, la permeabilidad del suelo, la recarga de aguas subterráneas y el mantenimiento de la calidad del agua. En este punto, es importante destacar que la buena gestión de las actividades humanas y la regulación de emisiones de basura en Singapur, ayudan a minimizar la contaminación de los 13 embalses costeros y a mantener su viabilidad.

De igual manera, el mantenimiento de las cuencas forestales se regula legalmente, con lo cual se asegura la sustentabilidad de la flora y fauna de la ciudad. Además de los bosques naturales restantes, existe lo que se conoce como *arbolado secundario*, es decir, zonas verdes creadas en la ciudad y en zonas semiurbanas, así como en terrenos baldíos. Esta vegetación proporciona una matriz para la biodiversidad, facilita el intercambio genético entre poblaciones y aumenta la diversidad de hábitats disponibles, pues para Singapur es prioritaria su salvaguarda y procuración. El mosaico de vegetación, guiado por los planes de concepto y planes maestros,

es clave para la habitabilidad, ya que proporciona espacio para actividades recreativas y de ejercicio, además de ofrecer oportunidades educativas y de investigación, contribuye en la mitigación del calor y otros efectos ambientales, propios de las islas urbanas. Sobre la base de un objetivo en el plan Sustainable Singapore Blueprint de 2015, el 90% de los hogares deben tener un parque a menos de 400 metros (o a un tiempo estimado de 10 minutos a pie), y esto se logrará para 2030 (Figura 3).

Al considerar la integración de políticas de sustentabilidad, destacan los cruces de retroalimentación que ha procurado el Estado en sus relaciones internas y externas. Singapur promueve la liberalización del comercio y tiene un régimen fiscal claro y directo. El atractivo para las empresas extranjeras, ya sea a través de inversión directa, sedes de empresas, o como un centro mundial y regional, junto con el apoyo a la banca, las compañías de seguros y de inversión, han contribuido a mantener la sustentabilidad económica, posibilitando que el gobierno asigne ingresos a la vegetación y el medio ambiente.

Un caso particular es el río Singapur, que había sufrido por muchos años elevados niveles de



Figura 4. Paseo en el muelle junto al río Singapur (Guillermo Díaz Arellano).



Figura 5. Parque del Merlion (Guillermo Díaz Arellano).

contaminación. Con las iniciativas de control, equilibrio de emisiones de contaminantes y una fuerte penalización que se ejerce sobre aquellos que tiren basura en zonas no indicadas para ello, se logró un rápido rescate del río y de la biodiversidad que se produce en sus aguas y en su entorno. Gracias a ello, la vegetación, el aire limpio y el agua potable han propiciado que la calidad de vida se elevara. Así, tanto el río como las zonas circundantes a éste, son adecuados para realizar actividades recreativas en un entorno agradable y cómodo, que al mismo tiempo impulsan la entrada de inversión extranjera (Figuras 4 y 5).

El éxito en la captación de negocios ha llevado a un crecimiento de la población ejerciendo una presión sobre el espacio habitacional disponible. De ahí que las nuevas medidas legales hayan contemplado los límites en el número de vehículos privados, la tarifa vial electrónica y el uso de energías alternativas. Un objetivo político a alcanzar para el año 2030 es que se reduzca hasta en un 75% los trayectos realizados en automóvil en horas pico. Se busca que la población agilice sus traslados utilizando el transporte público, y con ello minimizar la contaminación y se ahorre energía. Tal dependencia del transporte público sólo es posible



Figura 6. Interior del metro en Singapur (www.danielbowen.com).



Figura 7. Vista externa de la red del metro en Singapur (www.descubretumundo.net.).

debido a la naturaleza de la planificación en el uso del suelo y la concentración de la vivienda pública (Figuras 6 y 7).

Principales logros y resultados

Del año 2010 al 2011, Singapur ocupó el tercer lugar, de un total de 139 países, en el Índice de competitividad global del Foro Económico Mundial, teniendo el primer lugar en la categoría de *Potenciadores de eficiencia*, una medida económica que refleja el valor añadido a las materias primas. En 2014, Singapur ocupó la novena posición en el “Índice de desarrollo humano” del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, en 2005 había tenido el lugar 25, mismo lugar que tuvo en la encuesta de calidad de vida Mercer, en 2014. Como se muestra, Singapur ha estado consistentemente por delante de las cuatro ciudades principales de Asia, entre las que figuran Japón y Hong Kong. En el Índice de ciudades verdes de

Siemens de 2014, Singapur ocupaba el primer lugar de las 22 ciudades evaluadas en Asia, con una puntuación superior a la media en las ocho subcategorías del índice, y muy por encima del promedio en dos categorías: la emisión y tratamiento de residuos y agua.

Del año 2008 a nuestros días, se calcula que Singapur es responsable de cerca del 0,14% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, una de las más bajas a nivel mundial, de ahí que se le haya asignado un papel primordial en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde el año 2009. Esta nación cuenta con una base de datos en línea muy completa de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, incluidas las emisiones de dióxido de carbono, así como porcentajes de superficies forestales, áreas protegidas y de especies amenazadas y en peligro de extinción. Singapur mantiene un Red Data Book, también conocido como *El libro rojo*, donde se documentan los datos rojos de las plantas y los animales en peligro, y que se utiliza como



Figura 8. Parte de la bahía de Singapur y los jardines (Guillermo Díaz Arellano).



Figura 9. Plazas, pasos peatonales y conexiones entre diferentes espacios (Guillermo Díaz Arellano).



Figura 10. Andadores y pasos peatonales debajo de un puente (Guillermo Díaz Arellano).

base para medir los cambios en el equilibrio natural de su entorno.

Una fuerte voluntad política, la adhesión al Estado de derecho y la minimización de la corrupción han sido los postulados fundamentales de la filosofía y el desarrollo de Singapur. Aunque algunos consideran la estabilidad política a largo plazo de la ciudad-Estado como autoritaria, otros la ven como la base necesaria para una alta y sostenida calidad de vida. La relativa prosperidad ha generado un encuentro de retroalimentación positiva que facilita el cuidado del medio ambiente. En 50 años de independencia, la sustentabilidad del medio ambiente ha pasado de ser el objetivo personal de unos cuantos líderes gubernamentales, a ser parte esencial de todas las políticas nacionales sobre los usos del suelo, el agua y la vegetación.

El enfoque adoptado por Singapur es producto de la dirección del Parlamento, así como de la gran demanda pública de servicios de alta calidad. La estructura de gobierno ayuda a la aplicación de políticas más eficientes, con organismos oficiales como: la junta de servicios públicos, la junta de desarrollo de vivienda y la junta nacional de parques. Todos ellos operan con un personal altamente capacitado, que se traduce en fuentes de trabajo de alto nivel y, a su vez, cuentan con fondos suficientes, respaldados por modelos de negocio y el compromiso nacional de lucha contra la corrupción.

Además de lo anterior, se fomenta la retroalimentación de la población para el desarrollo de su entorno.

Durante el proceso de planificación (Concept Plan), se forman comités y subcomités que incluyan a organizaciones no gubernamentales y sus representantes tienen tareas o se les solicita asesoramiento. Aunque no existe una ley que obligue a la evaluación del impacto ambiental, la asignación de tierras o espacios para la urbanización no se puede completar sin su debida consideración. Los estudios de impacto ambiental se hacen públicos y existe una creciente tendencia a consultar a las organizaciones civiles y ecologistas antes del desarrollo urbano. Punto a destacar para que no haya corrupción en los procesos.

Los aspectos sociales incluyen el diseño urbano modular de los municipios de Singapur, cada uno con su consejo de administración municipal. La sociedad es multicultural y multilingüe, con cuatro lenguas oficiales (malayo, inglés, mandarín y tamil). La integración social existe respecto a vivienda y sistema educativo. En tanto que igualador social, todos los parques públicos tienen entrada gratuita, incluyendo el jardín botánico de Singapur, que atrae a más de 4 millones de visitantes al año; las excepciones incluyen atracciones específicas, tales como la Galería Nacional de Orquídeas o las cúpulas interiores y árboles de gran tamaño y follaje en los jardines de la bahía (Figura 8).

Todas las agencias gubernamentales tienen canales de retroalimentación pública, y la velocidad y la eficiencia en su gestión están incorporadas en los procedimientos operativos estándar. Durante muchos



Figura 11. Singapore Botanic Gardens (<https://liveandletsfly.boardingarea.com>).

años las agencias gubernamentales han practicado una política de “no es la puerta equivocada”, es decir, que se requiere que todo servidor público frente a la retroalimentación pública, es responsable de asegurar que la consulta se transmita correctamente y sea completada. Una oficina de servicios municipales trabaja con agencias gubernamentales clave para mejorar la gestión de la información y la atención al cliente en seis servicios municipales básicos.

Singapur se esfuerza por innovar siempre que sea posible su ámbito natural y es líder en el desarrollo de la vegetación sobre edificios. Desde 1992, se han establecido siete vías circulares que suman 300 km de red de conexión de parques (Park Connector Network) para facilitar la circulación de peatones y ciclistas entre los distintos espacios. La red sigue creciendo y le seguirá la construcción de una ruta que rodea la totalidad de la ciudad-Estado, conocida como la *Round Island Route* (Figuras 9 y 10).

En 2005, la Junta Nacional de Parques inició un movimiento nacional de jardinería: *Community in Bloom*, formado por más de 400 grupos de ciudadanos

que pretende servir de unión entre los residentes. Una iniciativa de “Comunidad en la naturaleza” (*Community in Nature*), tiene como objetivo conseguir el apoyo adicional de ciudadanos amantes de la naturaleza, fotógrafos y científicos. Singapore Botanic Gardens y las cuatro reservas naturales dependen en gran medida de los guías y guardias voluntarios para su exitosa gestión y difusión pública. Un niño o niña del sistema educativo de Singapur visita una reserva natural, los jardines botánicos o un importante parque público al menos una vez y, por lo general, lo realiza varias veces durante el curso, así como tener actividades extracurriculares ligadas a los mismos (Figura 11).

Comentarios finales

Singapur es un caso singular, pues se trata, al mismo tiempo, de una isla y una ciudad-Estado. Si bien esto le ha permitido tener un manejo controlado de su desarrollo y una aplicación transparente de las leyes, es posible replicar sus modelos en ciudades de mediana y

alta densidad. La clave está en el eje legal que respalde y soporte las iniciativas de transformación hacia la sustentabilidad.

La escala puede realizarse y medirse, ya sea por replicación a través de los municipios o por repetidos ejemplos de desarrollo a nivel nacional, sector por sector. En el caso de los municipios se comienza por realizar prácticas cotidianas, como el manejo del agua y los residuos. En el caso de Singapur, su tamaño pequeño facilita la instauración a nivel nacional de los sistemas individuales. Sin embargo, esto mismo se puede transpolar al funcionamiento de un municipio.

Más allá de la posible escalabilidad al interior de Singapur, la replicación de sus ideas se produce en el

extranjero. China ha tenido mucho interés en tomar lecciones de la exitosa modernización de Singapur, por ejemplo, ha adaptado sus fórmulas en términos de gestión del agua y los residuos, el transporte integrado, la vivienda pública y la distribución de espacios verdes recreativos en la planificación de la eco-ciudad de Tianjin, un importante desarrollo urbano fuera de Beijing. China y Singapur también están colaborando en el diseño de la ciudad del conocimiento de Guangzhou, una ciudad sostenible de 6,000 km² para las industrias basadas en el conocimiento, que incorporará conectores verdes y fuentes de agua, así como zonas residenciales, comerciales y áreas recreativas integradas en torno a un modelo orientado al transporte.

Bibliografía

- Camous, R. y Watson, D. (1986), *El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción*, Ed. Gili, Barcelona.
- Cantarell, Jorge (1990), *Geometría, Energía Solar y Arquitectura*, Ed. Trillas, México.
- Carvajal Escobar, Yehid (2010), "Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación", en *Revista Azul*, No. 31, julio-diciembre, Manizales, Colombia.
- Del Cueto Ruíz-Funes, Mario Lazo, *Naturaleza y Diseño*.
www.revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/download/.../24658
- Heywood, Huy (2013), *101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Informe Bruntland. Nuestro futuro común* (1987), Publicado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, ONU.
- Koolas Rem (1995), *Sendas oníricas de Singapur. Retrato de una metrópolis potepkin... o treinta años de tabla rasa*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Marks, Kathy (2007), "Qantas celebrates 60 years of the 'Kangaroo Route' ", In *The Independent*, Londres, noviembre, pp. 8-9.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1992), *Cumbre de la tierra. Río de Janeiro*, Conferencias.
- Rodríguez, M. (s.f.), *La interdisciplinariedad: Acción comunicativa científica y humana*. Centro de Servicios Pedagógicos.
http://ayura.udea.edu.co/servicios/1_5.htm
- Schjetnan, Mario; Calvillo, Jorge (1997), *Principios de Diseño Urbano-Ambiental*, Árbol Ed.
- Shejtman, Mario (2011), *Entorno urbano y paisaje*. Monográficos UNAM.
- Siemens, A.G. (2011), *Asian Green City research*, Munich.
- Weiss/Manfredi-Designed (2005), *The Olympic Sculpture Park*, Featuring Brooklyn Botanic Garden Visitor Center.
- World Economic Forum, *The Global Competitiveness Report 2010-2011* (Davos, Switzerland: 2015), Ed. ONO.



Sustentabilidad: una responsabilidad compartida

Alejandro Hurtado Farfán

PALABRAS CLAVE:

**equidad, inclusión,
calidad de vida**

KEYWORDS:

**equity, inclusion,
quality of life**

RESUMEN

Los usos y costumbres de una población, en el medio urbano, no son siempre los mejores, se tiene que trabajar en la educación. Las tecnologías utilizadas incorrectamente tienden a crear problemas, pues el mal uso del celular causa accidentes y dependencias que llevan a una separación social. Estrategias equivocadas del gobierno están propiciando confrontación y malestar en hombres y mujeres. La sobrepoblación provoca que las ciudades difícilmente ofrezcan calidad de vida. Autoridades y ciudadanos debemos propugnar por un cambio.

En la Ciudad de México los sistemas de transporte (metro y metrobús), han instaurado la separación de las personas: de un lado damas, niños y personas de la tercera edad, y del otro, hombres con el fin de resolver el problema del acoso femenino. Dicha medida no ha terminado con el problema, por el contrario, ha generado hostilidad entre ambas partes. La situación es definir qué es lo que conviene a todos los usuarios, que es equidad, inclusión, y si somos capaces de poder vivir de una manera más respetuosa y cívica.

ABSTRACT

The uses and customs of a population, in the urban environment, are not always the best. You must work education. The technologies have made a negative part, the misuse of the cell phone causes accidents and dependencies that cause a social separation. Misguided strategies in government are causing a gap in confrontation and unrest in men and women. Overcrowding causes cities to hardly offer quality of life. Authorities and citizens must bring about change.

In Mexico City, the transport systems, subway and metro bus, have implemented the separation of people: on the one hand ladies, children and seniors, and on the other, men in order to solve the problem of female harassment. This measure has not ended the problem, on the contrary, it has generated hostility between the two sides. The situation is to define what is in the interests of users, which is equity, inclusion, and whether we can live in a more respectful and civic way.

Universidad Autónoma
Metropolitana-Azcapotzalco
alejandrofarfan72@yahoo.it

Introducción

La ciudad es un monstruo que se come las buenas intenciones de las personas; es difícil conservar la calma en una metrópoli. La ciudad es un contenedor urbano, una experiencia que puede ser variada para la gente. Pero en realidad ¿qué nos ofrece la ciudad?, ¿calidad de vida?, las buenas intenciones no bastan, los hechos son consumados en una irracional batalla de egoísmo, donde la comodidad individual trasgrede el bien común. Los ciudadanos deben cambiar para poder exigir una ciudad con calidad de vida, la educación recibida en casa tiene que ser la parte medular de la formación del individuo (Figura 1 y 2).

Muchos de los malos y buenos hábitos se desarrollan en el entorno familiar, la sociedad ha cambiado, la tecnología ha provocado no sólo cambios estructurales en la economía de la ciudad, ha propiciado cambios en la conducta de los ciudadanos y en la actitud de los integrantes de la familia. La inmediatez de la información cambió el concepto de los valores, un ejemplo muy sencillo: la música, antes la adquiríamos en LP, cassettes y CD, estamos hablando de productos físicos que llevábamos a casa y los poníamos en un lugar especial, ya fuera una repisa o un mueble. Estos objetos tenían

un “valor” especial, ahora la inmediatez y facilidad para obtener música transformó su utilidad.

La mayoría de los padres piensan que la educación de sus hijos está a cargo de sus profesores, por el simple hecho de pagar una colegiatura, sin embargo, no debemos confundir entre la educación profesional y el desarrollo de valores y formación del individuo. La convivencia colectiva no está funcionando, y esto es básico para poder tener mejores hábitos como ciudadanos.

Consecuencias del uso indebido del celular

Las distracciones al manejar son determinantes en 80% de los accidentes viales; manipular un móvil lo acrecienta en 400%, esto señalan los expertos del Consejo Nacional para la prevención de accidentes (Conapra). A nivel internacional, cada año mueren 1.5 millones de personas en accidentes de tránsito y 50 millones enfrentarán lesiones de por vida. En México, las estadísticas llegan hasta 18,000 decesos al año y el número de heridos sube hasta 400,000.

El cambio de paradigma en la sociedad de lo análogo a la digital no fue fácil para la generación X, pero para las generaciones anteriores fue muy



Figura 1. La Cañada Ecatepec (Alejandro Hurtado Farfán).

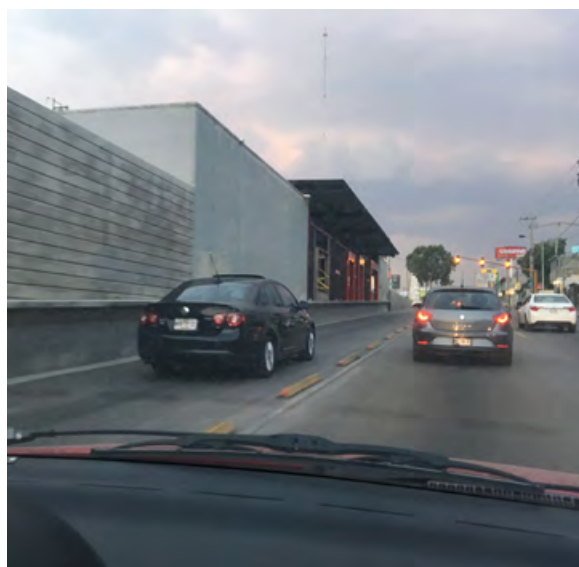


Figura 2. Vía López Portillo, Coacalco Estado de México, no se respeta el carril del Mexibús (Alejandro Hurtado Farfán).

difícil. Hablar del uso inadecuado del celular parece una función simple de cambiar. En la ciudad se tienen códigos y malos hábitos, entendiendo a la ciudad como el espacio donde hay personas con usos y costumbres diferentes; en el uso del celular los beneficios y usos negativos son globales. Uno de los usos más perjudiciales del celular es mientras conducimos un automóvil, existen muchas estadísticas de los accidentes provocados por este motivo. Un estudio realizado por los centros para el control y la prevención de las enfermedades en los Estados Unidos reveló que el 69% de los conductores estadounidenses usan el teléfono mientras conducen, en Portugal es el 59%, en UK es el 21%. Enviar mensajes de texto presenta menos incidencia, pero es más peligroso. En México es la tercera causa de muerte por accidentes automovilísticos, sólo por debajo de la conducción a alta velocidad y bajo influencia del alcohol.

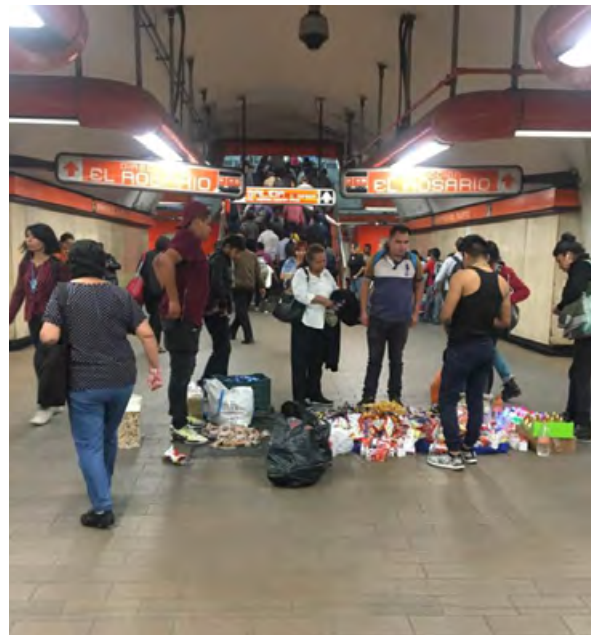
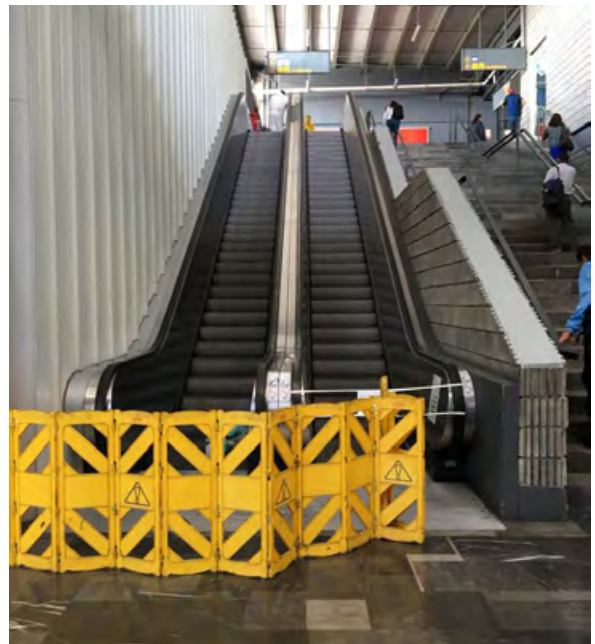
Otro problema del uso excesivo del celular es la falta de convivencia en las familias, pues ésta se ha visto mermada por este motivo, el usuario se ha convertido en fragmentador de la sociedad. Ante este contexto, nos preguntamos si la conciencia es algo que todos los seres humanos utilizamos, la realidad es que vivir en una gran metrópoli nos mete en riesgo de muchas maneras, pero es muy cierto que lo que nosotros llamamos cultura urbana tiene grandes diferencias, según sea el lugar y el tiempo. Desde los usos y costumbres de cada población, no es lo mismo el comportamiento en regiones rurales que en las urbanas, aparentemente las grandes ciudades son plenas de servicios y de oportunidades, pero la sobrepoblación minimiza y casi nulifica cada estrategia pensada para mejorar la calidad de vida. ¿La cultura urbana es un término ambiguo?

Las ciudades son caóticas, son una serie de manchas dentro de un lienzo que comenzó vacío, ninguna escritura. Nosotros comenzamos a escribir en ella. Pero ¿realmente hemos escrito buenos capítulos?, ¿los ciudadanos somos ahora máquinas?, ¿la humanidad está dejando de serlo? Parece que la famosa globalización ha extendido sus brazos, en qué momento nos olvidamos de lo humano, en qué momento estandarizamos las reglas de la ciudad pensando que todas tienen una morfología y problemas similares.

La historia urbana de nuestra Ciudad de México (CDMX) está más llena de equivocaciones que aciertos; por un lado, en los últimos años se ha incrementado de manera notable el número de ciudadanos, pero la realidad no nos debe confundir, pues los servicios están decayendo, hablemos un poco del transporte público. En los años 80 y 90 el transporte de autobuses foráneos en la periferia de la ciudad era más cómodo, autobuses marca Dina y Somex eran más amplios que los actuales. La comodidad debe ser algo importante en el tema de transporte. Otro ejemplo negativo que podemos ver en la actualidad es el sistema de transporte metro, a los trenes les están quitando vagones porque no hay tanta demanda, pero los usuarios sabemos que existe muchísima más demanda que en años anteriores, resultando un transporte incómodo y de muy mala calidad. Esto no queda aquí, otro problema es el comercio ambulante que tiene la bendición de las autoridades, pues es un gran negocio para ellos, pensando que el usuario no se da cuenta de la situación. Desgraciadamente somos muy permisivos, es un hecho que si la gente no compra en los vagones no existiría este problema. Algunos problemas del metro: escaleras eléctricas sin funcionar, comercio ambulante e informal, sobrepoblación y los trenes se detienen en ocasiones constantemente.

Los problemas del metro son de alguna manera provocados por la sobrepoblación, pero mucho de ello tiene que ver con la corrupción y los beneficios obtenidos por las autoridades, pues el sistema está plagado de irregularidades, por ejemplo, las escaleras eléctricas sin funcionar se han convertido en un problema muy grave, tenemos siempre que pensar en un transporte incluyente cuando no hay accesibilidad, no existe la equidad, en muchas de las líneas del metro es muy común que las escaleras no funcionen o estén en reparación, en administraciones pasadas no se presentaba este problema tan constantemente como ahora (Figuras 3, 4, 5 y 6).

Por último, los trenes se detienen constantemente, causando problemas para el usuario, cuando debería de ser el sistema de transporte más importante de la ciudad, por fallas humanas es un sistema inseguro. También hay que mencionar el comportamiento erróneo del usuario al interior de los vagones, ciertamente no es fácil, pues la oferta y la demanda no se satisface de manera adecuada.



Figuras 3, 4 y 5. Escaleras eléctricas sin funcionar (Alejandro Hurtado Farfán).

Figura 6. Comercio informal (Alejandro Hurtado Farfán).

Por otro lado, está el Metrobus, que en la Ciudad de México se ha convertido en otra alternativa de movilidad, aunque es insuficiente sobre todo en las horas de mayor conflicto donde la gente que puede entrar es la que llega desde las estaciones terminales, pero si lo quieres abordar a la siguiente estación es imposible.

Con la separación de los usuarios del Metro y Metrobus, de un lado damas, niños y personas de la tercera edad, y del otro hombres, las autoridades han tratado de resolver el problema del acoso femenino, sin embargo éste no ha terminado y, por el contrario, ha generado hostilidad entre ambas partes, aquí la situación es

definir qué es lo que conviene a los usuarios, que es equidad, inclusión, y si somos capaces en nuestra ciudad de pretender vivir de una manera más respetuosa y civil (Figuras 7 y 8).

Hay que destacar que al hablar de calidad de vida, se habla de bienestar de uno o más individuos, no necesariamente de la misma especie, hábitat o ambiente de trabajo, una comunidad, ciudad o nación. Es un tema transversal que interesa a una variedad de individuos de diferentes especies.

El espacio público peatonal de calidad detona un entorno más seguro. El ser humano busca un entorno



Figuras 7 y 8. División en el Metros entre hombres y mujeres (Alejandro Hurtado Farfán).

tranquilo, pero sobre todo las actividades que se realicen en este lugar deben de satisfacer las demandas del usuario. El espacio público, entonces, se convierte en un transformador de lo cotidiano, se vive día a día, cada calle recorrida, cada espacio, nos abre un abanico de situaciones que pueden ser buenas o malas experiencias, está comprobado que un espacio público de calidad nos ofrece muchas cosas positivas, entre ellas la seguridad.

Cuando usamos el espacio público es por una necesidad, pero por qué no hacer que la propuesta de satisfacer esa necesidad se convierta en una experiencia, en una vivencia única, seguramente tendríamos que enfocarnos en la equidad, aquí me surge una pregunta: ¿si estoy hablando de equidad es necesario separar los géneros?, no sería mejor transitar por una democracia urbana, este término puede sonar muy pretencioso pero si estoy hablando de igualdad tenemos que contemplar todos los habitantes, la gente en situación de calle, de la tercera edad, los jóvenes y niños. Pero cuando me refiero a una conciencia urbana trato de expresar que la ciudad pertenece a todos por igual, no podemos seguir ocultando esa realidad, bajo la idea de que una ciudad vanguardista solamente le interesa y prioriza lo que las autoridades desde la ignorancia creen conocer.

No son pocos los proyectos donde la justificación es un absurdo. Las autoridades hacen su trabajo, el término conciencia debe ser una manera de vida, un algo que nos permita cambiar de paradigma, debo hacer las cosas porque se deben hacer, no porque tenga una multa, y claro el tratar de ser autoridades y ciudadanos dignos de una ciudad, de un ambiente donde no se justifiquen los malos hábitos.

A continuación, reflexionaremos sobre algunos malos proyectos de transporte público y movilidad.

Ciclo rutas y eco bici

En los últimos años, el gobierno de la CDMX ha realizado una serie de proyectos en “beneficio” de la sociedad, la bicicleta ha sido una de sus banderas, ciertamente no tienen un proyecto claro de ciudad, pues, por un lado, apuestan a infraestructura para automóviles y, por otro lado, a bicicletas y peatones, todo revuelto, no existe un proyecto integral. Respecto a la bicicleta, las ciclo rutas se diseñaron de manera incorrecta, ya que simplemente se han dedicado a tomar las orillas de las vialidades, y poner la ciclo ruta sin estudios previos de diseño y, sobre todo, de un real programa de necesidades y factibilidad. Es una pena ver muchas de estas ciclo rutas

en desuso, pero aquí aparece un error histórico: donde pensar de manera global y, lógicamente, cada ciudad tiene una problemática muy particular, tomar recetas de cocina globales no funciona, pues el punto más importante en la gestión de servicios y calidad de vida no se toma en cuenta: la *sobrepoblación*. Es un absurdo pensar que las circunstancias y necesidades de la Ciudad de México, son las mismas que la ciudad de Copenhague, Dinamarca, o de Ámsterdam, Holanda. El diseño de las rutas es pésimo, poner una ciclo ruta frente a una parada de autobús, pone en peligro la integridad del peatón, y debemos recordar que el peatón es primero que el ciclista en la escala de movilidad y calidad de vida.

Por otro lado, el servicio de ECOBICI es elitista, sólo se proporciona en colonias con alto nivel económico y turístico, repito, en una ciudad equitativa no se realiza de esta manera; un sistema integral de transporte no funciona sin tomar en cuenta a todos los niveles sociales. A continuación la visión y justificación que tiene el gobierno de la ciudad sobre el programa:

El sistema de bicicletas públicas de la Ciudad de México ha sido adoptado por habitantes y turistas, debido a que este modo de transporte es la mejor opción para recorrer distancias cortas y medianas. Actualmente, ECOBICI cuenta con 480 ciclo estaciones en 55 colonias de la ciudad, así como 6,800 bicicletas.

Usar ECOBICI es el complemento ideal con otros modos de transporte, lo que contribuye a mejorar la salud de los usuarios, la calidad de aire, entre otros.

Desde febrero de 2010, ECOBICI ha evolucionado paulatinamente. Hoy, cuenta con un sistema de bicicletas eléctricas de pedaleo asistido, que permite a los usuarios recorrer distancias más largas, con menor esfuerzo.

Estas bicicletas están disponibles en todo el polígono del sistema, cuya extensión actual es de 38 km².

Por eso y más, ECOBICI es la manera inteligente de moverse (www.ecobici.cdmx.gob.mx/).

Sinceramente no concibo un sistema de transporte elitista y no democrático, replica de proyectos de otros países, que deberían instaurarse en todo el territorio, y no sólo en regiones puntuales.

La necesidad de servicios es un factor muy importante en una ciudad, hablo de cómo deben ser los servicios de calidad. Lógicamente al tener mayor número de habitantes se complica poder resolver dichas necesidades.

La oferta y la demanda, por lógica, no puede tener un equilibrio, pensemos en los sistemas de transporte, en los sistemas de salud, en los sistemas de educación y, evidentemente, no podrán tener acceso a ellos todos los habitantes de la ciudad. Por eso cuando hablamos de conciencia debemos detenernos a pensar que la solución no es sólo administrar, muchas de las soluciones nos conciernen a todos, cada quien desde su trinchera formando ciudadanos de calidad.

Es importante recordar que una ciudad de calidad tiene ciudadanos de calidad, no puedo pedir a los políticos que se encarguen de la educación de mis hijos y mejor aún, debo de educarme yo mismo, tanto que vamos copiar proyectos internacionales, empecemos copiando hábitos y costumbres que hacen que esos países logren tener sociedades educadas, equitativas, pero sobre todo responsables de sus decisiones, coherentes con sus actitudes y formas de vida.

No esperemos que todos los servicios sean privados, pues nos quejamos del costo, pero no hacemos nada por lo público. Nuestra zona metropolitana tiene más de 20 millones de habitantes, por ello debemos ser conscientes, debemos estar ciertos de que las ciudades con estas dimensiones no pueden proporcionar una óptima calidad de vida.

La falta de oportunidades es un detonante negativo, pues no contar con fuentes de trabajo óptimas conlleva problemas muy graves, por ejemplo, la inseguridad. Es un hecho que una sociedad desigual crea una complejidad para poder tener servicios de calidad, más aún en casos dramáticos no existe la posibilidad de tener servicios básicos y aún más grave tener un techo, sustento y salud. Nuestra intención no es plantear un panorama apocalíptico, pero es muy cierto, la sobrepoblación es la madre de muchos problemas sociales y medioambientales. El ser humano necesita agua, alimento, vestido, educación, servicios y, desgraciadamente, la sobrepoblación impide arribar a una sociedad equitativa y democrática.

Podemos decir que las ciudades equivocaron su estrategia de movilidad respecto al uso de vehículos, muchos habitantes utilizan el auto como un medio básico de su movilidad, pero también está presente el tema del estatus, éste define para muchos sus actitudes no solamente sociales, sino que están convencidos de que la vida es estatus. No podemos pensar que en una ciudad el auto sea generador de éxito, pero en una ciudad insegura con un mal transporte público, el auto se convierte en un espejismo de comodidad y bienestar.

La necesidad de vivienda de los habitantes de la ciudad ha llevado a que se tomen estrategias equivocadas; se han generado grandes negocios inmobiliarios donde la calidad no va de la mano ni en la medida espacial de las viviendas, ni en la comunicación de los centros de trabajo y de estudio con estos grandes monstruos llamados ciudades dormitorio. La corrupción también está presente en estas estrategias, pues a los constructores e inmobiliarios no se les exigen viviendas de calidad y, sobre todo, que los asentamientos presenten servicios de calidad para que mitiguen el tener que moverse a las grandes ciudades. Por otro lado, los materiales utilizados son de mala calidad, el espacio es mínimo, el verde es nulo. Los centros comerciales pretenden ser, en la nueva sociedad posmoderna, los que sustituyen a los centros de barrio o las plazas sociales.

Algunas reflexiones como conclusión

Al inicio de este texto, hablamos de la deshumanización, la mayoría de los habitantes de las ciudades se preguntarían ¿cuáles son los beneficios de tomar como puntos de recreación los museos, teatros?, estos centros de recreación de calidad parece que quedan en el olvido, el usuario simplemente tiene la oferta de escoger el mejor centro comercial, estamos viviendo en una sociedad líquida como lo menciona Zygmunt Bauman, en donde podemos ser más tecnológicos, poderosos en las comunicaciones, pero más miserables en el contexto social. Y nuevamente la pregunta original: ¿estamos conscientes de esto?, ¿hacia dónde vamos?, ¿hacia dónde queremos ir?, ¿hacia dónde podemos ir?

Sin duda debemos cuestionarnos qué es lo que queremos como entes sociales, qué ciudad queremos, pues es un hecho que si nos preguntan: ¿cómo quieres tu casa? seguramente lo sabemos, pero difícilmente sabemos qué tipo de ciudad queremos, ¿realmente estamos dispuestos a pagar el precio de sacrificar nuestra comodidad por tener una ciudad más humana y un medio ambiente más limpio y seguro? Parece que estamos planteando una ciudad utópica, y aunque la situación es compleja, si existen ciudades donde sus habitantes actúan de una manera más civil. Si bien tanto hábitos como costumbres no son fáciles de cambiar, entonces ¿cómo detonar la ciudad de calidad y equitativa?

Referencias electrónicas

<http://www.salud180.com/salud-dia-dia/uso-de-celulares-3a-causa-de-accidentes-automovilisticos>
<https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/>



Saúl Vargas González

Comunidad tradicional, ejemplo de alternativa para la vida.

San Jerónimo Tecóatl, una comunidad en busca de la modernidad

PALABRAS CLAVE:

**comunidad sustentable,
cultura tradicional,
preservación del ambiente**

KEYWORDS:

**sustainable community,
traditional culture,
preservation of the
environment**

RESUMEN

En la actualidad, recibimos tal cantidad de información que quizá nos haga percibir nuestro entorno como inseguro: desastres ambientales, calentamiento global, escases de recursos naturales, conflictos bélicos, delincuencia, son sólo algunos de los problemas que amenazan la existencia del hombre sobre el planeta.

En el pasado existían prácticas o costumbres que eran parte de una cultura que podría considerarse tradicional y posiblemente el entorno que rodeaba a los grupos humanos no se percibía tan hostil. ¿Acaso las pautas culturales tradicionales podrían influir o modificar y mejorar la forma en que percibimos el hábitat? ¿Podría la adopción de la cultura tradicional, mejorar las condiciones de vida de los grupos humanos?

Este artículo es una reflexión de cómo el poblado de San Jerónimo Tecóatl, una comunidad mazateca que conserva parte de sus tradiciones, podría servir como laboratorio viviente y definir como esta forma de vida ayuda a la preservación del ambiente y, a su vez, ejemplo para retomar algunas actividades y conservar un hábitat sano.

ABSTRACT

Today, we receive a great deal of information that may make us perceive our environment as insecure; environmental disasters, global warming, shortages of natural resources, war conflict, crime are just some of the problems that threaten man's existence on the planet.

In the past there were practices or customs that were part of a culture that could be considered traditional and possibly the environment surrounding human groups was not so hostile. Could traditional cultural patterns influence or modify and improve the way we perceive habitat? Could the adoption of traditional culture improve the living conditions of human groups?

This article is a reflection of how the village of San Jerónimo Tecóatl, a Mazatec community that preserves part of its traditions could serve as a living laboratory and define how this way of life helps the preservation of the environment and in turn, example for re-take some activities and conserve a healthy habitat.

Universidad Autónoma
Metropolitana-Azcapotzalco
salvags@yahoo.com.mx

Introducción

Al encender el televisor en un noticiero matutino, un día cualquiera del mes de octubre del año 2017 en la Ciudad de México, se escuchó la siguiente información en la sección de noticias nacionales: “Se realizó un simulacro de balacera en una escuela de La Paz, Baja California”. Alumnos de la Primaria Rosendo Robles, de aquella ciudad mexicana, fueron sometidos a un simulacro de balacera que incluyó sonidos reales y la intervención de elementos armados. En las imágenes difundidas en medios informativos y redes sociales se pudo observar a los niños recostados en el piso del patio de la escuela, mientras se escuchan los sonidos de arma de fuego. La polémica que suscitó este hecho giró en torno a que un simulacro de este tipo de evento indica la cotidianidad de violencia que reina en el país.

El resto de la sección informativa fue sobre las notas del desastre natural que significaron los movimientos telúricos de 2017, principalmente del terremoto del 19 de septiembre; evento que dejó cientos de damnificados y, al mismo tiempo, mostró casos de corrupción en la construcción de edificios dañados en la Ciudad de México. También, la entrega de apoyos a familias afectadas dejó al descubierto la vulnerabilidad de las sociedades humanas ante los embates de la naturaleza.

En el ámbito internacional se informó sobre la posición bélica de Estados Unidos ante la amenaza nuclear que representa Corea del Norte, mostrando la visión racista y supremacista de Donald Trump; igualmente se comunicó sobre las inundaciones provocadas por fuertes tormentas en algunas partes del mundo. Durante todo el año, en el mundo, las noticias suelen ser con frecuencia de eventos que se relacionan con el deterioro ambiental, atentados contra la biodiversidad, calentamiento global, conflictos bélicos, discriminación, racismos y delincuencia; son mínimas o casi nulas las notas informativas que nos hagan esbozar una sonrisa o que nos hagan sentir que estamos en un mundo seguro.

Al escuchar el sinnúmero de noticias negativas, no se puede evitar que surjan en la mente las siguientes preguntas: ¿acaso tiempos pasados fueron mejores?, ¿existe solución a la crisis social y ambiental que nos

aqueja?, ¿será que los tiempos finales pregonados por tantas religiones se acercan?

La finalidad de este texto no es resolver todas las problemáticas, tarea en extremo difícil y tal vez imposible; la intención es realizar una reflexión referente a objetos y actividades tradicionales y su impacto en la vida cotidiana.

Las pequeñas cosas de la vida

Durante las décadas de los setenta y ochenta existían en la vida de las personas objetos y actividades que tenían presencia en su cotidianidad y que facilitaban sus labores, al pasar el tiempo han sido reemplazados por otros artefactos o acciones que responden a la modernidad, las nuevas tecnologías o al surgimiento de materiales de nueva generación.

Aquellas personas encargadas de realizar las compras domésticas, asistían a los mercados tradicionales establecidos o móviles y para transportar los artículos adquiridos traían consigo bolsas de diferente configuración, elaboradas con distintos materiales como plástico o fibras naturales, que tenían la característica de poder ser utilizadas varias veces hasta sufrir alguna rasgadura o desperfecto, éstas fueron reemplazadas por bolsas de plástico de menor resistencia y que se pueden utilizar pocas ocasiones.

Tortillas, carne, granos o huevos, entre otros productos alimenticios, eran envueltos y transportados en servilletas reusables o en cucuruchos de papel, elementos que se cambiaron por bolsas de plástico o charolas de unicel con cubiertas plásticas transparentes. Productos líquidos o algunos otros como mermeladas, aderezos e incluso solventes eran transportados en envases de vidrio retornables; ahora son transportados en envases de plásticos desechables cuyo destino final son los rellenos sanitarios.

En el pasado, personas adultas salían a la calle y se reunían a charlar y compartir sus buenas o malas experiencias mientras los jóvenes se daban a la tarea de participar en actividades recreativas con tecnología e instrumentos rudimentarios, en ocasiones elaborados por ellos mismos: bolillo, escondidillas, suela, rayuela, stop o avión, son ejemplos de juegos que requerían de

un mínimo de cosas para poder llevarlos a cabo. En la actualidad esas reuniones no existen o si se realizan cada individuo está conectado al mundo virtual que ofrece su teléfono celular, tablet o computadora.

En las actividades recreativas o laborales, al sentir la necesidad de rehidratarse, cada quien podía entrar a casa y abrir la llave del grifo o entrar a la cocina y tomar un poco de agua del depósito en el cual se encontraba el líquido destinado para dicho fin; ahora la necesidad básica de satisfacer la sed en ocasiones debe ser cubierta por una gran variedad de bebidas embotelladas: agua simple, de sabor, con o sin gas; grande, chica, mediana, son sólo algunas de las opciones disponibles por una módica cantidad de dinero, sin tomar en cuenta el daño a la salud, la producción de residuos sólidos o la sobre-explotación de manantiales.

Los recién nacidos, después de realizar evacuaciones de desechos, eran cubiertos con pañales elaborados con tela y amarrados con cordones del mismo material denominados fajeros, los pañales fueron reemplazados por pañales de material plástico que tienen diferentes presentaciones de acuerdo con la edad y características del infante e incluso existen pañales para personas de la tercera edad. En otros tiempos, al sentir algún malestar, dependiendo del tipo e intensidad, se podía tomar un remedio casero, el cual podía ser elaborado con base en plantas o algunos elementos comunes presentes en la cocina, siendo ahora lo recurrente tomar medicamentos.

La televisión, que era uno de los principales medios para recibir información, tenía una gran variedad de programas con diversas temáticas, los más atrevidos mostraban escenas en las que solamente se sugería sexo o violencia; actualmente con facilidad y no solamente en televisión, sino en internet por medio de distintos dispositivos, se puede observar tanto sexo explícito como violencia extrema, siendo ésta en ocasiones actualada y otras veces real, formando parte de la vida cotidiana.

Después de comentar acerca de algunas de las cosas tangibles o intangibles que fueron transmitidas de boca en boca, o de generación en generación y que han desaparecido de la cotidianidad, podemos observar que posiblemente objetos o actividades que las reemplazaron tienen un impacto negativo en el hábitat.

Conceptos

En la elaboración de este trabajo fue necesaria la reflexión acerca de los conceptos de hábitat, tradicional y cultura. Acerca de *hábitat*, en el diccionario Oxford podemos encontrar:

- Conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en el desarrollo de un individuo, una población, una especie o grupo de especies determinados.
- La presencia humana, las vías para extraer madera y el ruido, además de la grave transformación del hábitat por las talas de pinares, hacen que el oso huya de esa zona.
- Entorno o conjunto de factores geográficos relativos a la vida del hombre, como el emplazamiento, la forma, etc.

El hábitat rural, el hábitat urbano, los arquitectos han abandonado el estudio profundo de las necesidades del hábitat en una sociedad cambiante como la nuestra y se suelen ver condenados a utilizar las fórmulas más convencionales que impone el mercado.

De acuerdo con estas acepciones de la palabra, se puede interpretar que el hábitat está constituido, no solamente por el espacio arquitectónico en el cual convive un grupo social, sino también por los artefactos que los miembros de los grupos utilizan en sus actividades cotidianas, además del contexto natural que los rodea.

En cuanto a *cultura* podemos leer en el mismo diccionario:

- Conjunto de conocimientos e ideas no especializados adquiridos gracias al desarrollo de las facultades intelectuales, mediante la lectura, el estudio y el trabajo.

En la comprensión de un texto pueden influir de forma decisiva la edad, la cultura, las vivencias personales u otros muchos factores.

- Conjunto de conocimientos, ideas, tradiciones y costumbres que caracterizan a un pueblo, a una clase social, a una época, etc.

La cultura azteca, la cultura del Siglo de Oro, la cultura occidental cristiana, la cultura del ocio.



Figura 1. San Jerónimo Tecóatl.



Figura 2. Entorno natural de San Jerónimo Tecóatl.

Se puede considerar cultura a todo aquello material o inmaterial, tangible o intangible que es producto de la actividad humana, como los objetos de uso cotidiano, el lenguaje, la escritura, las costumbres. Es decir, que la cultura está presente en el hábitat e incluso el hábitat forma parte de la cultura de los grupos humanos. No existe individuo sin hábitat, por lo tanto, no existe individuo sin cultura. Por último, en referencia al concepto *tradicional*, se puede observar en la misma fuente:

- De la tradición o que está relacionado con ella por el modo de transmitirse o por su permanencia de generación en generación.

Arte tradicional, danzas tradicionales, técnicas tradicionales, el rol tradicional de la mujer, contaban con potentes medios electrónicos, con capacidad para guardar en un reducido espacio mucho más que cualquier biblioteca tradicional.

Podemos comentar que existe una gran cantidad de objetos de índole tradicional, ya que su uso ha permanecido de generación en generación y han desaparecido o se han transformado de manera radical, debido al uso de artefactos no tradicionales que se adquieren en respuesta a la modernización o a la llegada de nuevas tecnologías.

Considerando lo anterior, así como lo señalado en el apartado de *Las pequeñas cosas de la vida*, podríamos decir que algunos de los *artefactos*, instrumentos o costumbres eran tradicionales y, al mismo tiempo, que el impacto sobre el entorno natural o social era mínimo. Cabe mencionar que toda actividad humana generará un impacto en la naturaleza.

El Municipio de San Jerónimo Tecóatl

Su nombre hace honor a Eusebio Hierónimo, también llamado San Jerónimo de Estridón, padre y doctor de la Iglesia, recordado como autor de *La Vulgata*, una célebre traducción al latín de las *Sagradas Escrituras*, mientras Tecóatl es un vocablo que proviene del náhuatl y significa “víbora en una piedra marcada o estampada”.

El municipio se localiza en la parte noroeste del estado de Oaxaca. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 10' latitud norte respecto al Trópico de Cáncer y los meridianos 96° 55' longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Está constituido por una superficie territorial de 17.86 Km²; colinda al norte con los municipios de San Francisco Huehuetlán y San Pedro Ocopetillo, al este con Santa Cruz Acatepec y con San Mateo Yoloxochitlán, al sur con San Lucas Zoquiapam y con San Martín Toxpalan, al oeste con Santa María Teopoxco y en la región sureste colinda con el municipio de Huatla de Jiménez. Sus localidades más importantes son dos agencias municipales denominadas Plan de Guadalupe y los Naranjos (Figura 1).

La región presenta una altitud variable porque en su territorio se encuentran algunas elevaciones como los cerros el León, Tigre, Mirador y los Pinos. El clima oscila entre los 5 y 15°C en época de frío, mientras que en época de primavera o de calor la temperatura es de 15 a 30°C; la humedad es templada y los vientos corren a 50 o 60 km por hora en el mes de febrero. El río marca los límites con el municipio de San Lucas, además de tener una gran cantidad de manantiales (Figura 2).

La biodiversidad está conformada por flores como alcatraz o cartucho, margaritas amarillas, gladiolas o flor de milpa; árboles como liquidámbar, fresno, encinos. Entre los frutales encontramos: duraznos, aguacate, naranja, higo, níspero y chirimoya; de plantas comestibles: frijol,



Figura 3. Biodiversidad San Jerónimo Tecóatl.

maíz y habas; plantas medicinales: ruda, manzanilla, epazote, la pastora, hierbabuena y raíz de piedra. La fauna está conformada por aves silvestres, tepezcuintles, tuzas, armadillos y venados, y animales domésticos como perros, conejos, venados, cerdos (Figura 3).

En cuanto a su historia, se sabe que la región comenzó a poblarse por un grupo de mazatecos que se quedaron en las partes bajas de la sierra sur, en donde se encuentra actualmente San Bartolomé Ayautla, para fundar posteriormente lo que ahora es el actual municipio. La iglesia católica se cree que fue construida en el año 1546 con material de otate y el techo de palma, siendo reconstruida en 1892 con piedra y lodo, después recibió pequeñas rehabilitaciones en 1993; la introducción de energía eléctrica en el municipio fue en 1984.

La cultura de San Jerónimo podemos observarla en fiestas y celebraciones al Santo Patrono que lleva el mismo nombre del pueblo y se realiza los días 29 y 30 de septiembre. Los días 11 y 12 de mayo se celebra a la Virgen de los pobres, con feria y eventos deportivos (torneos de básquetbol); y los días 1 y 2 de noviembre celebran el día de muertos, colocando ofrendas en las casas y panteón.

Como traje típico las mujeres usan huipil, que se identifica por su hechura de manta y sus colores bordados con hilo especial, así como combinado con incrustaciones de tela de colores para darle realce. El hombre usa el típico traje o vestimenta de manta, con sombrero de palma y huaraches cruzados. La música tradicional es reproducida por una banda tradicional que tiene actuaciones en eventos de la región y sus alrededores, mientras la gastronomía presenta platillos regionales como tesmole amarillo, tamales de frijol y tamales agrios, también se consume una comida llamada pitona que se compone de frijol tierno de mata, trozos o pedazos de



Figura 4. Vestimenta, cultura de San Jerónimo Tecóatl.

masa y condimentos, además se consume el tradicional pozole de masa con agua (Figuras 4, 5 y 6).

Con frecuencia sus poblados cuentan una serie de leyendas que dan cuenta de su historia, sus tradiciones y su interacción con el entorno natural. Su comunicación cotidiana es en idioma mazateco en la vida cotidiana. La autoridad municipal la constituyen: el Presidente Municipal, el Síndico Municipal, los Regidores de Hacienda, Educación, Ecología, Salud y de Obras Públicas y sus respectivos suplentes. El municipio se rige a través del sistema de usos y costumbres y las actividades comunitarias son realizadas por toda la población en beneficio de todos, como por ejemplo asistir a las faenas o tequios, acudir a las asambleas y cumplir cargos públicos designados en éstas.

La zona tiene un suelo muy fértil, siendo las actividades productivas de la población la agricultura y la ganadería. Diversas familias cuentan con animales de traspatio o huertos familiares. En la actualidad se han conformado asociaciones que, con el apoyo de organizaciones como la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CNDI), realizan actividades para la elaboración artesanal de conservas, como es el caso del Grupo Sabores Mazatecos o la apicultura en el caso de la Asociación Néctar Mazateco.

Problemáticas de la región

El Municipio de San Jerónimo Tecóatl no está exento de problemas. Al igual que muchas otras zonas cuenta con situaciones específicas adversas o compartidas con localidades vecinas; en el entendido que los problemas ambientales o sociales son responsabilidad de todos y afectan a todos. Algunas de estas problemáticas son:

- Contaminación de algunos de los cuerpos hídricos, al parecer provocada principalmente por los



Figura 5. Gastronomía, cultura de San Jerónimo Tecóatl.



Figura 6. Arquitectura, cultura de San Jerónimo Tecóatl.

lixiviados de los tiraderos de basura y por los residuos sólidos.

- Pérdida de biodiversidad debido a la caza indiscriminada, la migración de especies animales en busca de un lugar adecuado para su sobrevivencia, la tala no autorizada de madera y la erosión de los suelos.
- Discriminación, ya sea por la desigualdad de género o en menor proporción por individuos que salen de la población en busca de mejores oportunidades y al regresar niegan su origen.
- Pérdida de la cultura debido a la migración hacia las grandes ciudades y los cambios de la modernidad.
- Producción de los residuos sólidos, debido principalmente a la introducción de alimentos procesados, bebidas embotelladas o, en general, productos envasados.

Posiblemente estas problemáticas se ven agudizadas por la desaparición de la cultura tradicional.

Propuesta

Se podría decir que, aunque la modernidad ha llegado a San Jerónimo Tecóatl, aún existen pautas culturales tradicionales. Los habitantes están orgullosos de su origen y desean conservar sus tradiciones, ¿cómo podría apoyarse a la comunidad en este propósito?

Lo primero sería realizar un inventario de bienes culturales y ambientales existentes o que alguna vez existieron en la zona, para conocer el contexto que históricamente ha rodeado a la comunidad, rescatarlos y difundirlos por medio de ciertas estrategias, con el propósito de fortalecer la identidad cultural, de acuerdo a las pautas culturales encontradas y de esta manera fomentar la apropiación y, por lo tanto, el cuidado del entorno.

La acentuación de la identidad quizá se pueda fortalecer con una campaña de las pautas culturales y una identidad gráfica que esté compuesta de un isologotipo y el uso de tipografía acorde al lugar; con el objetivo de concientizar sobre el cuidado de la cultura y el ambiente, formando un círculo virtuoso. Por el momento se han colocado gráficas en tres pequeños negocios, buscando que sean armónicas con su cultura.

Es importante reflexionar sobre las ventajas y desventajas que implican las prácticas tradicionales y lo conveniente o inconveniente de las pautas modernas, y tal vez conjuntar lo mejor de cada una para apoyar el desarrollo adecuado de la comunidad.

Además de lo anterior, quizá realizar talleres para la población con temas que busquen promover la sana convivencia; cabe mencionar que en el municipio ya se han comenzado a realizar trabajos que rescatan la cultura y fortalecen la identidad y, próximamente, la Regiduría de Educación y el DIF municipal, con la colaboración del Grupo de Investigación Comunidad Sustentable del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, realizarán, en la aún itinerante Casa de la Cultura, talleres sobre residuos sólidos y equidad de género, dirigidos a la población en general, esperando sea el inicio de una serie de actividades que apoyen el sano desarrollo de la comunidad (Figuras 7 y 8).

Conclusiones

Después de lo comentado, a manera de conclusión se podría decir que:

- Todo individuo se desarrolla dentro de un grupo social y éste, a su vez, se desarrolla en dos tipos de ambientes: el natural y el artificial. Desde que un



Figura 7. Calle principal de San Jerónimo Tecóatl, Oaxaca (Saúl Vargas, 2017).



Figura 8. Calle principal de San Jerónimo Tecóatl, Oaxaca (Saúl Vargas, 2017).

grupo humano se establece en un espacio, comienzan a tomar los recursos disponibles del entorno transformándolo para satisfacer sus necesidades, procurándose seguridad y poder sobrevivir; esto lo lleva a crear el ambiente artificial.

- Al conjunto de conocimientos que genera en y para la transformación del entorno natural, así como los efectos de la misma se le conoce como cultura, entendiendo que la cultura es todo aquello tangible o intangible, material o inmaterial, producto de la actividad humana.
- La cultura se modifica gracias a la transformación del contexto o al contacto de los individuos con entornos distintos a los que dieron su origen.

De la existencia de rasgos que conforman la cultura se desprende el fenómeno de identidad, que nace a partir de cómo somos vistos por los demás y esto surge a partir de la cultura. La identidad no es un

ente estático, sino que sufre las transformaciones que se dan con la cultura.

- Con el proceso de identidad emerge el fenómeno de pertenencia a los grupos, y con ellos la apropiación de los entornos cultural y natural; por lo cual un grupo de individuos con identidad cultural podría favorecer el cuidado y preservación de la cultura y de la naturaleza.

Tal vez algunos artefactos o prácticas tradicionales tenían menor impacto sobre el hábitat, la propuesta consiste en detectar aquellas pautas tradicionales existentes en la región y mantenerlas, y desechar aquellas que influyan para el deterioro del ambiente. Se puede hablar de cultura tradicional al tener objetos y actividades tradicionales, esta cultura lleva a la adquisición de la identidad, siendo la identidad un fenómeno que posiblemente propicie bienestar.

Bibliografía

- Bartra, R. (2000), *La jaula de la melancolía: Identidad y metamorfosis del mexicano*, México, Grijalbo.
- Bonfil, G. (1989), *México profundo: una civilización negada*, México, Grijalbo.
- Calinesco, M. (1991), *Cinco caras de la modernidad*, Madrid, España, Tecnos.
- Fernández, S. (2008), *Historia del Diseño en América Latina y el Caribe: Industrialización y comunicación visual para la autonomía*, São Paulo, Brasil. Blücher.

- Geertz, C. (1999), *La interpretación de las culturas*, México, Gedisa.
- Heskett, J. (2005), *El diseño en la vida cotidiana*, Barcelona, España, Gustavo Gili.
- Müller-Brockmann, J. (1993), *Historia de la comunicación visual*, Barcelona, España, Gustavo Gili.
- Paz, O. (2000), *El laberinto de la soledad*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Pratt, H. (1997), *Diccionario de sociología*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Sennet, R. (1970), *Vida urbana e identidad personal*, Barcelona, España, Península.

Referencias electrónicas

- <http://www.municipios.mx/oaxaca/san-jeronimo-Tecóatl/>
- <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20163a.html>
- https://www.biografiasyvidas.com/biografia/j/jeronimo_san.htm
- <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/habitat>



Ricardo A. Zabaleta Puello

Centro histórico de Cartagena de Indias, Colombia: una visión y valoración desde lo bio ambiental y paisajístico¹

PALABRAS CLAVE:

paisaje, bio ambiental, valoración, patrimonio

KEYWORDS:

landscape, environmental bio, valuation, heritage

RESUMEN

El artículo destaca un aspecto a considerar en los procesos de análisis, diagnóstico e intervención en edificios y espacios urbanos patrimoniales referente al conocimiento y puesta en valor de los atributos bio ambientales y paisajísticos de edificaciones y espacio público del centro histórico² de Cartagena de Indias, Colombia. En la actualidad, intervenciones mal realizadas buscando confort artificial, afectaron tanto la coherencia ambiental de edificaciones patrimoniales como la adaptación del espacio urbano a las condiciones climáticas del lugar, generando lo que hemos denominado "esterilización del paisaje".³ Ante esta realidad, se hace necesario el análisis de los atributos, su comportamiento bio ambiental y los beneficios que ese aspecto genera en zonas patrimoniales, asumiendo que esta información es clave en la elaboración del Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) del centro histórico de la ciudad que se estudia.

ABSTRACT

This article illustrates an aspect to be taken into account in the processes of analysis, diagnosis and intervention in buildings and patrimonial urban spaces that has to do with the knowledge and value of the bio environmental and landscape attributes of buildings and public space in the historic center of Cartagena de Indias, Colombia. At present, badly performed interventions, seeking artificial comfort, affected both the environmental coherence of heritage buildings, and the adaptation of the urban space to the climatic conditions of the place; generating what we have called "landscape sterilization". Faced with this reality, it is necessary to analyze attributes, their environmental behavior and the benefits that this generates in heritage zones, assuming that this information is key in the elaboration of the Special Plan for Management and Protection (MTPS) of the historic center of the city under study.

Universidad San Buenaventura
de Cartagena, Colombia
rizapu@gmail.co

1. El artículo está basado en las investigaciones realizadas por el autor como parte de sus estudios de maestría en Desarrollo Sustentable, cuya tesis llevó el título de "Puesta en valor de los atributos bio ambientales y paisajísticos del centro histórico de Cartagena de Indias, Colombia".

2. Se entiende centro histórico a la unidad que alberga la política administrativa y de negocios que, desde sus orígenes, en correlación con su estructura urbano-arquitectónica, ha sido resultado de una adaptación a las condiciones físicas y ambientales del lugar.

3. El término significa la pérdida de vida del ambiente y del paisaje de algunos sectores del centro histórico de Cartagena de Indias, referido también para indicar la desaparición, en nuevas intervenciones, de zonas verdes y elementos urbanos que propiciaban vida social en esas áreas, provocando la deshumanización de los espacios.

4. La metodología utilizada contempló el estudio de cada una de las variables que interactúan en los aspectos urbano-arquitectónicos, paisajístico y ambiental del centro histórico de Cartagena de Indias, tomándolos como indicadores. Para ello, fue necesario estructurar parámetros descriptivos con aspectos cualitativos y cuantitativos; es decir, se analizaron y cuantificaron ambientalmente diversos y representativos espacios arquitectónicos y urbanos.

Introducción

Las ciudades están constituidas y estructuradas por un cúmulo de factores y componentes básicos; a su vez, su ubicación en un territorio obedece muchas veces al buen manejo de sus determinantes físicas y geográficas, aspectos que las caracterizan e identifican. En su proceso evolutivo, las ciudades se adaptan o transforman de acuerdo con esas características: lagunas, ríos, arroyos, montañas, valles o costas, como sistemas estructurantes de primer orden se convierten en las premisas indiscutibles de ese desarrollo, acorde a las necesidades demográficas, políticas y socio culturales, las que determinan en el tiempo la forma de las ciudades, no sólo el trazado, sino su dinámica urbana y los diversos géneros de arquitectura.

Este trabajo se perfila desde una visión relativa al urbanismo, como soporte físico de la arquitectura, que emplaza edificios condicionados para diversos usos, en cumplimiento de normas y modelos adaptativos al medio ambiente y en concordancia con el manejo bio ambiental de las determinantes físicas del lugar de implantación, constituyendo, con los sistemas estructurantes del territorio (sistemas hídricos y orográficos en especial), los orígenes y vocación de las ciudades.⁴

Bajo las consideraciones descritas, la adaptación bio ambiental juega un papel fundamental en el desarrollo de las actividades, manifestaciones y expresiones culturales de las sociedades que se sirven de los edificios y los espacios urbanos para su realización; es así, por lo que se debe considerar la noción de paisaje como concepto globalizador, en conjunto con el inmenso valor del constructo social, permitiendo fortalecer, a través de la historia de los lugares y de los edificios, la memoria histórica de las ciudades, lo que se refleja en edificios emblemáticos, monumentos y espacios significativos. Así, la historia y la cultura se convierten en un otro territorio que genera identidad y como tal nos permite valorar patrimonialmente nuestras ciudades.

Por tanto, el presente artículo desarrolla las consideraciones esbozadas y el análisis descriptivo de Cartagena de Indias desde los aspectos que constituyen una ciudad de origen insular con vocación de puerto y plaza, para concientizar a instituciones, profesionales y

especialistas en el tema de la conservación patrimonial, en específico sobre la importancia de los valores y atributos bio ambientales de las edificaciones y espacios urbanos de un centro histórico, ya que son factores preponderantes en la toma de decisiones al momento de intervenir un Bien de Interés Cultural (BIC).

Urbanismo, identidad y arquitectura en las ciudades

Muchos aspectos intervienen en la organización urbana de las ciudades, entre ellos las diferentes experiencias sensoriales que sus habitantes viven a través de los espacios urbanos, por lo que se hace necesario tener en cuenta componentes que se refieren:

[...] a las funciones que tienen los espacios urbanos y que deben integrarse en su diseño: la social, como las modalidades de agrupación comunitaria; la funcional, referida al tránsito vehicular y peatonal en torno al espacio; la económica, describe el valor intrínseco del espacio, y la ambiental, referida al microclima que generan los espacios (Bazant, 2008: 179).

En atención a esta cita el urbanismo, con el espacio público como su principal componente, articula, cohesiona y da sentido a la arquitectura que lo define. En esa medida, la proporción, la escala, la estética y el *confort ambiental y paisajístico* favorecen la vida urbana; teniendo cabida en ella, desde una visión histórica: los núcleos o asentamientos urbanos fundacionales.

Ante esta posibilidad, independientemente de que cada espacio o edificio ocupe una posición especial en el territorio, lo paisajístico, lo ambiental, lo urbano y lo arquitectónico se fusionan para generar, con la adaptación al medio y la apreciación de las comunidades, una innegable valoración patrimonial, ya que las personas pueden reconocer en estos elementos diversidad de valores, ya sean estéticos, históricos o simbólicos. Así, y en primera instancia, estos atributos básicos son los que deben tener un bien inmueble para ser considerado como bien patrimonial.

Estos valores inmersos en un ambiente o bien específico donde naturaleza, sociedad y medio están asociados, contribuyen a crear, reforzar y fortalecer los procesos de identidad de un individuo o colectividad;

entendiendo la identidad como el reconocimiento que hacen de sus propios valores, dando también cuenta del sentido de pertenencia e idiosincrasia de un pueblo; lo cual permite tomar conciencia de sus particularidades y aceptar las diferencias.

La identidad es, por tanto, un concepto dinámico y está en la base de la expresión cultural y en la formación del capital simbólico, capital inmerso en cada una de las características arquitectónicas y urbanas de los centros históricos de las ciudades. El tema de la identidad y el sentido de pertenencia, en el caso de los valores o atributos bio ambientales existentes e inherentes a las edificaciones y sus espacios urbanos, deben ser reconocidos y ponderados en los procesos y acciones enfocados a la conservación y preservación del patrimonio urbanístico y arquitectónico.

Cartagena de Indias, ciudad patrimonio

Cartagena de Indias, ciudad puerto emplazada al norte de la costa atlántica colombiana y bañada por las aguas del mar Caribe, cuenta con una gran riqueza paisajística, expresión de la biodiversidad de su espacio geográfico, recurso fundamental para su desarrollo y legado de su historia, costumbres y cultura.

Declarado su centro histórico como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1984, es una urbe que desarrolla su dinámica urbana basada en las actividades portuarias y turísticas. Su mayor potencial y atención está en el aspecto turístico, dada las características de su paisaje cultural, su geomorfología, lugares de interés natural, históricos y culturales que la posicionan como el primer destino turístico del país y uno de los más apreciados en el mundo. Redondo señala:

La ciudad de Cartagena de Indias se encuentra asentada al norte de la República de Colombia en dos islas bajas y arenosas que posteriormente fueron unidas. Se encuentra rodeada por el mar Caribe e importantes cuerpos de agua que se convierten en los elementos dominantes de su estructura geomorfológica; éstos la recorren en su interior, conformando un área insular y un área continental que la dotan de



Figura 1. Plano de Cartagena de Indias-Sectores. El recuadro rojo señala el Centro Histórico (Secretaría de Planeación Distrital, 2009).

condiciones especiales y conjugan un entorno interesante y variado, rico en paisajes naturales (Redondo, 2004: 236).

En relación con lo anterior, su inigualable arquitectura entremezcla tendencias estilísticas que responden a periodos diversos de su historia, destacando en ello un urbanismo y una arquitectura colonial, que la enaltece y engalana como pocas ciudades del caribe internacional.

El origen de Cartagena de Indias como puerto, además de las características geomorfológicas del emplazamiento de su núcleo fundacional y a las determinantes físicas de su territorio, consolidó su vocación. La importancia que adquirió en la geopolítica virreinal y el constante asedio de los enemigos de la corona española, los piratas de corso, la convirtieron en Plaza Fuerte. La construcción de murallas, baluartes, fuertes, baterías y hornabeques, tanto en el sector insular como en el continental, sin duda marcaron su destino y actual configuración urbana.

Desde su fundación han transcurrido casi cinco siglos y en muchos documentos se describen factores de diversa índole y cómo se ha ido configurando, sin embargo, poco se hace referencia al tema ambiental asociado a la arquitectura y al modelo urbanístico colonial (Figura 1).

El recorrido por estos cinco siglos a través de las transformaciones de la ciudad de Cartagena deja ver la primacía ejercida por algunos elementos urbanos que conformaron su estructura espacial en los diferentes periodos. Éstos marcaron las pautas ordenadoras que contribuyeron, en gran medida, a su morfología y en algunos casos se convirtieron en los



Figura 2. Plano de Cartagena de Indias 1814. Vicente Talledo y Rivera (Servicio Histórico Militar, 1980).

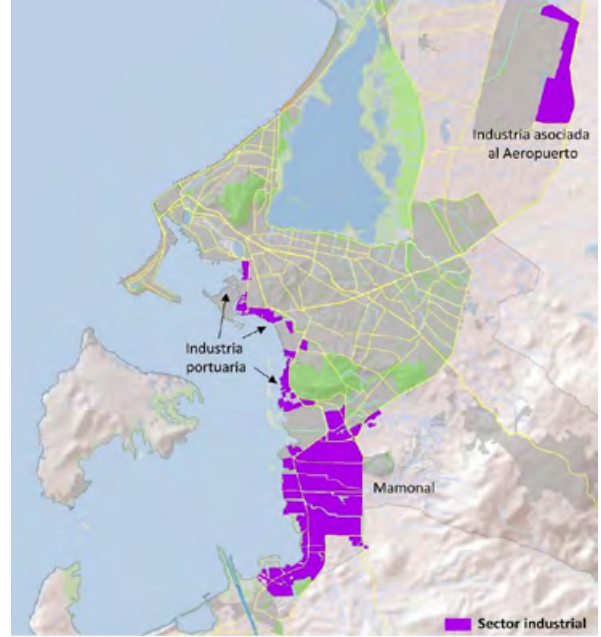


Figura 3. Plano general de Cartagena de Indias. Posición estratégica de la isla de Tierrabomba (Secretaría de Planeación Distrital, 2012).

elementos estratégicos para el desarrollo de la ciudad (Re-dondo, 2004: 236).

Actualmente, Cartagena de Indias presenta transformaciones y cambios adquiridos en el tiempo, sin dejar de preservar lo que éste le legó. No obstante, para finales del siglo XIX, por temas de higiene y en una afanada búsqueda del “progreso”, se demolieron tres de los 11 km originales de murallas. Sin embargo, podemos decir que un 80% de su infraestructura antigua militar se encuentra en pie, siendo testigo y evidente testimonio de sus orígenes e historia (Figura 2).

La ciudad ha crecido en demasía hacia el área continental y zona insular. Esta última, formada por una serie de islas (del Rosario), archipiélago importante en la geología y la preservación de ecosistemas de la ciudad. La ecoforma⁵ de este sistema insular toma importancia en el desarrollo urbano, en especial en la isla de Tierrabomba, que con sus dimensiones y forma, configura,

controla y regula la bahía externa de Cartagena de Indias. En el periodo colonial, por estas características se le dotó de un número significativo de fortificaciones. En las últimas décadas, algunos de los proyectos inmobiliarios que se han desarrollado en las islas afectan el paisaje cultural que ofrecían esas antiguas estructuras patrimoniales (Figura 3).

Cartagena de Indias, desde el paisaje

La ciudad tiene elementos que conjugan medio natural y artificial. El territorio y espacio urbano formado por: fortificaciones, un conjunto urbano armonioso, el puerto, el mar y sus cuerpos de agua, así como un sistema orográfico de lomas y cerros, dan como resultado un conjunto de paisajes singulares.

Así también el sistema hídrico conformado por grandes cuerpos de agua: su extensa bahía externa e interna, así como una serie de caños y lagunas (del Cabrero, San Lázaro y La Quinta) que circundan el centro histórico, actúan como si fueran fosos húmedos⁶ (recurso que fue aprovechado como estrategia defensiva militar). Los cuerpos de agua que separan la ciudad fundacional o centro histórico de tierra firme o área continental y la gran Ciénega de la Virgen, al costado sur oriental de la ciudad y a espaldas del cerro de La Popa, conectan por extremos distintos (noroccidente y nororienté) con el mar Caribe.

Este sistema y su geomorfología constituye un paisaje de indudables atributos, no sólo estéticos,

5. Forma que consiguen develar los ecosistemas, ya sean predominantemente naturales o culturales, para conservarlos, manejarlos bien y acentuar su belleza; surge de su propia naturaleza e identidad.
 6. Excavación profunda con agua que circunda la fortaleza con el fin de crear una barrera contra ataques a las murallas perimetrales de una fortificación.
 7. Máxima altura topográfica de Cartagena de Indias, denominado así por los españoles dada la similitud que le vieron a la cima con la “popa” de una galera invertida.
 8. Fuerte o “Castillo” San Felipe de Barajas, imponente fortificación emplazada sobre el cerro de San Lázaro, constituida por un total de seis baterías colaterales y un bonete en su parte superior (47 m). Contaba con 63 canchales y fue construido entre 1630-1774.



Figura 4. Aerofotografía del centro histórico y sector del colegio de La Salle y alrededores junto con la Popa y el Castillo San Felipe de Barajas, constituyen un paisaje natural, cultural y urbano de gran significación para los cartageneros (IGAC, 2016).

naturales o patrimoniales, sino también culturales e históricos (Figura 4).

Otro elemento, el sistema orográfico de Cartagena formado por un grupo de montañas, lomas y serranías del denominado cerro de la Popa,⁷ no sólo ofreció, en tiempos pasados, la posibilidad de emplazamiento de fortalezas artilladas en sus faldas o cimas (las baterías militares de San Carlos, San Juan y de la Popa, 1798), sino también la presencia de edificios religiosos (la iglesia y convento de la Virgen de la Candelaria, 1608, patrona de Cartagena). Como parte del sistema orográfico, en unas colinas que se desprenden de sus faldas en dirección noroccidental, paralelas a los cuerpos de agua citados y al cerro de San Lázaro, se encuentra emplazada una de las fortalezas más imponentes que dejó la corona española en América, el Fuerte San Felipe de Barajas.⁸

El centro histórico, desde lo bio ambiental

La ciudad tiene un abrumante clima cálido húmedo con temperaturas que oscilan entre 23° y 33° C, sin grandes variaciones estacionales. Para mitigar estas temperaturas se cuenta con una brisa suave y fuerte, que el patrón urbano arquitectónico colonial aprovechó para propiciar condiciones más agradables, gracias al aporte bio ambiental de ciertos elementos formales. Elementos tan vitales como calles estrechas que conducen los vientos y plazas que se articulan entre sí gracias al uso de portales, es una gran fórmula para lograr una verdadera adaptabilidad al medio. Modelo o patrón urbanístico colonial del que podemos aprender, no sólo su importancia, sino su aplicación, incluso en actuaciones contemporáneas en otros lugares diferentes al centro histórico (Figura 5).

Queda explícita la función bio ambiental de los portales actuando como elementos protectores del sol y corredores de ventilación natural, que como conectores urbanos permiten, a través de pórticos con arcos de medio punto, acceder a edificios a nivel de la primera planta, a la vez que articulan visual y físicamente las plazas con las calles adyacentes. Del centro histórico podemos citar el Portal de los Dulces localizado en la Plaza de los Coches,⁹ así como la Plaza de la Aduana,

contigua a la de los Coches, que está paramentada en su configuración triangular por la Alcaldía Distrital y otras edificaciones de importancia como la casa del Márquez de Premio Real y la desaparecida casa de la Isla (antigua Real Contratación, hoy edificio Andian¹⁰), tanto la Alcaldía como el Andian, mantienen el lenguaje del pórtico en primera planta (Figuras 6 y 7).

Los portales

El uso de portales, además de enfatizar el acceso a los edificios en su primera planta y permitir la libre circulación de la gente, también genera continuidad visual y física a calles y plazas favoreciendo la movilidad peatonal y sirviendo de cobijo para guarecer a la población de los rigores del clima (asoleamiento y lluvias).

El Portal de los Dulces presenta un comportamiento térmico y bioclimático de primer orden por permitir el flujo de las brisas que corren desde la calle de las Carretas, vía que le antecede, que se conecta física y visualmente con este elemento, y proveer de sombras al peatón (Figura 8).

Los portales de la Alcaldía, del edificio Andian y del Portal de los Moros, son los únicos elementos arquitectónicos que le permiten al transeúnte protegerse de las condiciones climáticas, a la vez que estos últimos permiten el flujo de brisas provenientes de la calle de la Amargura (Figura 9).

En los casos anteriores resaltan las condiciones particulares del urbanismo colonial, que se caracteriza precisamente por esa intercomunicación de plazas y calles orientadas de forma que los vientos predominantes (noreste) entren, fluyan y circulen por sus calles, convirtiéndose en verdaderos “túneles” de viento que dadas sus dimensiones (angostas, largas y cortas), al concatenarse “orgánicamente” con los espacios abiertos (plazas), por efecto Ventury¹¹ genera un aumento de la velocidad del viento, lo que permite que éste penetre y ventile los espacios logrando condiciones agradables para la estancia (Figura 10). Este proceso también adquiere validez cuando el modelo urbano se articula con la arquitectura en relación con los balcones de sus fachadas exteriores y sus patios, traspatios y pasajes¹² de sus interiores.

Actualmente, el pavimento rígido (concreto), usado en la gran mayoría de las calles y plazas, reduce el

9. Esta plaza es el espacio público que preside el acceso a la ciudad vieja. Se localiza detrás de la Torre del Reloj Público, hito de la arquitectura colonial cartagenera que aún enmarca el antiguo acceso a la ciudad fundacional.

10. Primer edificio o “rascacielos” de Cartagena, construido con estructura metálica en 1929 bajo los preceptos de la “Escuela de Chicago”, considerado como el primer edificio moderno de Colombia.

11. Fenómeno que se produce cuando el estrechamiento del espacio entre edificios genera un aumento de la velocidad del viento, fue planteado por Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

12. Pasajes urbanos. Espacio arquitectónico que hace parte de uno o más predios, que tiene la particularidad de intercomunicar físicamente, a nivel de primera planta, las calles que lo paramentan en su frente y fondo.



Figura 5. Plano centro histórico de Cartagena de Indias que ilustra la localización de las Plazas de los Cochés y de La Aduana, así como del sector comercial, financiero y residencial de La Matuna, y el tradicional e histórico barrio de Getsemaní, dentro de la estructura urbana del centro histórico (Ricardo Zabaleta P).



Figura 6. Plaza de la Aduana, localización en plano, vista aerofoto gráica y panorámicas antes de la intervención que cambió su pavimento (Plano: Ricardo Zabaleta; Plaza de la Aduana: render Plan Revitalización centro histórico, Arq. Alberto Samudio T, 2010; aerofotografía Plaza Aduana: Google Earth y fotografía aérea misma plaza: IPCC, 2019).



Figura 7. Plaza de los Cochés-Portal de los Dulces. Plano centro histórico y Plaza de los Cochés (Ricardo Zabaleta, 2018). Plaza de los Cochés (ipcc, 2018).



Figura 8. Portales centro histórico de Cartagena de Indias (Ricardo Zabaleta P., 2010).



Figura 9. Plano de 1735, ilustra los portales (con puntos) de las plazas de la Aduana, Coches y Plaza Mayor (Parque Bolívar) (Biblioteca Nacional de España) (Ricardo Zabaleta, 2010).



Figura 10. Plano ilustrativo de vientos predominantes. Estructura urbana y predial centro histórico de Cartagena de Indias (Ricardo Zabaleta P.).

confort ambiental debido a la combinación de factores como la absorción de la radiación solar, la generación de calor y el incremento de la humedad relativa del ambiente. Durante la colonia las condiciones deben haber sido mejores, cuando no existía pavimentación en las vías.

Para lograr una adaptación estratégica y funcional a las condiciones bio ambientales y climáticas de su territorio, en la arquitectura de las casas y edificios principales se adoptó una serie de elementos, como son: muros gruesos (sistema murario), balcones y tribunas, grandes alturas espaciales, cubiertas altas, grandes patios, vanos correlacionados con aperturas ubicadas acorde a los vientos; por tanto, las tipologías arquitectónicas resultantes, producto del análisis, adaptación al medio y experiencia de sus diseñadores y constructores, son ahora materia de estudio, lecciones del pasado para ser tenidas en cuenta al momento de intervenirlas patrimonialmente y no acudir a confort artificiales (Figura 11).

La arquitectura cartagenera, en particular su esquema de distribución espacial en torno a patios provistos de buena arborización, establece una relación armónica con el urbanismo, haciendo evidente que hubo una visión integral del territorio, logrando una acertada relación entre el medio ambiente natural, humano y el construido. Es esta peculiaridad la que caracterizó, no sólo el urbanismo de la ciudad vieja, sino la adecuación de su conjunto edilicio con el medio. La villa colonial se adaptó a su entorno natural y lo incorporó a su desarrollo, destacando su relación con el agua y la apropiación del paisaje natural, propiciando un paisaje cultural propio. En el periodo colonial, se puede afirmar que Cartagena de Indias era sustentable ambientalmente, lo que sin duda contribuyó a su consolidación y éxito como ciudad puerto, productiva y comercial.

Desafortunadamente, hoy apreciamos como la dinámica de nuevos procesos y tecnologías ajenas a estos



Figura 11. Planos e imágenes de Casa Santos de Piedra, distribución espacial, corte y fachada principal (Ricardo Zabaleta Puello, 2008).

principios, han transformado los modelos y tipologías originales, tanto en su urbanismo como en su arquitectura, generando un paisaje urbano y calidad de vida diferentes, con grandes variaciones y pérdidas en lo que toca a las condiciones ambientales.

Conflictos y potencialidades

A continuación, se señalan algunas de los conflictos a los que se enfrenta la ciudad histórica.

Conflictos desde la ecoforma-ambientales

- Nivel urbano: tráfico vehicular y emisión de gases que contribuyen a la pátina del tiempo en las superficies o recubrimientos de los edificios y murallas, además de generar conflictos con la circulación peatonal. También en este rubro se destaca el ingreso de Transcaribe (sistema masivo de transporte público) al centro histórico, así como la basura, las aguas estancadas, la falta de arborización, la contaminación visual y auditiva y un inadecuado uso de materiales (concreto) en los pavimentos de los espacios públicos.
- Nivel arquitectónico: mala intervención en edificaciones que alteran no sólo la lectura de los espacios, sino las condiciones bioclimáticas bajo las cuales los saberes tradicionales de la época virreinal se adaptaban al medio, lo cual incluye el cambio de tipologías y la pavimentación de los patios internos.
- Nivel natural: mal uso del paisaje natural y cultural. Afectación en algunos sectores de los cuerpos de agua, contaminándolos con basura y desperdicios. También, otro factor que afecta negativamente, es el desarrollo de proyectos inmobiliarios en altura en entornos patrimoniales, interrumpiendo y alterando visualmente los paisajes de la ciudad.
- Nivel patrimonial: desconocimiento, por parte de instituciones y de profesionales de la restauración, del comportamiento bio ambiental de los elementos del lenguaje formal de la arquitectura y urbanismo patrimonial del centro histórico, además de poner en conflicto los conceptos de

conservación y visualización del monumento desde condiciones de confort ambiental.

Conflictos desde la socio forma¹³

Invalidación, por parte de la comunidad, de los espacios urbanos, debido a la falta de arborización y una intervención adecuada. Mal uso de las áreas públicas y naturales (principalmente en algunos sectores de la muralla y parques urbanos). Deshumanización de los espacios públicos del centro histórico por la no incorporación de árboles y zonas verdes.

Conflictos desde la forma de gestión

Desde lo institucional: escaso conocimiento y nula existencia de documentación científica (indicadores, información cuantitativa y cualitativa) de las condiciones bioclimáticas bajo las cuales actúan materiales, sistemas y espacios de las edificaciones y espacios públicos.

Desde lo profesional-intervenciones: desconocimiento, por parte de algunos profesionales, de las condiciones y comportamiento bioclimático de materiales, sistemas y espacios de las edificaciones y ámbitos públicos urbanos. No aplicación de la reglamentación vigente en algunas intervenciones, así como el nulo respeto de las estructuras urbanas espaciales de edificaciones, plazas, calles, parques y ámbitos naturales de la periferia del centro histórico y cordón amurallado, durante su intervención. Existencia de diversos intereses particulares sobre la valoración del patrimonio arquitectónico y urbano.

Potencialidades

Toda ciudad, a partir de su patrimonio arquitectónico, urbanístico y de paisaje posee una serie de posibilidades de desarrollo que se traducen en potencialidades en la medida que características, estilos y la historia misma le permitan. En el caso del centro histórico de Cartagena de Indias, las potencialidades se centran en los siguientes aspectos:

- Desde lo bio ambiental de las edificaciones y espacio público: en relación con la arquitectura y el urbanismo, tiene que ver con todos y cada uno de los elementos que los constituyen y que registran un comportamiento bio ambiental óptimo en las

¹³. Entendida como la forma que adopta el territorio a partir de factores o aspectos sociales, presente siempre en los espacios públicos del centro histórico.

edificaciones, como son: balcones, patios, muros, alturas, cubiertas, materiales, etc., y a nivel urbano: calles, plazas, parques y fortificaciones, que han demostrado, con el paso del tiempo, su aplicabilidad y funcionalidad.

- Desde lo bio climático: es indudable que, a pesar del clima cálido húmedo, es muy cierto que la fresca brisa del mar Caribe se conduce a través de sus calles, y que con las edificaciones que las paramentan, actúan como túneles o canales que conducen los vientos alisios del norte al interior del recinto, ayudados también por el trazado urbano y la disposición de las calles principales en relación con la dirección de los vientos.
- Respecto al paisaje: el centro histórico se encuentra inmerso en un ambiente caribeño, en el escenario de una arquitectura y un urbanismo colonial en cuyos espacios hace presencia viva la cultura cartagenera, es decir, el sentir, las costumbres, tradiciones, formas de comportamiento y expresión, generando con ello un paisaje urbano, cultural e histórico singular. Lamentablemente algunas de estas expresiones y espacios se han transformado o han desaparecido (Revellín del Cabrero, Revellín de la Media Luna, batería¹⁴ de Mas y de Crespo por citar algunos).
- Recuperar elementos deteriorados o desaparecidos del medio ambiente urbano considerados como sitios o bienes históricos culturales, bajo técnicas tradicionales o con el empleo de tecnología moderna al servicio del patrimonio, constituirán a futuro reforzar un potencial ya existente en el paisaje actual, también permitirá recuperar parte de la memoria histórica, urbana y paisajística que algún día tuvieron algunos sectores patrimoniales del centro histórico y área de influencia, todo esto bajo principios y condiciones de confort ambiental.

Consideraciones finales

En la actualidad, las inadecuadas o desafortunadas intervenciones o rehabilitaciones de inmuebles y espacios públicos en el centro histórico de Cartagena (buscando

mayores “comodidades” en unos casos y rentabilidad en otros), no contemplan en sus estudios, diagnósticos y formulación de propuestas, el componente paisajístico y ambiental que establezca la importancia de las determinantes físicas y la bioclimática que imponen la arquitectura y el urbanismo de esta zona de la ciudad.

Algunos proyectos de intervención realizados presentan deficiencias conceptuales y carencia de contextualización urbana y ambiental, produciendo malas inserciones en los sistemas de distribución espacial de los inmuebles, alterando con ello la unidad y coherencia ambiental del conjunto, así como la adaptación del espacio urbano a las condiciones climáticas actuales. Esto tiene como consecuencia un centro histórico que ve afectado el lenguaje original de sus inmuebles y de su espacio público (“esterilización del paisaje”), perturbando la vitalidad para la cual fueron creados.

La falta de sustentabilidad ambiental del centro histórico de Cartagena de Indias radica en que no se está propiciando un equilibrio entre los sistemas que interactúan y dan vida urbana y ambiental al conjunto general de edificaciones, espacios públicos y paisajes que lo conforman. Caso especial es la pérdida de confort ambiental que debe brindar una ciudad como Cartagena de Indias, en donde las condiciones de extremo calor y humedad, no permiten a determinadas horas del día disfrutar la belleza de su patrimonio urbano y arquitectónico.

La actuación y apropiación de la población residente y los turistas sobre el espacio urbano y edificado del centro histórico, genera conflictos de diversa índole y en algunos casos prácticas inadecuadas; nos referimos a la acción particular de la confortabilidad que debe brindar un ambiente al momento de ser observado, contemplado y disfrutado, con el fin de crear condiciones para un ambiente sano y armónico y en un constante equilibrio entre sociedad, naturaleza y medio. Es deseable crear conciencia en las autoridades, instituciones públicas y privadas, así como de quienes intervienen el espacio público, negocian y comercializan los bienes inmuebles en el centro histórico, para actuar positivamente ante la adaptación a un clima y la conservación de los bienes patrimoniales respecto a sus valores, pero acondicionados al momento actual.

14. Batería es un emplazamiento de artillería que puede contar con cualquier número de cañones, se adapta a cualquier terreno, está exenta de los rígidos principios de la obra abaluartada y asimila infinidad de trazos y tamaños. Con relación a la batería de Crespo, en la construcción de un túnel vial moderno que bordea la playa de ese lugar, fueron descubiertos sus cimientos.

De igual manera, es importante hacer referencia a algunas consideraciones sobre la inherencia del paisaje cultural en un contexto determinado, donde la presencia humana en todo tiempo y lugar deja su huella como testimonio de su pensamiento, generando con ello imagen y memoria urbana, así como constructos sociales. Por eso se hace necesario abordar el futuro de esta ciudad incorporando el paisaje como elemento fundamental para mejorar la calidad de vida, la humanización de sus espacios y el bienestar económico.

Una ciudad que cuida e incorpora en sus acciones urbano-arquitectónicas, su paisaje, se define y se muestra como un lugar atractivo para vivir, trabajar, invertir, admirar sus monumentos, hacer turismo y disfrutar, pero ante todo de manera confortable con las condiciones climáticas del lugar.

Poner en valor los atributos bio ambientales de las edificaciones y espacio público del centro histórico de Cartagena de Indias, es una tarea que ya se ha iniciado con la participación de diferentes actores e instituciones. A la fecha, se han podido concretar algunos esfuerzos e inquietudes. Desde instituciones académicas y del gobierno local, se han tenido aportes

y se han sentado las bases para posteriores trabajos. Así, actualmente se cuenta con una importante base de datos que registra las mediciones ambientales de diversos espacios públicos del centro histórico y de múltiples edificios patrimoniales. Con esta información se han podido elaborar recomendaciones para los procesos de intervención, los cuales tienen aplicación profesional en pro de la conservación de sitios y edificios y su puesta en valor desde la dimensión bio ambiental.

Asimismo, se han ofrecido cursos y actividades académicas orientadas a formar a futuros arquitectos con conciencia, no sólo patrimonial, sino en la aplicación correcta de los atributos bio ambientales que están implícitos en los inmuebles, espacios públicos y paisaje del centro histórico.

Finalmente, el Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena (IPCC) y su Comité Técnico de Patrimonio, así como el Concejo Distrital de Cultura, han tenido un papel importante en estos procesos, sobre todo en la difusión de información relativa a diversos estudios sobre el tema. Hoy esta información hace parte de los documentos del Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) del centro histórico de Cartagena de Indias.

Bibliografía

- Bazant, J. (2008), *Espacios Urbanos. Historia, Teoría y Diseño*, México, Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores.
- Bossa Herazo, Donaldo (2002), *Nomenclátor cartagenero*, Casa Editorial, 2da Edición, Cartagena de Indias, Colombia.
- Dorta Marco, Enrique (1960), *Cartagena de Indias puerto y plaza fuerte*, Talleres Graficas Cóndor, S.A., Madrid España.
- Redondo Gómez, Maruja (2004), *Cartagena de Indias, cinco siglos de evolución urbanística*, Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano, Seccional del Caribe, Facultad de Arquitectura, Bogotá D.C., Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2016). www.igac.gov.co
- Instituto Colombiano de Cultura (Colcultura). (1987). *Normas Mínimas para la Conservación de los Bienes Culturales*, Editora Escala, Bogotá D.C. Colombia.
- Pesci, Rubén, Pérez, Jorge, Pesci, Lucía (2007), "Proyectar la sustentabilidad", en *Enfoque y Metodología de FLACAM para proyectar la sustentabilidad*, Editorial CEPA, La Plata, Argentina.
- Reglamento del Patrimonio Inmueble de Cartagena de Indias (1991-2010), Decreto No. 0977 de 2001, POT, Cartagena de Indias, Colombia.
- Salcedo Salcedo, Jaime (1996), *Urbanismo hispanoamericano siglos XVI, XVII y XVIII*, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño, Centro Editorial Javeriano, Bogotá D.C., Colombia.
- Secretaría de Planeación Distrital (2012), *Estudio de Mitigación del cambio climático en Cartagena de Indias*.
- Servicio Histórico Militar, Servicio Geográfico del Ejército, Cartografía y Relaciones Históricas de Ultramar (1980, Tomo V, Madrid, España.
- Zabaleta Puello, Ricardo, Sandoval Duque, Jorge, (2004). "Cartagena su historia y sus monumentos", CD., Interactivo, Cartagena de Indias, Colombia.
- — — — —, (2013), "La puesta en valor de los atributos bio ambientales y paisajísticos del centro histórico de Cartagena de Indias, Colombia, Tesis de Maestría en Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional de Lanús, Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales (FLACAM), La Plata Argentina.



ARQUITECTURA



Criterios bioclimáticos y sustentables en la arquitectura moderna

—
 Víctor Fuentes Freixanet

PALABRAS CLAVE:

arquitectura moderna, arquitectura bioclimática, sustentabilidad, movimiento moderno, criterios bioclimáticos

KEYWORDS:

modern architecture, bioclimatic architecture, sustainability, modern movement, bioclimatic criteria

—
RESUMEN

El texto muestra las premisas y conceptos de diseño que se dieron en la arquitectura moderna. El movimiento surgió como un rompimiento con las expresiones arquitectónicas de principios del siglo XX y en respuesta a la gran demanda de vivienda social en Europa durante las etapas de guerras y posguerras.

Esta arquitectura ha sido ampliamente estudiada, por ello el enfoque es a partir de los conceptos bioclimáticos y de sustentabilidad que los principales exponentes de este movimiento abordaron o ignoraron en sus obras. Aunque este movimiento arquitectónico suele circunscribirse al periodo histórico entre las dos guerras mundiales, aquí se extiende en función de la obra producida por los principales exponentes y algunos de sus seguidores.

No se pretende dar respuesta a todas las preguntas que pueden surgir a partir de los conceptos bioclimáticos y sustentables, sino simplemente apuntar los elementos básicos considerados. Es a partir de ellos que se abren varias líneas de investigación futura.

ABSTRACT

The purpose of this document is to present, in a brief way, the premises and design concepts that were given in modern architecture. The emergence of this movement occurred as a break with the architectural expressions of the early twentieth century, and in response to the great demand for social housing in Europe during the stages of wars and post-wars. This period of the history of architecture is widely studied, so the approach in this paper is based on the bioclimatic and sustainability concepts that the main exponents of this movement considered or ignored in their works and under what premises they were given.

Although this architectural movement is usually circumscribed to the historical period between the two World Wars, it extends here according to the work produced by the main exponents and some of their followers. It is not intended to answer all the questions that may arise from bioclimatic and sustainable concepts, but simply to point out the basic elements considered. It is from them that several lines of future research are opened.

—
 Universidad Autónoma Metropolitana-
 Azcapotzalco
 ffva@correo.azc.uam.mx

Introducción

En la actualidad el término de arquitectura moderna es un tanto ambiguo, ya que lo moderno, contemporáneo o actual son conceptos poco definidos que dependen del momento en que se usan. Históricamente la arquitectura moderna se sitúa entre 1914 y 1945, es decir, la arquitectura que se presentó entre las dos guerras mundiales. La arquitectura contemporánea abarca entonces el periodo posterior, a partir de 1945 hasta nuestros días. Sin embargo, es difícil establecer estos límites cronológicos fijos, por un lado, porque los principales exponentes que participaron en el movimiento moderno desarrollaron su actividad desde antes del inicio de la primera guerra y hasta después del final de la segunda; por otro lado, porque dentro de estos periodos no hubo sólo una tendencia sino varias y diversas expresiones arquitectónicas, incluso divergentes, que se mueven sobre la línea de tiempo fuera del periodo definido.

La arquitectura moderna surge como una actitud de protesta ante las expresiones eclécticas que se venían dando a finales del siglo XIX, como las corrientes historicistas, eclécticas y el Art Nouveau:

A finales del siglo XIX, la burguesía, sintiéndose amenazada a nivel político, se refugió en el mundo de ensueño de la decoración... El auge de la decoración aparece como un autoengaño de la burguesía a la vista de la responsabilidad por

las convulsiones sociales que eran fácilmente adivinables y su alcance difícilmente presumible” (Gössel, 2001).

En este sentido la arquitectura moderna podría definirse como una arquitectura revolucionaria que cuestiona los paradigmas existentes y hace planteamientos distintos. Richards (1940) expresa que los arquitectos de aquella época entendían que: “la arquitectura es un arte social relacionado con la vida de las personas a las que sirve y no un ejercicio académico en la aplicación ornamental”. Pero en este sentido también dice enfáticamente que la arquitectura moderna:

[...] no es una moda de construir en concreto, ni es funcionalismo. Es simplemente, como toda buena arquitectura, el producto honesto de la ciencia y el arte. Su objetivo es relacionar los métodos de construcción lo más cerca posible de las necesidades reales. De hecho, no es más ni menos que el equivalente exacto de la arquitectura que floreció en el pasado, pero que cayó en decadencia en el último siglo debido a arquitectos que han perdido el contacto con la vida y olvidaron para que realmente es la arquitectura.

A principios del siglo XX, sobre todo Inglaterra, Francia y Alemania, eran las principales ciudades y tenían una sobrepoblación debido a la industrialización. Las viviendas eran escasas y de muy mala calidad (Figura 1 y 2). Según la Unesco: “Poco antes de la Primera



Figura 1. Ciudad minera de Essen, Alemania vista general de la ciudad (commons.wikimedia.org/wiki/File:Essen_a54_v_Stadtpanorama-1890.jpg).



Figura 2. Fábrica fundidora de acero Krupp 1910-1920. Essen, Alemania (vikinglifeblog.wordpress.com/2017/02/02/something-very-germanic/).



Figura 3. Ciudad Jardín de Falkenberg (1913-1916), Alemania, Arq. Bruno Taut Gertrud.K. (www.flickrriver.com/photos/gertruck/7689828242/).



Figura 4. Ciudad Jardín de Falkenberg (1913-1916), Alemania, Arq. Bruno Taut, UNESCO World Heritage Site in Berlin (housingstates.wordpress.com/seite-2/gartenstadt-falkenberg/).

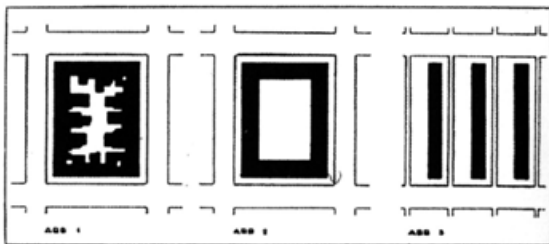


Figura 5. Walter Gropius (1929). Das Neue Berlin, "Vom Block Zur Zeile". Del bloque a la línea (representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html).

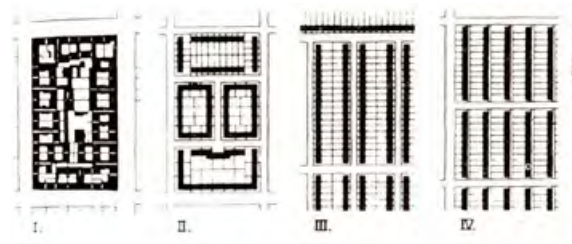


Figura 6. Ernst May (1930). Das Neue Frankfurt, Four Stages in German Block-Planning "Zeilenbau Plan is stage IV (Denzer, Antony, 2014).

Guerra Mundial, el 90% de la población de Berlín vivía en viviendas en edificios de cuatro o cinco pisos. Casi la mitad de los apartamentos estaban ubicados en la parte trasera y nueve de cada diez apartamentos no tenían baño" (Unesco, 2008).

Ante toda esta problemática, se planteó un nuevo paradigma en el urbanismo y la arquitectura de vivienda social impulsado por el gobierno de Berlín ante la escasez de vivienda. Una de las primeras propuestas o iniciativas fue la ciudad jardín de Falkenberg diseñada por el arquitecto Bruno Taut, identificado como parte del movimiento expresionista alemán e influenciado urbanísticamente por la "Ciudad Jardín" del arquitecto inglés Ebenezer Howard (1898). Falkenberg fue construida entre 1913 y 1916. Su diseño consistió en casas adosadas alineadas, con mucho colorido que nadie había considerado usar hasta ese entonces, por lo que se le denominó popularmente como "caja de pintura" (Figuras 3 y 4).

Este concepto de edificios alineados fue retomado de algunos arquitectos de las nuevas teorías urbanas

que empezaban a surgir. En 1920 el arquitecto Ludwig Hilberseimer (1920) propuso altos edificios alineados con división de funciones articuladas por medio de circulaciones verticales y horizontales, incluso en varios niveles. En junio de 1928 se fundó en Suiza el "Congreso Internacional de Arquitectura Moderna" (CIAM), integrado por un grupo de importantes arquitectos de toda Europa. Fue una asociación que tuvo una gran influencia en el urbanismo y la arquitectura europea y de todo el mundo; en sus sesiones se abordaban temas de distinta índole y escala, desde la vivienda hasta la conformación de las grandes ciudades. Walter Gropius presentó en 1929 su esquema "vom block zur zeile", de edificios en bloque a edificios alineados, esquema que fue retomado por Ernst May (1930) quien agregó pasos intermedios entre la manzana tradicional y los edificios en línea.

Gropius sostenía que los edificios de gran altura (entre diez y doce niveles) eran los más adecuados y estarían mejor ubicados en los centros urbanos donde

se concentraba la mayoría de la población y los centros de trabajo; la vivienda de baja altura (uno o dos niveles) era conveniente para las zonas suburbanas tranquilas, mientras que los edificios de mediana altura no eran muy adecuados, aunque la ciudad necesitaba de una combinación de todos ellos. Esto lo justifica por medio de un esquema de “comparación económica”, de edificios de baja, media y gran altura donde la densidad de edificación está en función de la altura y separación de los edificios a partir de cierto ángulo de “asoleamiento”. En el esquema de la Figura 5 la separación de todos los bloques se determina con un ángulo de 30°, sin embargo, no se especifica a qué hace referencia este ángulo, ya que tampoco hay referencia a ninguna orientación. Berlín está ubicado en la latitud 52.52° N, por lo que el ángulo de altura solar al medio día de invierno es aproximadamente de 14°.

En el esquema de la Figura 6, Gropius presenta el mismo estudio de separación de edificios, pero utiliza distintos ángulos para determinar la separación. En las edificaciones de 7 metros de altura mantiene el ángulo de 30° y lo va reduciendo hasta llegar a un ángulo de 17° 50' en los edificios de 31 metros de altura. Del mismo modo, no queda claro el porqué de estos ángulos ni la orientación de los edificios. Aparentemente es en primera instancia una relación en función de la densidad de la edificación para el mejor uso del suelo,

aunque Gropius si menciona que con este esquema habría mejor asoleamiento (Figura 7 y 8).

Desde luego que un buen asoleamiento está dado por la separación de los edificios, pero también por una buena orientación. La mayoría de los nuevos proyectos bajo este esquema de “Zeilenbau-muster” o patrón de construcción lineal se orientaban con sus fachadas hacia el este y oeste, es decir, con su eje longitudinal sobre el eje norte-sur (o cercano a éste). Bajo los principios de la arquitectura bioclimática actual parecería un error, pero en aquella época las directrices establecían esta orientación como la más adecuada. Ciertamente hubo muchos debates al respecto de la orientación. En 1930, Walter Schuagenscheidt llevó a cabo estudios al respecto concluyendo que la mejor orientación para los proyectos tipo “Zeilenbau” era ubicando el eje longitudinal nornoroeste-sursureste, es decir, con un giro de 22.5° respecto del eje norte sur (Denzer, 2014).

Catherine Bauer (1934) lo describe de la siguiente manera:

[...] los funcionarios de vivienda de Frankfurt desarrollaron un elaborado conjunto de diagramas al comienzo de su trabajo de vivienda y sus conclusiones fueron ampliamente adoptadas en todo el país. Sus cálculos se basaron en una vivienda de primer piso (PB) de un edificio abierto lineal de cuatro pisos, considerando edificios similares paralelos a

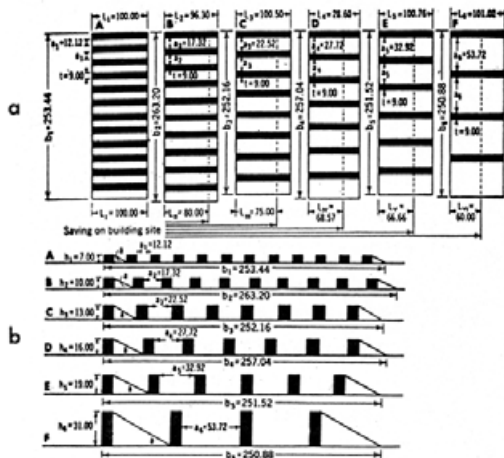


Figura 7. Walter Gropius (1929). Estudio de separación de edificios (www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552014000100002).

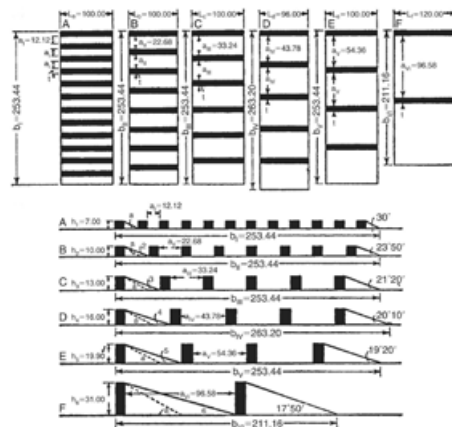


Figura 8. Walter Gropius (1929). Estudio solar y separación de edificios (representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html).

ambos lados con una separación de ciento cincuenta pies de distancia (45.72 m). El objetivo era encontrar la orientación de las filas de edificios que proveyera el máximo de luz solar (sunlight) para todas las habitaciones en invierno y en primavera (el sol no es muy deseado en verano). El óptimo resultado científico para la ubicación geográfica de Frankfurt fue una orientación de la fila de edificios nornoroeste sur-sureste. Las salas de estar y cocinas se ubican hacia el oeste mientras que los dormitorios y baños, tanto como sea posible, su ubican hacia el este.

Los dormitorios se ubicaban al este para que las personas se despertaran teniendo el sol de la mañana y que al regresar de trabajar ocuparan la sala de estar con sol. Este esquema se ve claramente en Dammerstock, un desarrollo habitacional en la ciudad de Karlsruhe, Alemania. El proyecto urbano es el resultado de un concurso que ganó Walter Gropius, el segundo lugar lo obtuvo Otto Haesler. Entre ellos dos desarrollaron el plan maestro urbano, mientras que de los proyectos arquitectónicos de los edificios se encargaron a varios arquitectos; Gropius y Haesler desarrollaron también algunos edificios. Como se puede apreciar en la Figura 9, el proyecto está orientado de acuerdo con el *Zeilenbau-muster*. Un aspecto importante de este esquema es que se trata de que el acceso a los edificios no dé directamente a circulaciones vehiculares sino a través de circulaciones peatonales paralelas a los edificios. En la Figura 9 se observa que sólo hay dos vialidades vehiculares perpendiculares en sentido este oeste, y con líneas delgadas se observan los andadores ajardinados entre los edificios.

El edificio de la esquina superior derecha fue diseñado por Heasler. En las Figuras 10 a y b, se muestra la planta tipo y una fotografía de la fachada oeste. Aquí se aprecia el concepto de orientación y ubicación de espacios establecidos.

Las principales características de *Zeilenbau* se pueden resumir en (Poerschke, 2015):

- Orientación de las habitaciones hacia el este y oeste.
- Las filas de edificios con la misma separación.
- El acceso a los edificios se hace a través de andadores peatonales.
- Las circulaciones vehiculares principales se dan de forma perpendicular a las filas de edificios.



Figura 9. Dammerstock, plan urbano desarrollado por Gropius y Heasler en 1929 (es.wikiarquitectura.com/edificio/colonia-dammerstock).

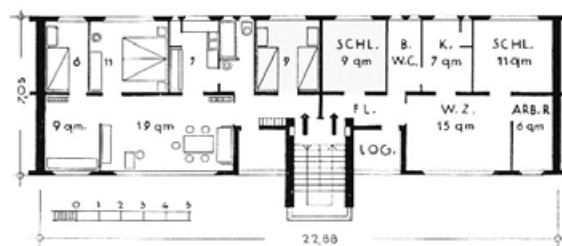


Figura 10a. Otto Haesler. Desarrollo habitacional Dammerstock, Karlsruhe, Alemania 1929 Planta (www.flickr.com/photos/rehabitar/4574669004).



Figura 10b. Otto Haesler. Desarrollo habitacional Dammerstock, Karlsruhe, Alemania 1929, fachada oeste (www.didierlaroche.org/20-germany-1900-1945?lightbox=datattem-iwnjxa0).

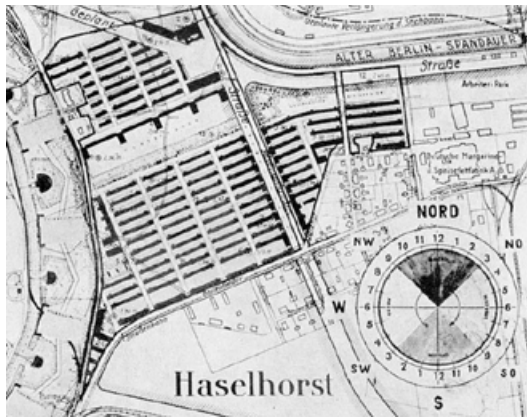


Figura 11. Concorso Haselhorst, plan urbano desarrollado por Konstanty Gutschow en 1929 (Poerschke, 2015).

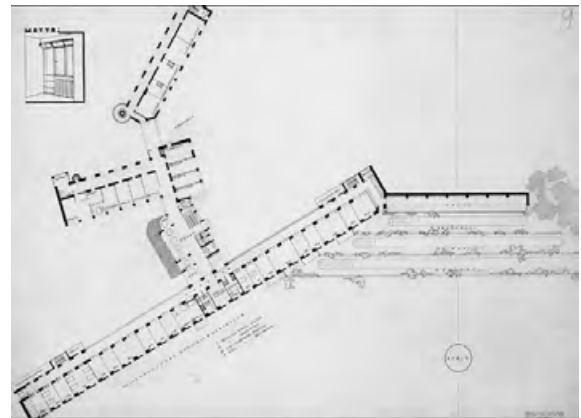


Figura 12. Planta del Sanatorio de Paimio, Finlandia, Alvar Aalto 1929-1933 (www.arqred.mx/blog/wp-content/uploads/2009/09/Picture-515.png).



Figura 13. Sanatorio de Paimio, Finlandia, Alvar Aalto 1929-1933, fachadas sur y sur sureste (Tim Ashley Photography: tashley1.zenfolio.com/blog/2012/7/the-24mm-pc-e).

Los principales argumentos para esta orientación son:

- Higiene: la vida higiénica para todas las clases fue una demanda importante en los años 20 y vinculada directamente con el diseño urbano.
- Ritmo solar diario: la luz solar debe entrar a los dormitorios orientados al este cuando la gente se despierta y en la sala de estar cuando la gente regresa del trabajo.
- Equidad social: la gente de todas las clases sociales debe tener igual acceso a la luz solar.
- Economía: los edificios y sus viviendas deben ser económicos.

- Valor estético: los edificios, zonas ajardinadas y las viviendas deben tener valor estético.

Desde luego hubo críticos de la orientación dada por el *Zeilenbau*. En el concurso del desarrollo "Haselhorst", Konstanty Gutschow presentó un proyecto con la orientación opuesta, este-oeste argumentando los beneficios de esta orientación (Figura 11), pero obtuvo el cuarto lugar, Gropius el primero.

En 1902 se llevó a cabo en Berlín la Primera Conferencia Internacional sobre Tuberculosis. Bajo la premisa de que esta enfermedad puede tratarse con

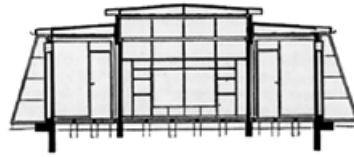
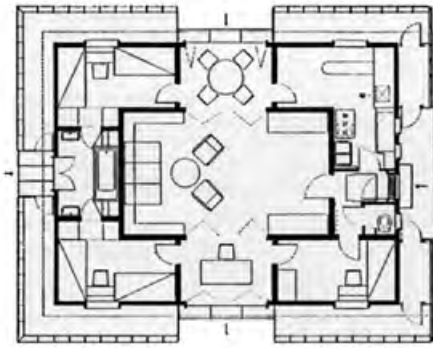


Figura 14a, b y c. La casa creciente de Martin Wagner para el concurso "Wachsende Haus" 1932

(klimagerechtesbauen.blogspot.mx/2013/12/licht-luft-und-sonne-das-wachsende-haus.html).

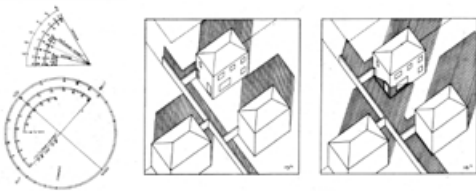


Figura 15. Alexander Klein 1934. Casa familiar estudio de asoleamiento y sombras (gráfica solar y detalle) (representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html).

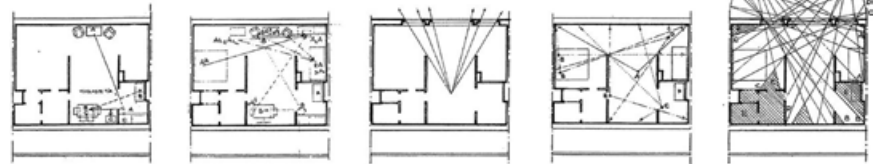


Figura 16. Alexander Klein 1934. Estudio de visuales y asoleamiento (penetración solar) (jsah.uccpress.edu/content/76/1/82).

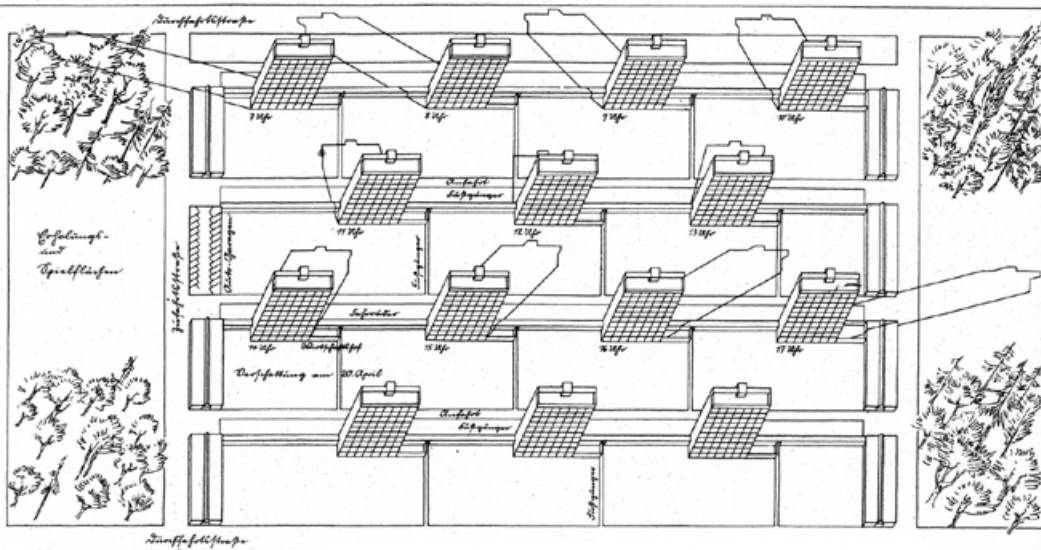


Figura 17. Walter Schwagenscheidt presenta un esquema para "Die Raumstadt" la ciudad espacial (representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html).

Helioterapia, en 1903 el Dr. Auguste Rollier fundó la primera clínica de Helioterapia en Leysin, Suiza. Estas nuevas clínicas buscaban una orientación sur, para el tratamiento de los pacientes. El proyecto del Sanatorio Paimio, Finlandia de Alvar Aalto 1929-1933, con una orientación sur sureste de las salas de camas y a su flanco las terrazas de helioterapia (Figuras 12 y 13).

Es posible que estas consideraciones de terapias utilizando los rayos solares tuvieran influencia en determinar la orientación sur de los edificios. En 1932 el gobierno de Berlín lanzó el concurso "Wachsende haus", la casa que crece, bajo la premisa *Luz, Aire y Sol para todos*. Muchos de

los proyectos presentados incluyeron invernaderos adosados como solución para el calentamiento de la casa, ese fue el caso del proyecto de Martin Wagner (Figuras 14a, b y c).

Alexander Klein, considerado por muchos como el pionero de la arquitectura bioclimática, fue juez del concurso de la casa creciente, después de evaluar los proyectos presentados de manera molesta dijo: "Ninguna luz, ninguna ventilación, ningún asoleamiento y ninguna casa para todos". Klein inicialmente apoyó la orientación este oeste de los espacios, pero después de hacer estudios gráficos detallados del funcionamiento de las viviendas, de su asoleamiento y penetración solar,



Figura 18. Walter Schwagenscheidt esquema conceptual inicial de "Die Nordweststadt" Elke Sohn. (www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01426390701449885).



Figura 19 a y 19b. Walter Schwagenscheidt esquema de vialidades vehiculares (izquierda) y peatonales (derecha) "Die Nordweststadt". Elke Sohn (www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01426390701449885).

consideró la orientación sur como la más favorable. También llevó a cabo estudios básicos de ventilación para Haifa, Israel (Jacobo, 2004) (Figuras 15 y 16).

En 1949, Walter Schwagenscheidt presentó un importante concepto de diseño urbano: "Die Raumstadt" la ciudad espacial. Esta es una época de reconstrucción, una vez terminada la Segunda Guerra Mundial. De su nuevo concepto de ciudad Schwagenscheidt escribió: "La característica de la nueva ciudad es la organización; orden, y todo en su lugar –en contraste con el caos de la ciudad vieja. En lugar de edificios a lo largo del frente de la calle se tienen un arreglo de edificios en terrazas y grupos espaciales". En la Figura 17 se muestra un estudio de sombras para edificios orientados al sur.

En 1964 Walter Schwagenscheidt y Tassilo Sittmann presentaron el plan para el nuevo poblado del noroeste de la ciudad de Frankfurt (Die Nordweststadt). Con ello se entró a un nuevo concepto "orgánico" rompiendo con los edificios alineados de la *Zeilenbau* y el diseño urbano empleado desde principios del siglo. En las Figuras 18, 19a y 19b puede apreciarse que a pesar del trazo urbano orgánico, los edificios están dispuestos ortogonalmente conforme a los ejes cardinales.

Revisión de algunos exponentes de la arquitectura moderna

El movimiento moderno en arquitectura empezó en Europa debido a las condicionantes económicas, sociales, logros tecnológicos y constructivos particulares de aquella época, pero principalmente por los destrozos de los enfrentamientos bélicos de las dos guerras mundiales y los procesos de reconstrucción. Se dio a través de propuestas de muchos arquitectos y urbanistas de diversas corrientes e ideas, la mayoría de veces encontradas, con

visiones propias de lo que demandaban las nuevas ciudades, tanto en sus planteamientos urbanos como en la arquitectura de vivienda social. Es difícil nombrar a todos ellos y ubicarlos de acuerdo con las corrientes y estilos, pues la mayoría fueron partícipes de varias propuestas. En las Tablas 1a y 1b, Figuras 20 y 21 se presenta un breve resumen que no pretende ser muy amplio sino sólo ubicar el contexto de lo que acontecía a principios del siglo xx.

Walter Gropius (1883-1969)

Arquitecto alemán, nació en Berlín el 18 de mayo de 1883 y murió en Boston, Massachussets, el 5 de julio de 1969. Uno de sus primeros proyectos fue la remodelación y ampliación de la fábrica Fagus en Alfeld, Alemania, en 1913, donde tuvo la oportunidad de experimentar con nuevas estructuras y grandes acristalamientos. En 1919 fundó la escuela de diseño Bauhaus primero en Weimar, pero en 1925 se trasladó a la ciudad de Dessau, ahí es donde Gropius diseñó el famoso edificio de la Bauhaus (Figura 22), con un gran acristalamiento tipo "cortina" en la fachada oeste, que gira en la esquina sobre la fachada sur. Este edificio ícono de la arquitectura moderna, tuvo grandes problemas térmicos, debido a las ganancias y pérdidas de calor que se presentaban en la fachada, además de problemas de privacidad por la transparencia que ofrecía, para Sennott:

Sin embargo, las realidades derivadas del diseño crearon sus propios problemas dentro del edificio: calentamiento insuficiente e ineficiente, grandes ganancias y pérdidas de calor a través de los grandes acristalamientos sin protección y sin aislamiento de las fachadas de vidrio; y una falta de privacidad... el historiador de arte Rudolf Arnheim reveló inadvertidamente una falta de privacidad: "Al mirar a través de los grandes ventanales, se puede ver a la gente trabajando duro o relajándose en privado" (Sennott, 2014: 123).

Tabla 1a. Principales exponentes de la arquitectura moderna, por corrientes y estilos.

Tabla 1b. Principales exponentes de la arquitectura moderna.

PRINCIPALES EXPONENTES DE LA ARQUITECTURA MODERNA					
POR CORRIENTES Y ESTILOS					
1900	1905	1910	1915	1920	1925
Art & Craft (1859-1914) William Morris Philip Webb William Richard Lethaby Charles Robert Ashbee	Deutsche Werkbund (1907-1934) (Fabrica Alemana) Herman Muthesius Peter Behrens (reestablecida en 1950)	Cubismo Checo (1911-1914) Pavel Janák Josef Gocár Josef Chochol Vlastislav Hofman	Escuela de Ámsterdam (1915-1930) Michel de Klerk Pieter Kramer Johan van der Mey	Bauhaus (1919-1933) Walter Gropius Marcel Breuer Hannes Meyer Mies Van der Rohe	Racionalismo (1925-1959) Walter Gropius Mies Van der Rohe Le Corbusier
Art Nouveau (1893-1914) Victor Horta Henry Van de Velde Charles Rennie Mackintosh		Proto racionalismo (1910-1918) Adolf Loos Joseph Hoffman Auguste Perret	Futurismo (1914-1944) Antonio Sant'Elia Frank Lloyd Wright Mario Chiattone	Constructivismo (1919-1935) Vladimir Tatlin Kontantin Melnikov Iván Leónidov	De Ring (1926-1933) Mies Van der Rohe Hugo Häring Walter Gropius Bruno Taut
Escuela de la pradera (1901-1914) Frank Lloyd Wright Robert C. Spencer Dwight H. Perckins Walter Burley Griffin		Expresionismo (1910-1924) Bruno Taut Erich Mendelsohn Hans Scharoun Hugo Häring	Arquitectura Orgánica (1914-1944) Frank Lloyd Wright Alvar Aalto Hugo Häring Hans Scharoun		
		Art Decó (1913-1939) Auguste Perret Henri Sauvage William Van Alen	De Stijl (1917-1930) Theo Van Doesburg J.J.P. Oud		
1930	1935	1940	1945	1950	1955
Estilo Internacional (1928-) Le Corbusier Mies Van der Rohe Philip Johnson Walter Gropius Hannes Meyer Richard Neutra	Casas Usonianas (1936-1959) Frank Lloyd Wright	Nuevo Empirismo (1940-1950) Alvar Aalto Sven Markelius Arne Jacobsen Sverre Fehn Ralph Erskine Jorn Utzon	Neo-Organicismo (1944-) Frank Lloyd Wright Bruno Zevi Alvar Aalto	Brutalismo (1950-1975) Le Corbusier Ernö Goldfinger Mihajlo Mitrovic	Metabolismo (1959-1980) Kenzo Tange Kisho Kurokawa Akira Shibuya Yoji Watanabe Moshe Safdie
CIAM (1928-1959) Congreso Internacional de Arquitectura Moderna Le Corbusier Hugo Häring Ernst May Max Cetto Hannes Meyer Walter Gropius Alvar Aalto Josep Lluís Sert		Estructuralismo (1953-1981) Aldo Van Eyck Alison y Peter Smithson John Habraken Jaap Bakema Louis Kahn	Expresionismo estructural (1948-) Pier Luigi Nervi Felix Candela Eladio Dieste		

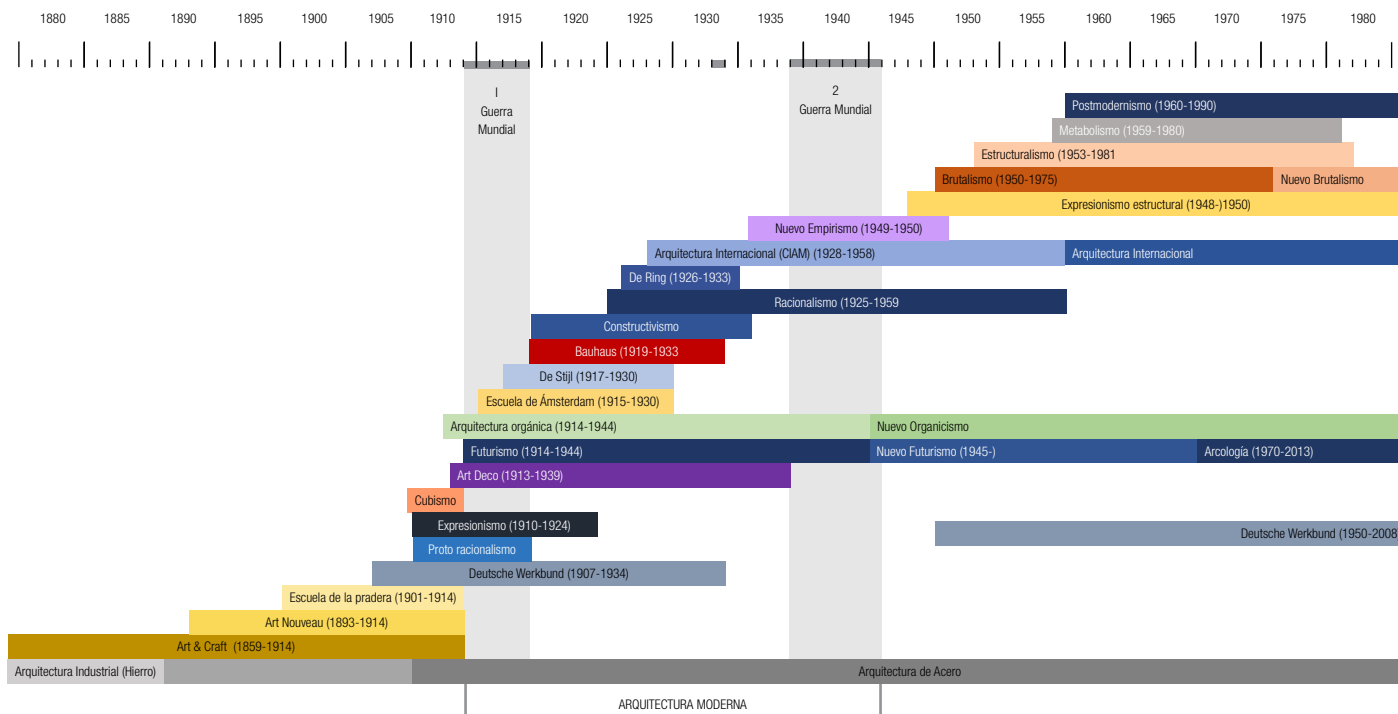


Figura 20. Línea de tiempo de las principales corrientes y estilos arquitectónicos.

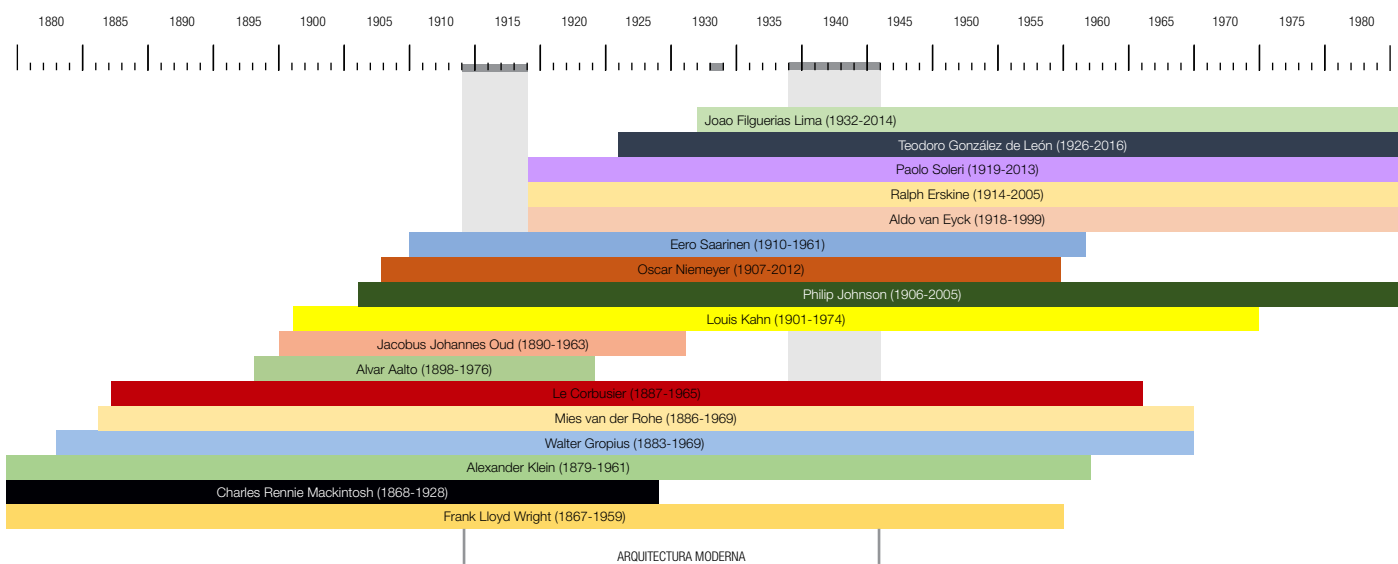


Figura 21. Línea de tiempo de los principales exponentes de la arquitectura moderna.

Con el fin de solucionar estos problemas al edificio se le instalaron calentadores y las ventanas se cubrieron con grandes cortinas (Figura 23).

Entre 1929 y 1934 Walter Gropius participó en el diseño de un edificio para el desarrollo habitacional de la Siemensstadt (ciudad de Siemens), bajo el plan maestro desarrollado por Hans Scharoun. El proyecto urbano seguía las normas de “Zeilenbau-muster” con orientación casi este oeste de las fachadas de los edificios (Figura 24). Gropius desarrolló el edificio en forma de “L” invertida del lado noroeste del conjunto. La fachada este da hacia una avenida vehicular y ahí

están los accesos a los departamentos. En la fachada poniente y sur, Gropius colocó terrazas con ventanas remetidas en la zona de estar que, de alguna manera, controla un poco el asoleamiento (Figuras 25 y 26).

Con la llegada de Hitler al poder en 1933, la Bauhaus fue cerrada. Gropius tuvo que salir de Alemania y estuvo en Inglaterra entre 1934 y 1937. Ante la inminencia de la Segunda Guerra Mundial, Gropius aceptó la invitación de la Universidad de Harvard y se mudó a los Estados Unidos con su familia. En 1945 se crea la firma The Architects Collaborative (TAC), e invitan a Gropius a participar. En 1950 el gobierno de Irak



Figura 22. Bauhaus, Dessau. Fachada poniente (Peter Drews, 2011)
(commons.wikimedia.org/wiki/File:Bauhaus-Dessau-4.jpg).



Figura 23. Bauhaus, Dessau. Vista interior (Arda Yayci, 2016)
(<http://thelink.berlin/2016/02/from-the-overcoat-of-the-mietskaserne/>).



Figura 24. Siemensstadt. Hans Scharoun
(www.archdaily.mx/mx/02-335862/la-planificacion-de-la-siedlung-siemensstadt-movimiento-y-centralidad-en-la-obra-de-hans-scharoun-por-oscar-m-ares-alvarez).



Figura 25. Walter Gropius. Siemensstadt. Fachada este (www.disenoyarquitectura.net/2010/01/colonia-siemensstadt-edificios-de.html).



Figura 26. Walter Gropius. Siemensstadt. Fachada oeste (https://irisdienhardt.files.wordpress.com/2009/06/img_3614.jpg).



Figura 27. Walter Gropius. Torre de rectoría de la Universidad de Bagdad. Fachada sur (<http://tochocho.blogspot.mx/2011/11/universidad-de-bagdad-noviembre-de.html>).



Figura 28. Walter Gropius. Facultad de Ciencias de la Universidad de Bagdad (*Ibid.*)

comisionó a Gropius y McMillan, del grupo TAC, para desarrollar el proyecto de los colegios de Ingeniería, Ciencias y Artes de la Universidad de Bagdad. En este proyecto la mayoría de los edificios siguen un concepto de patio central y se utilizan partesoles para el control solar de las fachadas. En la torre de rectoría se aprecia una gran celosía sobrepuesta a las fachadas norte y sur del edificio (Figuras 27 y 28).

Le Corbusier (1887-1965)

Charles Édouard Jeanneret (Le Corbusier) nació en La Chaux-de Fonds, Suiza, el 6 de octubre de 1887 y falleció en Roquebrune-Cap-Martin, Francia, el 27 de agosto de 1965. En 1922 aparecieron publicados una serie de artículos de Le Corbusier denominados “Hacia una Arquitectura”. En este documento Le Corbusier expresa sus ideas de “La casa es una máquina de habitar” y “Los cinco puntos de la arquitectura”, en el primero defiende a las nuevas tecnologías y sistemas constructivos y el planteamiento funcional de la vivienda. En el segundo, los cinco puntos que plantea son:

- El edificio soportado por “pilotes” o columnas que dejan libre la planta baja del edificio.
- La planta libre que elimina los muros de carga liberando el espacio.
- La fachada libre, separada de la estructura, lo cual permite un diseño independiente sin limitaciones estructurales.
- Ventanas horizontales a lo largo de la fachada.

- Azoteas planas ajardinadas que permiten su uso como terrazas y solárium.

En 1927 Le Corbusier aplicó estos conceptos en su casa doble en Weissenhofsiedlung, Stuttgart, Alemania (Figura 29). En 1928 fundó el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) junto con otros 28 arquitectos europeos. En 1933 el CIAM elabora la “Carta de Atenas”, publicada hasta 1942. Esta carta se basó en las propuestas urbanas previas de Le Corbusier, presentadas en el Plan Voisin (1925) y la Ciudad Radiante (1933) (Figura 30).

Aunque estas ideas han sido muy criticadas, principalmente por la estructura espacial de la ciudad, la zonificación y segregación de funciones, muchos de los postulados establecidos en esta carta, hace 85 años, siguen vigentes en lo que hoy en día se denomina “Urbanismo sustentable y la arquitectura bioclimática”. A continuación, se resumen los principales enunciados de la Carta de Atenas, donde la ciudad se considera no sólo como un conjunto económico, social y político, sino que también se agregan los valores fisiológicos y psicológicos de las personas tanto en lo individual como en lo colectivo, mencionando que estas condicionantes psicológicas y fisiológicas están influidas, entre otros, por el medio geográfico y topográfico de la naturaleza de los elementos: agua, tierra, suelo y clima. Un punto importante es que la ciudad no debe considerarse como un ente aislado, sino que debe estudiarse en todas sus relaciones regionales (Carta de Atenas, 1933).



Figura 29. Le Corbusier. Weissenhof. Fachada larga este (www.dezeen.com/2016/07/30/le-corbusier-weissenhof-estate-stuttgart-modernist-housing-unesco-world-heritage-list/).

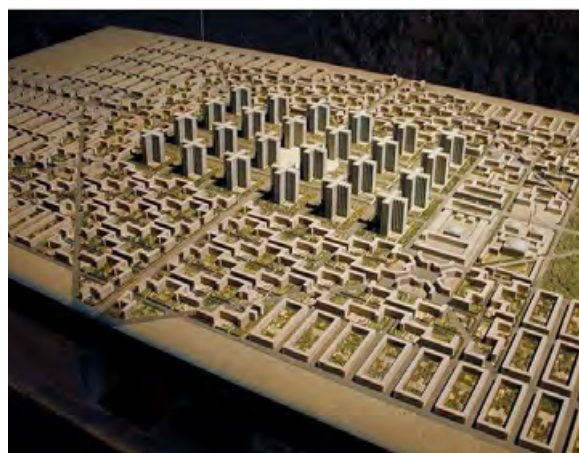


Figura 30. Le Corbusier. Ville Radieuse (1933). Modelo (www.archdaily.mx/mx/770281/clasicos-de-arquitectura-ville-radieuse-le-corbusier/).

La carta se divide en cinco apartados, en función de la zonificación de actividades que se proponen:

1. Habitación

Se establece que los mejores emplazamientos del espacio urbano deben destinarse a las zonas habitacionales, aprovechando la topografía, teniendo en cuenta el clima y disponiendo del asoleamiento más favorable y de áreas verdes adecuadas. La determinación de estas zonas habitacionales debe estar dictada por razones de higiene. Para ello se debe fijar un número mínimo de horas de asoleamiento. La densidad de población debe ser “razonable” en función de las formas de habitación y la naturaleza del terreno.

2. Esparcimiento

Todo barrio habitacional debe disponer de áreas verdes suficientes para recreación y deportiva de niños, adolescentes y adultos. Los fines definidos para estas áreas serán, entre otros, jardines infantiles, escuelas, centros juveniles, parques, campos deportivos, y todos los edificios de uso común ligados a la habitación.

3. Trabajo

Las distancias entre los sitios de trabajo y las zonas habitacionales se deben reducir al mínimo. Las zonas industriales deben estar separados de las zonas habitacionales por medio de amplias áreas verdes. Las áreas cívicas y administrativas, tanto públicas como privadas, deben estar bien comunicadas con las zonas habitacionales e industriales.

4. Circulación

Las vialidades deben ser clasificadas según su naturaleza y construidas en función de los vehículos y velocidad. Los cruces importantes deben construirse con pasos a desnivel para garantizar la circulación continua. Las calles deben ser diferenciadas según

su destino: calles de habitación, de paseo, de tránsito y vías principales. Las vías de gran circulación deben aislarse con áreas de vegetación. Las vías peatonales deberán estar separadas de las vehiculares.

5. Patrimonio histórico de las ciudades

Tanto los edificios como conjuntos urbanos con valor arquitectónico deben preservarse, cuando sean la expresión de una cultura anterior y respondan a un interés general.

La Carta de Atenas presenta algunos otros puntos, entre ellos que la ciudad debe asegurar, en el plano espiritual y material, la libertad individual y el beneficio de la acción colectiva. La herramienta de medida para el arquitecto es la escala humana, tanto en su escala urbana como arquitectónica.

En 1929 Le Corbusier empezó sus primeros proyectos importantes en París, la ciudad refugio del Ejército de Salvación “Armée du Salut” el cual fue inaugurado en 1933. El edificio fue diseñado herméticamente sellado sin ventanas operables, con un muro acristalado en la fachada sur. Con base en la tecnología existente en aquel entonces, y en sus conceptos de “la casa es una máquina de habitar”, Le Corbusier defendía el uso de climatización central, pero el sistema mecánico trajo muchos problemas:

Fue en mayo de 1933 cuando el atelier se inclinó por un sistema de calefacción central con impulsión de aire y radiadores. De esta forma se garantizaba la calefacción en invierno, confiando sólo en la renovación de aire, pero imposibilitando la refrigeración del mismo en verano. Esto ocasionaba que en verano se alcanzaran aproximadamente 30–33°C en los espacios anexos a la fachada por efecto invernadero dificultando gravemente el uso del edificio por excesivo calor y radiaciones

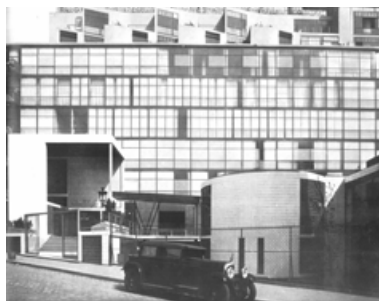


Figura 31. Le Corbusier. Cite du Refuge, Armée du Salut. París. Fachada original (zhouhang0924.wordpress.com/2015/03/16/to-le-corbusier/).



Figura 32. Le Corbusier. Cite du Refuge, Armée du Salut. París. Fachada modificada (www.leparisien.fr/paris-75/paris-75013/paris-la-cite-de-refuge-de-le-corbusier-a-retrouve-son-eclat-03-03-2016-5595771.php).

ultravioletas, además de observarse altas cantidades de dióxido de carbono en las zonas de los niños y la guardería, sobre todo en época estival. Ante la imposibilidad de realizar vida normal en el edificio, el Ejército de la Salvación reclama, en septiembre de 1934, la apertura de más ventanas para crear más ventilación y disminuir la temperatura experimentada al interior... La Prefectura del Sena condena las irregularidades urbanísticas realizadas en el proyecto por falta de ventilación y sobrecalentamiento y ordena la apertura de 45 ventanas en todo el edificio como el ejército de Salvación demandaba en un principio (Muñoz, 2015: 75).

No es sino hasta 1951 cuando Le Corbusier modificó la fachada reduciendo el acristalamiento e

incorporando ventanas y marcos de concreto para la protección solar (Figuras 31 y 32).

Muy probablemente a partir de su experiencia y problemas que se presentaron en Armée de Salut y de sus viajes a Sudamérica en 1929 (Argentina, Brasil) y Argel, es que Le Corbusier pudo entender climas diversos con requerimientos distintos, y quizá por ello empezó a trabajar con sistemas de protección solar para las fachadas acristaladas de sus edificios. Los primeros intentos de protección se dan en el edificio Clarté, Genova, Suiza, 1930, donde las terrazas salientes de la fachada, las protegen del asoleamiento; y en el proyecto de Lotissement Durand, Oued Ouchaia, Argel, Argelia de 1933, donde el desfase de los niveles del edificio pretende ofrecer la protección requerida a

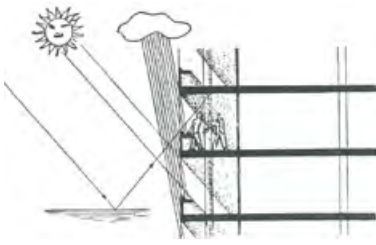


Figura 33a. Le Corbusier. Unidad de Marsella. Esquemas de asoleamiento. (<http://solarhousehistory.com/blog/2013/10/28/le-corbusier-and-the-sun>).



Figura 33b. Le Corbusier. Unidad de Marsella. Esquemas de asoleamiento (*ibid.*).



Figura 34. Le Corbusier. Unidad de Marsella. Esquema conceptual (*ibid.*).

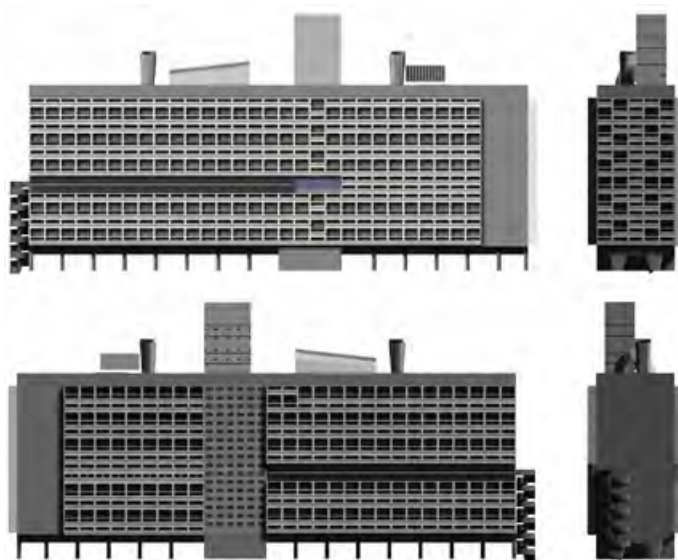


Figura 35. Le Corbusier. Unidad Habitacional de Marsella. Cuatro fachadas. Fachada oeste y sur arriba, este y norte abajo (misfitsarchitecture.com/tag/unite-dhabitation-marseilles/).

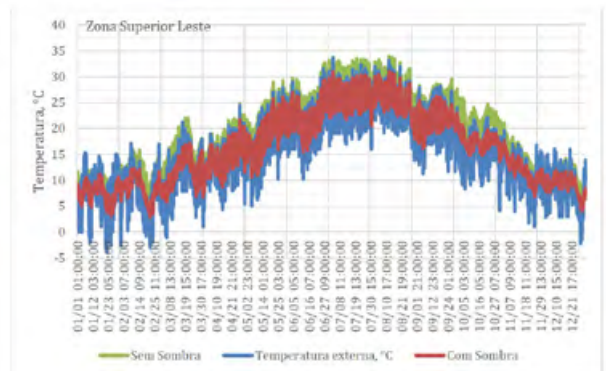


Figura 36. Le Corbusier. Unidad Habitacional de Marsella. Simulación Térmica. Departamento de la fachada este con doble altura. Desempeño anual con el brise-soleil (rojo) a través de las temperaturas internas, comparado con el desempeño de la fachada sin los brise-soleil (verde) y la temperatura ambiente exterior (en azul). (Correa, 2015).

la fachada. Lo cierto es que a partir de los años treinta Le Corbusier desarrolló el sistema de *brise-soleil* (parasol) que aplicará en muchos de sus proyectos.

El caso es que Le Corbusier consideraba el asoleamiento como algo importante según se muestra en muchos de sus esquemas y pinturas (por ejemplo: le poème de l'angle droit, 1955). En su proyecto de la Unidad Habitacional de Marsella, se muestran varios esquemas con la intensidad que buscaba con los *Brise-soleil* (Figuras 33a, 33b y 34).

Le Corbusier diseñó varias unidades habitacionales, todas ellas con el eje longitudinal norte sur, siguiendo el patrón de *Zeilenbau*. La Unidad de Marsella no es la excepción, pues está orientada con sus fachadas hacia el

este y oeste. Las habitaciones de dos niveles están dispuestas de una manera ingeniosa que tienen vista hacia ambas fachadas. Los *brise-soleil* forman terrazas con los acristalamientos remetidos y protegidos en cierta medida por los sistemas de protección solar (Figura 35). De acuerdo con Mackenzie (1993):

La evidencia del diagrama de sombreado (desarrollado por Olgyay y Olgyay) muestra que la fachada oeste (el lado más largo), permite dos horas de penetración solar de 15:00 a 17:00h en los meses de verano y sólo 20 minutos de luz directa del sol en los meses de invierno. Por el contrario, la máscara de sombra demuestra que la elevación del sur (lado corto) funciona admirablemente, permitiendo hasta ocho



Figura 37. Mies van der Rohe. Departamentos en Weissenhof. Fachada este (Larry Speck. <http://larryspeck.com/2013/02/28/weissenhofsiedlung-mies-van-der-rohe/>).



Figura 38. Mies van der Rohe. Inundación de la casa Fransworth (www.archdaily.com/770612/a-virtual-look-into-mies-van-der-rohes-farnsworth-house/55afa85ae58e6c07000145-a-virtual-look-into-mies-van-der-rohes-farnsworth-house-image).

horas de penetración de la luz del sol en los meses de invierno y la sombra completa desde abril hasta septiembre. En otras palabras, si el edificio fuese girado en 90 grados los brises trabajarían mucho más efectivamente.

En un estudio de Correa (2015) se muestra el desempeño térmico de una habitación de la Unidad de Marsella, a través de una simulación por computadora (*energyplus*). Los autores encuentran que el *Brise-soleil* funciona adecuadamente durante el verano, ya que la temperatura interior se reduce entre 2 y 5 °C de amplitud, sin embargo, esta reducción no es conveniente durante el invierno ya que las temperaturas interiores pueden llegar a ser más bajas que las exteriores debido al sombreado del *Brise-soleil* (Figura 36).

Le Corbusier tuvo el mismo problema en La Plata, Argentina con la casa del Dr. Curutchet, pero los *brise-soleil* seguramente funcionan adecuadamente en todos los proyectos de Chandigarh y Ahmedabad, en India, debido a sus climas calurosos y húmedos.

Mies van der Rohe (1886-1969)

Ludwing Mies van der Rohe nació en Aquisgran (Aachen), Alemania, el 27 de marzo de 1886 y falleció en Chicago, Illinois, el 17 de agosto de 1969. Fue director y desarrollador del plan maestro de la exposición de arquitectura moderna de Weissenhofsiedlung de 1927, en la cual participaron los principales arquitectos de la época, entre ellos: Peter Behrens, Le Corbusier, Walter Gropius, J.J.P.Oud, Hans Scharoun, Bruno Taut. La mayoría de los participantes alemanes eran miembros del grupo Der Ring.

Para el conjunto de urbanización de Weissenhof, Mies van der Rohe diseñó un edificio de 24 departamentos a partir de una estructura de acero, los muros interiores se correspondían con los ejes estructurales, permitiendo mayor libertad en su disposición para que los departamentos pudieran ser distintos (Figura 37). La orientación del edificio es norte sur en su eje largo, quedando las fachadas hacia el este y oeste, siguiendo los cánones de la *Zeilenbau*.

En 1929 les encargaron a Mies y a Lilly Reich diseñar el pabellón alemán de la Exposición Internacional de Barcelona para que sirviera como espacio de recepción oficial diplomática de las autoridades alemanas ante el rey de España Alfonso XIII. Este edificio se convirtió en un hito de la arquitectura moderna y proyectó a Mies van der Rohe profesionalmente. En 1930, Mies asume la dirección de la Bauhaus, después de Gropius y Meyer. El 30 de septiembre de 1932 la Bauhaus de Dessau fue clausurada por el Partido Nacionalsocialista Obrero Alemán que había ganado las elecciones municipales. Mies decide mudar la escuela a Berlín, sin embargo, con la llegada de Hitler al poder en 1933 las acciones represivas de la Gestapo eran constantes, por lo que la Bauhaus fue disuelta el 20 de julio de ese mismo año.

Ante la escasez de trabajo y una inminente guerra, Mies se vio forzado a abandonar Alemania y en 1937 aceptó una oferta para dirigir el Departamento de Arquitectura del Instituto de Tecnología de Illinois, Chicago. En 1945, Mies diseña la casa Fransworth, en Illinois, la cual fue construida hasta 1951 a la orilla del río Fox. A pesar de ser una de las casas icónicas del movimiento moderno, la casa ha sido muy controvertida

debido al desagrado de la Dra. Fransworth, su dueña, que recurrió a una demanda formal contra Mies, argumentando mala *praxis*; la dueña se quejaba de los altos costos de calefacción que tenía que pagar, de una falta total de privacidad debido a la transparencia de los muros de cristal, y por las inundaciones provocadas por el río Fox, que a pesar de estar elevada 1.5 m sobre el nivel de terreno, la casa se ha inundado en varias ocasiones con daños importantes en el mobiliario y acabados (Figura 38). La primera inundación ocurrió a sólo tres años de terminada la casa y la última en el año 2013; el agua ha llegado hasta cerca de 0.6 m sobre el nivel interior de la casa. La última queja fue debido al excesivo costo respecto a lo presupuestado originalmente. Finalmente, después de muchas controversias, Mies ganó la demanda.

Mies construyó varios rascacielos en Estados Unidos, que también fueron cuestionados por su baja eficiencia energética. Entre ellos tenemos los departamentos Lake Shore Drive, el Edificio Seagram, Kliczynski Federal Building (IBM) plaza en Chicago. En un estudio de eficiencia energética desarrollado por una tesista de la Universidad de Berkeley, California, del edificio Seagram, se señala:

En 2007, el alcalde Bloomberg de la ciudad de Nueva York lanzó una iniciativa llamada PlaNYC 2030. Uno de los componentes de este plan fue la promulgación de la Ley Local 84 de la ciudad de Nueva York, que requiere que todos los edificios que tengan más de cierta área determinada en la

ciudad, den a conocer su consumo mensual de energía. Los datos se recopilan en una herramienta que desarrolló la US Environmental Protection Agency (EPA) llamada Portfolio Manager (Energy Star); con esta herramienta, a cada edificio comercial se le asigna un puntaje del 1 al 100, lo que define su desempeño energético respecto al grupo de tipo de edificios al que pertenece. De todos los edificios de oficinas comerciales en la ciudad de Nueva York, el Edificio Seagram recibió el puntaje más bajo, de 3, muy por debajo del valor medio de los edificios comerciales de oficina de la ciudad, que es de 68 puntos” (Fuentes, 2014).

Frank Lloyd Wright (1867-1959)

Nació el 8 de junio de 1867 en la ciudad de Richland Center, Wisconsin, y falleció el 9 de abril de 1959 en la ciudad de Phoenix, Arizona. Lloyd Wright transitó por varios “estilos arquitectónicos” a lo largo de su vida, de acuerdo a las necesidades cambiantes de la sociedad americana (Figura 39). De 1899 a 1910 desarrolló su trabajo en el estilo de la pradera, caracterizado por una estructura baja de planta abierta y una marcada horizontalidad. En palabras de Wright: “La relación de los habitantes con el exterior se hizo más íntima; el paisaje y la construcción se volvieron uno, más armonioso; y en lugar de una cosa separada, configurada independientemente del paisaje y el sitio, el edificio con paisaje y sitio se convirtió inevitablemente en uno”.

Ante la gran depresión de 1929 en Estados Unidos, Wright buscó proyectos de casa que fueran más económicos. El tipo de casas llamadas “usonianas” eran



Figura 39. Frank Lloyd Wright. Casa Robie. Fachada principal sur (orig06.deviantart.net/5e8a/f/2012/301/c/2/robie_house_by_7y8i-d5j8ils.jpg).



Figura 40. Frank Lloyd Wright. Casa de la cascada. Kaufmann (nypost.com/2017/03/13/roadtripping-frank-lloyd-wrights-greatest-archi-hits/).



Figura 41. Frank Lloyd Wright. *Broadacre City* (1932)
(www.fontecedro.it/blog/category/broadacre%20city).

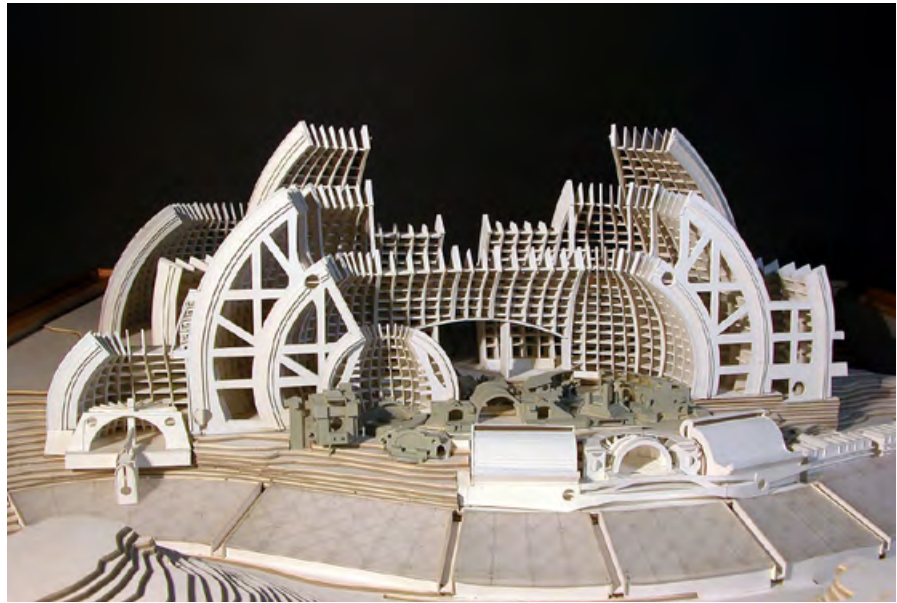


Figura 42. Paolo Soleri. Arcosanti. Modelo
(www.archdaily.com/159763/paolo-soleris-arcosanti-the-city-in-the-image-of-man/image-29-2/).

más pequeñas, simples y asequibles para la población, y se podían ajustar a los diferentes presupuestos de los clientes. Las características de horizontalidad, espacios abiertos y contacto visual con el exterior de las casas estilo pradera se mantenía lo más posible, lo mismo el uso de materiales naturales como la piedra, el tabique y la madera. Se usaban ventanas altas tipo claristorio para la iluminación natural de los espacios, las cubiertas eran planas, extendidas más allá de la fachada para ofrecer la protección solar necesaria y la calefacción se daba por medio de pisos radiantes. La primera casa usoniana fue construida en 1936 para Herbert Jacobs en Madison, Wisconsin.

La arquitectura naturalista puede considerarse que inició desde principios del siglo xx con los trabajos de Gaudí, a manera de continuación, la arquitectura orgánica fue adoptada en Europa por arquitectos escandinavos como Erik Gunnar en Suecia, y Alvar Aalto en Finlandia y en América por Frank Lloyd Wright. Desde un inicio Wright consideró sus trabajos orgánicos, en donde el punto central es el hombre y su vínculo con la naturaleza a través de la arquitectura: “Deja que tu casa parezca crecer de modo natural a partir de su emplazamiento, y dale forma para que armonice con su entorno si se manifiesta ahí la naturaleza; y si no es así, trata de mostrarte tan discreto, sustancial y orgánico como lo habría sido ella de haber tenido oportunidad” (Wright, 1975). Para Wright, un edificio verdaderamente orgánico se desarrolla de adentro hacia afuera y debe estar en armonía con su tiempo, el lugar de su emplazamiento y sus habitantes.

El edificio no puede considerarse aislado, todo debe ser una unidad (Figura 40).

Frank Lloyd Wright también incursionó en la arquitectura futurista, pues cuestionaba a la ciudad moderna, el hacinamiento y la confusión que en ella se dan. Propuso una nueva ciudad, *Broadacre City* (Figura 41), basada en el concepto de una vida orgánica, a escala humana y ligada a la naturaleza:

Por lo tanto, es hora no de soñar con el futuro, sino de realizar ese futuro aquí y ahora. Es hora de trabajar en eso. No tontamente tratando de enfrentarlo como algo de último momento... La ciudad de Broadacre ya es de sentido común, y sólo necesita darse cuenta de la mejor forma de expresarse en nuestra vida diaria y así ser válida (Wright, 1932).

La ciudad ideal de Wright consistía en edificios rodeados por grandes áreas verdes, agrícolas y forestales, donde la densidad de población debería ser menor de 200 habitantes/km² (Brown, 2007). Una densidad muy baja si lo comparamos con los aproximadamente 6,000 habitantes/km² con que cuenta la Ciudad de México.

Wright desarrolló sus proyectos siempre desde el punto de vista orgánico y con esta visión futurista. Quizá unos de los ejemplos más destacados son el complejo Johnson Wax Headquarters y el museo Guggenheim de Nueva York, los dos se convirtieron rápidamente en íconos de la arquitectura moderna en Estados Unidos. Desde el punto de vista urbano, Wright sólo trabajó en proyectos conceptuales que no se concretaron, como Broadacre y Ellis Island, sin embargo, uno de sus



Figura 43. Paolo Soleri. Arcosanti. Vista general (By Carwil, Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=60360895>).

discípulos, Paolo Soleri, insistió toda su vida en proyectos arquitectónicos futuristas y empezó a construir un gran complejo urbano con esta concepción futurista.

Paolo Soleri (1919-2013) trabajó para Frank Lloyd Wright entre 1947 y 1949. En 1959 empezó a concebir centros urbano-compactos verticales sustentables y autosuficientes basados en el uso de la energía solar. Pero fue en 1970 cuando empezó la construcción de la ciudad prototipo Arcosanti, pensada para albergar una población de 5,000 habitantes ubicada cerca de Phoenix, Arizona. Estas grandes estructuras urbanas Soleri las denominó bajo el término de Arcología (acrónimo de Arquitectura-Ecología). Estructuras compactas de bajo impacto ecológico y alta eficiencia energética y de recursos. Arcosanti es un complejo urbano que sigue los principios de sustentabilidad y de arquitectura bioclimática que trata de ser autosuficiente en el uso de energía y recursos alimenticios (Figuras 42 y 43).

Conclusión

La arquitectura moderna surge como una respuesta a la situación social de principios del siglo xx y, de manera importante, por las condiciones imperantes debido a las dos guerras mundiales, hechos que interrumpieron

algunos modelos de pensamiento y originaron nuevos paradigmas sociales y arquitectónicos. Por ello, para emitir un juicio sobre la arquitectura moderna es necesario ubicarse en ese momento histórico y tomar en cuenta sus múltiples factores determinantes.

La verdadera arquitectura moderna trataba de resolver los grandes problemas de carencia de vivienda, de equidad y accesibilidad para grandes grupos de la población. La respuesta que se encontró se dio con base en las tecnologías constructivas disponibles en aquel entonces, tratando de unir las ciencias y las artes, centrados en el beneficio social. Desde luego que hubo debates de cómo llegar a la mejor solución y también puntos de vista encontrados, divergentes e incluso antagónicos, como el caso de Hugo Häring, quien trabajó de manera cercana con Mies van der Rohe, perteneció a grupo Der Ring y al CIAM, pero su arquitectura derivó del expresionismo a la arquitectura orgánica.

Al igual que en todas las épocas, hubo aciertos y errores, pero las aportaciones de este periodo fueron significativas y marcaron el devenir de la arquitectura de hoy en día. Por lo general se pone atención en los grandes proyectos de los arquitectos más renombrados, pero hubo casos de arquitectura modesta, con buenas soluciones bioclimáticas y sustentables. Este es el caso de la

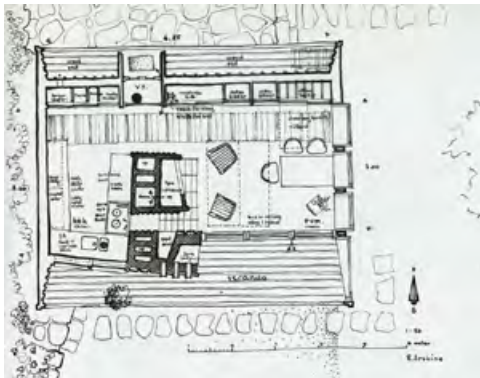


Figura 44. Ralph Erskine. The box. Planta
(hacedordetrampas.blogspot.mx/2010/04/ralph-erskine-y-su-cabana.html).



Figura 45. Ralph Erskine. The box. Fachada sur (Aavid Rudling.
www.treehugger.com/green-architecture/box-ralph-erskines-precursory-tiny-house-swedish-woods.html).

casa mínima diseñada por el arquitecto británico Ralph Erskine (1914-2005) en Lissma, Suecia, en 1942.

Erskine diseñó esta pequeña casa de apenas 20 m² en medio del bosque en un terreno aislado, sin energía ni servicios, por lo que se decidió por un concepto prácticamente autosuficiente. El agua era extraída de un pozo cercano, y la letrina está separada de la casa. En el terreno se encuentran áreas destinadas para el cultivo de hortalizas y un apiario. La casa de madera tiene acristalamientos en la fachada sur y este, mientras que la fachada oeste y norte son cerradas. En la fachada norte se tiene dispuesto un espacio para el apilamiento de troncos de madera para alimentar la chimenea en el invierno. Por dentro, en la fachada norte se ubican todas las áreas de guardado, por lo que se logra un mayor aislamiento térmico en esta fachada (Figuras 44, 45 y 46).

En América Latina el movimiento moderno también tuvo un gran impacto. Con los proyectos de Lucio Costa y Oscar Niemeyer que mantuvieron una colaboración estrecha con Le Corbusier para el desarrollo del proyecto del Ministerio de Educación y Salud en Río de Janeiro, diseñado en 1945, y su influencia es clara en el diseño de la ciudad de Brasilia, tanto en su trazo urbano como en el diseño de todos los edificios: de gobierno, ministerios y los habitacionales.

México no es la excepción, el modernismo también se hizo patente. Un ejemplo importante es Ciudad Universitaria de la UNAM. El diseño propuesto por Teodoro

González de León muestra una clara influencia de Le Corbusier, baste ver su proyecto de la ciudad universitaria de Río de Janeiro; no sólo en el trazo urbano, también los edificios de las diferentes facultades muestran la influencia modernista del momento, por ejemplo, el gran edificio de Humanidades con las facultades de filosofía, derecho y economía, con su planta baja sobre pilotes siguiendo los principios de la arquitectura moderna planteados por Le Corbusier. Del mismo modo se puede mencionar el proyecto de Mario Pani para el conjunto habitacional de Nonoalco Tlatelolco, o el multifamiliar Miguel Alemán en la Ciudad de México.

De acuerdo con lo anterior, nos surge una interrogante: ¿hubo criterios bioclimáticos y sustentables en la arquitectura moderna? Ciertamente sí. Los principios bioclimáticos surgieron desde los primeros antecedentes de la arquitectura. En Egipto y Mesopotamia ya se utilizaban conceptos básicos de asoleamiento, ventilación e iluminación; y más adelante en la arquitectura griega y romana, árabe y, desde luego, en las culturas mesoamericanas. En todas partes del mundo ha habido notables ejemplos de arquitectura adecuada a su medio ambiente. No obstante, fue a principios del siglo xx, con la arquitectura moderna, donde los conceptos bioclimáticos y sustentables se empezaron a aplicar de manera más analítica y no solamente empírica.

En este periodo se dieron las primeras propuestas de arquitectura “bioclimática” moderna. Para algunos, los

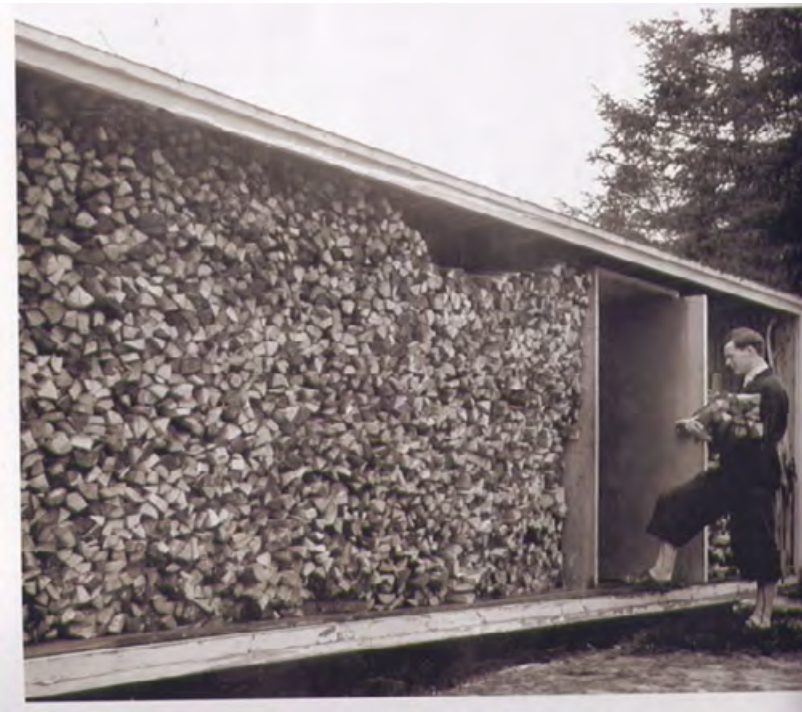


Figura 46. Ralph Erskine. The box. Fachada norte
(hacedordetrampas.blogspot.mx/2010/04/ralph-erskine-y-su-cabana.html).

análisis de asoleamiento y penetración solar de Alexander Klein lo sitúan como el padre de la arquitectura bioclimática, sin embargo, otros ubican a Victor Olgyay como el iniciador. Lo cierto es que Victor Olgyay fue el que sistematizó la metodología en su libro *Design With Climate*, publicado por primera vez en 1963. Pero la biometeorología y bioclimatología humana ya había tomado impulso desde los años 50 (Höppe, 1977). Hipócrates (460-370 a.C.), ya hablaba de la importancia del clima en la salud de las personas (Clifton, 1734). Respecto a la arquitectura moderna de aquel momento Gropius escribió:

Se ha abierto una brecha con el pasado, lo que nos permite visualizar un nuevo aspecto de la arquitectura correspondiente con la civilización técnica de la época en que vivimos actualmente. La morfología de los estilos muertos ha sido destruida, y estamos regresando a la honestidad de pensamiento y sentimiento.

...pero el desarrollo de la Nueva Arquitectura encontró serios obstáculos en las etapas iniciales de su desarrollo. Teorías contradictorias y los dogmas enunciados en manifiestos personales de arquitectos ayudan a confundir el tema principal. Dificultades técnicas se acentuaron debido a la declinación de la economía provocada por la guerra. Lo peor de todo, es que la arquitectura "moderna" se convirtió en una moda en varios países; con el resultado de una imitación formalista y esnobismo que distorsionó la verdad y simplicidad fundamentales en la cual se basaba este renacimiento.

Es por eso que el movimiento debe purgarse desde adentro para que sus objetivos originales se salven de la camisa de fuerza del materialismo y falsas consignas inspiradas por el plagio o ideas equivocadas.

Frases como "funcionalismo", o "conveniente para su propósito, igual a belleza" han tenido el efecto de desviar la apreciación de la Nueva Arquitectura hacia causas externas o totalmente parciales. Esto refleja una ignorancia general de las verdaderas intenciones de sus fundadores (Gropius, 1965: 19).

Bibliografía

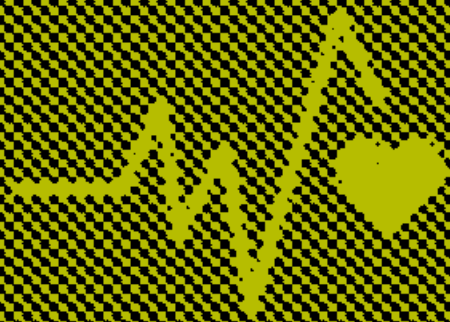
- Banham, Reyner (1960), "Theory and Design in the First Machine Age", In *The Architectural Press*, London, Great Britain.
- Benevolo, Leonardo (1974), *Historia de la Arquitectura Moderna*, Biblioteca de Arquitectura, Gustavo Gili, Barcelona, España.
- Colquhoun, Alan (2002), *Modern Architecture*, Oxford University Press, UK. Printed in Hong Kong.
- Correa, Silvia Regina Morel, et al. (2015), "Brise-soleil: principios y transformación en la obra de Le Corbusier", Congreso Internacional Le Corbusier, 50 years later, Universitat Politècnica de València. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/LC2015.2015.923>
- Czajkowski, Jorge, et al. (2006), "Comportamiento Higrotérmico de la casa Curutchet de Le Corbusier en la Plata, Buenos Aires, Argentina", ENTAC 2006. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, SC, Brasil.
- Ebenezer, Howard (1898), *To-morrow: A peaceful Path to Real Reform*, Revised and retitled (1902) *Garden Cities of To-Morrow*. Swan Sonnenschein & Co. Ltd. London.
- Elke, Sohn (2007), *Organicist concepts of city landscape in German, planning after the second world war*, Landscape Research, 32:4, 499-523, DOI: 10.1080/01426390701449885
- Fuertes, Gwendolyn (2014), "Seagram 2058", University of California at Berkeley, College of Environmental Design (Thesis).
- Gössel, Peter (2001), *Arquitectura del siglo XX*, Taschen. Slovenia.
- Gropius, Walter (1965), *The New Architecture and the Bauhaus*. MIT press. Cambridge Massachusetts. USA.
- Hilberseimer, Ludwing (2012), *Metropolis-Architecture*. GSAPP BOOKS, The Graduate School of Architecture, Planning, and Preservation, Columbia University, New York US.
- Höppe, Peter (1997), "Aspects of human biometeorology in past, present and future", In *International Journal of Biometeorology*, 40:19-23.
- Jacobo, Guillermo (2004), *Alexander Klein: Pionero de la Arquitectura Bioclimática*, Universidad Nacional del Nordeste Resumen T-091, Chaco, Argentina.
- Le Corbusier (1986), *Towards a New Architecture*. Dover Publications, Inc. New York USA. Translation Frederick Etchells. Original Published 1931.
- Lloyd Wright, Frank (2017), *An Organic Architecture. The Architecture of Democracy*, Lund Humphries, China (Originally published in 1939).
- Lupfer, Gilbert and Sigel, Paul (2017) *Gropius 1883-1969*, Taschen, Slovakia.
- Muñoz, Héctor (2015), *Las ventanas de Le Corbusier, del hueco al espacio*, ETSA, Valencia, España.
- Olgay, Victor (1963), *Design With Climate*, Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Pevsner, Nikolaus (1975), *Pioneers of Modern Design. From William Morris to Walter Gropius*, Pinguin Books, Great Britain.
- Powell, Brian (1995), "Organic Architecture in the Urban Environment", Thesis in Architecture, Texas Tech University. USA.
- Richards, James Maude (1940), *An Introduction to Modern Architecture*, Pelican Books A 61, Baltimore USA.
- Sennott, Stephen (editor) (2014), *Encyclopedia of 20th-Century Architecture*, Vol. 1 A-F, Fitzroy Dearborn, New York.
- Sonne, Wolfgang (2009), "Dwelling in the metropolis: Reformed urban blocks 1890-1940 as a model for the sustainable compact city", In *Elsevier. Progress in Planning*, 72 (2009), pp. 53-149.
- Wright, Frank (1975), *In the cause of Architecture*, Gutheim, F. Ed. Architectural Record Books, New York.

Referencias electrónicas

- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Essen_a54_v_Stadtpanorama-1890.jpg
- <https://vikinglifeblog.wordpress.com/2017/02/02/something-very-germanic/>
- <http://www.flickrriver.com/photos/gertrudk/7689828242/>
- <https://housingstates.wordpress.com/seite-2/gartenstadt-falkenberg/>
- <http://representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html>
- Brown, Zara (2007), *Broadacre City, 1932-1959* Frank Lloyd Wright. <https://pontilly2007.files.wordpress.com/2007/09/broadacrecity.pdf>
- Clifton, Francis (1734), *Hippocrates, Upon Air, Water, and Situation*. J. Watts at Printing-Office in Wild-Court. London. <https://books.google.com.mx/>
- Denzer, Anthony (2014), *Modern Architecture and The Theories of Solar Orientation*. <https://scholar.google.com/citations?user=1Ya4nfgAAAAJ&hl=es>
- History of Flooding at Farnsworth House. <https://farnsworthhouse.org/history-of-flooding/>

- Mackenzie, Christopher, (1993), Le Corbusier in the sun. [en línea] [Consulta: 8 de enero 2018].
<http://www.architectural-review.com/1993-february-le-corbusier-in-the-sun/8616242.article>.
- Poerschke, Ute (2015), Solar Buildings in the 1920s, The Discourse on Best Sun Orientation in Modern Housing. SOLAR 2015 / July 28-30 / The Pennsylvania State University, University Park, PA ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/281347172>
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552014000100002
<http://representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html>
<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/colonia-dammerstock/>
<https://www.flickr.com/photos/rehabitar/4574669004>
<https://www.didierlaroche.org/20-germany-1900-1945?lightbox=dataptem-iwnjxa0j>
<http://www.arqred.mx/blog/wp-content/uploads/2009/09/Picture-515.png>
<http://tashley1.zenfolio.com/blog/2012/7/the-24mm-pc-e>
<http://klimagerechtesbauen.blogspot.mx/2013/12/licht-luft-und-sonne-das-wachsende-haus.html>
<http://representation3.blogspot.mx/2013/09/diagram-1931-solstudier.html>
<http://jsah.ucpress.edu/content/76/1/82>
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01426390701449885>
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01426390701449885>
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bauhaus-Dessau-4.jpg>
<https://thelink.berlin/2016/02/from-the-overcoat-of-the-mietskaserne/>
<https://www.archdaily.mx/mx/02-335862/la-planificacion-de-la-siedlung-siemensstadt-movimiento-y-centralidad-en-la-obra-de-hans-scharoun-por-oscar-m-ares-alvarez>
<https://www.disenoyarquitectura.net/2010/01/colonia-siemensstadt-edificios-de.html>
https://irisdienhardt.files.wordpress.com/2009/06/img_3614.jpg
<http://tochoocho.blogspot.mx/2011/11/universidad-de-bagdad-noviembre-de.html>
<https://www.dezeen.com/2016/07/30/le-corbusier-weissenhof-estate-stuttgart-modernist-housing-unesco-world-heritage-list/>
<https://www.archdaily.mx/mx/770281/clasicos-de-arquitectura-ville-radieuse-le-corbusier>
<https://zhouhang0924.wordpress.com/2015/03/16/to-le-corbusier/>
<http://www.leparisien.fr/paris-75/paris-75013/paris-la-cite-de-refuge-de-le-corbusier-a-retrouve-son-eclat-03-03-2016-5595771.php>
<http://solarhousehistory.com/blog/2013/10/28/le-corbusier-and-the-sun>
<http://misfitsarchitecture.com/tag/unite-dhabitation-marseilles>
<https://www.archdaily.com/770612/a-virtual-look-into-mies-van-der-rohes-farnsworth-house/55afa85ae58e6c07000145-a-virtual-look-into-mies-van-der-rohes-farnsworth-house-image>
http://orig06.deviantart.net/5e8a/f/2012/301/c/2/robie_house_by_7y8i-d5j8ils.jpg
<http://nypost.com/2017/03/13/roadtripping-frank-lloyd-wrights-greatest-archi-hits/>
<http://www.fontecedro.it/blog/category/broadacre%20city>
<https://www.archdaily.com/159763/paolo-soleris-arcosanti-the-city-in-the-image-of-man/image-29-2/>
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=60360895>
<http://hacedordetrampas.blogspot.mx/2010/04/ralph-erskine-y-su-cabana.html>
<https://www.treehugger.com/green-architecture/box-ralph-erskines-precursory-tiny-house-swedish-woods.html>

3 1987



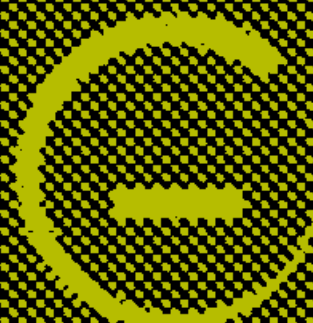
4 1988



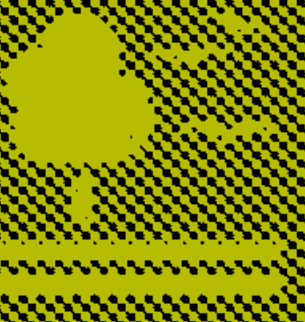
8 1992



10 1994



10 1996



16 1998



Evaluación ambiental en instituciones de educación superior en México. Caso de estudio: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa

Miguel Arzate Pérez y Gerardo Arzate

PALABRAS CLAVE:

educación, sustentabilidad, evaluación, método, diseño, urbanismo, arquitectura

KEYWORDS:

education, sustainability, evaluation, method, design, urbanism, architecture

RESUMEN

El artículo realiza una revisión de las acciones de la ONU propuestas en la Agenda de Desarrollo Sustentable para el 2030 a favor del planeta; se identifican los objetivos y metas relacionadas con las labores de construcción, actividad que está generando efectos negativos ambientales y sociales en las ciudades, entre otros, por el uso ineficiente de recursos, impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida y generación de desechos. Así mismo, se revisan modelos de evaluación internacionales y nacionales que han sido desarrollados en los últimos años para confirmar el rendimiento sustentable (evaluación ambiental) de la arquitectura, enfatizando en el área de los materiales (ya que son los que provocan mayor contaminación).

Debido a la importancia que tienen actualmente los modelos de evaluación en las ciudades para verificar su impacto ambiental, este artículo presenta una evaluación aplicada a una Institución de Educación Superior (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa), con el objetivo de generar un certificado ambiental, utilizando una metodología desarrollada en México (ARTEBES).

ABSTRACT

This article begins with a review of the actions of the UN through the Sustainable Development Agenda for 2030 in favor of the planet, identifying the objectives and goals related to construction activity, which is generating negative environmental and social effects in cities, including inefficient use of resources, environmental impacts throughout their life cycle and waste generation. We also review international and national assessment models that have been developed in recent years to confirm the sustainable performance (environmental assessment) in architecture, emphasizing the area of materials (since they are the ones that cause the greatest pollution). Due to the importance that these models currently have in cities to verify their environmental impact, this paper presents an evaluation applied to a Higher Education Institution (Metropolitan Autonomous University, Cuajimalpa), with the objective of generating an environmental certificate, using a methodology developed in Mexico (ARTEBES).

Universidad Autónoma
Metropolitana-Azcapotzalco
mape@correo.azc.uam.mx

Introducción

La producción de algunos materiales utilizados en la actividad de la construcción contribuyen a generar un problema ambiental debido al uso ineficiente de recursos y poca colaboración en la mitigación del cambio climático. Aunado a ello “el crecimiento del sector de la construcción ha jugado un papel preponderante como motor dinamizador de la economía nacional, sin embargo, ha producido también diversos efectos negativos de índole ambiental, social y en la competitividad misma de las ciudades” (SE, 2013: 1)

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible “Transformar nuestro mundo” de la ONU, acordada por consenso de todos los países integrantes, el 2 de agosto de 2015, es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Será desarrollada por todos los países mediante una alianza de colaboración. De este modo, la ONU (2016) ayudará a reconducir el mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia aplicando 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas (Figura 1).

Son de interés para esta investigación, los objetivos 11 y 12, pues están más relacionados con la actividad de la construcción, ya que se refieren a lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes, sostenibles, que garanticen modalidades de consumo y producción sostenibles.

Destacan de las principales metas del Desarrollo Sostenible para 2020: aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adopten y pongan en marcha políticas y planes integrados para promover la inclusión; el uso eficiente de los recursos; la mitigación y adaptación ante el cambio climático; la resiliencia ante los desastres; desarrollar y poner en práctica la gestión integral de los riesgos que representan los desastres a todos los niveles.

En las metas para el 2030: reducir el impacto ambiental negativo *per cápita* de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo; aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, y disminuir de manera sustancial la generación de desechos mediante



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015).

políticas de prevención, reducción, reciclaje y reutilización. Lo anterior es muy pertinente, pues:

La mitad de la humanidad, 3,500 millones de personas, viven hoy día en las ciudades. Las ciudades ocupan apenas el 3% del planeta, pero representan entre el 60 y 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. Los hogares consumen el 29% de la energía mundial y, en consecuencia, contribuyen al 21% de las emisiones de CO₂ resultantes. Si la población mundial llega a los 9,600 millones para 2050, harían falta casi 3 planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los modos de vida actuales (ONU, 2016).

Por estas razones, en los últimos años se han desarrollado modelos para evaluar el impacto ambiental de las edificaciones (vivienda, industria, comercio, escuela, etc.), en diferentes ciudades del mundo. Los modelos están configurados para determinar criterios e indicadores de sustentabilidad y otorgar puntos basados en el cumplimiento de cada uno de ellos; se podría decir que es como una declaración de impacto ambiental, mientras más puntos obtengan, el certificado otorgado tendrá mayor valor.

En estos modelos se ingresa la información necesaria para revisar los principales efectos ambientales positivos o negativos que pueda provocar un proyecto arquitectónico sobre la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima y los recursos naturales. Con esto se logra identificar los efectos adversos pudiendo tomar

medidas para evitarlos, reducirlos o compensarlos. La estructura básica de los modelos de evaluación está conformada por:

- Grupos como viviendas o escuelas.
- Áreas generales como energía, agua, entorno, materiales, transporte, biodiversidad, desechos, contaminación, etc.
- Criterios como equipos eficientes, transporte eficiente, reutilización y desperdicio, etc.
- Indicadores como consumo de electricidad, emisiones de CO₂ liberadas al ambiente, consumo de agua, tóxicos emitidos, etc.
- Validación por medio de herramientas que nos ayuden a comprobar la disminución del impacto ambiental, tales como cálculos manuales, cálculos informáticos, maquetas a escala, simulación por ordenador o planos ejecutivos.¹

En este sentido, los modelos de evaluación permitirán que el sector de la construcción participe en el cumplimiento de los ODS, ya que coadyuvan a la edificación de ciudades más sustentables. A continuación, se analizan algunos modelos de evaluaciones nacionales e internacionales, subrayando el área de los materiales.

Mirada internacional

La evaluación ambiental de la construcción en el ámbito internacional, la realizan en la actualidad empresas y organizaciones interesadas en diseñar ciudades más sustentables como el caso de *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM) y *Green Building Initiative* (GBI).

LEED es un sistema de evaluación y certificación de edificios sustentables, desarrollado por el *United States Green Building Council* (USGBC) (2016). Funciona para las construcciones en cualquier fase del desarrollo y su metodología consiste en ganar puntos a través de varias áreas que solicitan principios de sustentabilidad. Con base en el número de puntos conseguidos, un proyecto recibe, entonces, uno de cuatro niveles de clasificación LEED: certificado, plata, oro y platino. Su objetivo principal es certificar edificios que sean eficientes en la utilización de recursos naturales como agua y energía,

y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el ámbito específico de los materiales, LEED estipula que su elección:

[...] es importante para la construcción de viviendas sustentables debido a la extracción, procesamiento y transporte que necesitan. Las actividades para la producción de materiales de construcción pueden contaminar el aire y el agua, destruir hábitats naturales, y agotar los recursos naturales. La construcción y demolición constituyen alrededor del 40% del total de flujos de residuos sólidos en los Estados Unidos de América (LEED, 2013: 316).

En el caso de la vivienda, LEED incorpora el área de materiales y recursos estableciendo diversos criterios de sustentabilidad entre los que figuran los siguientes: certificado de madera tropical, gestión de la durabilidad y su verificación, selección de materiales y métodos de construcción, utilización de productos preferentemente ambientales, gestión de residuos en la construcción, y uso de materiales estructurales eficientes (LEED, 2013).

Estos criterios de sustentabilidad permiten fomentar la gestión forestal ambientalmente responsable; promover la durabilidad y el rendimiento de los edificios y de sus componentes y sistemas a través de un diseño adecuado; incrementar la demanda de componentes de construcción que fomenten el reciclado y mitiguen los impactos en el ciclo de vida, y conservar recursos reduciendo el uso innecesario de materiales estructurales.

Por su parte, BREEAM, tiene un método de evaluación ambiental para proyectos ejecutivos y para infraestructura sin importar su etapa de desarrollo, fue elaborado en el Reino Unido por el *Building Research Establishment* (BRE) (2016).

BREEAM mide un valor sustentable en una serie de áreas, que van desde la energía hasta la ecología. Cada una de estas áreas se ocupa de los criterios e indicadores más influyentes, incluyendo el diseño de bajo impacto y la reducción de las emisiones de carbono, la durabilidad y la resistencia, la adaptación al cambio climático, el valor ecológico y la protección de la biodiversidad. Se deben ganar puntos para el logro de los objetivos y la suma final determina su clasificación: aprobado, bueno, muy bueno, excelente y excepcional.

1. Para el área de materiales, por ejemplo, un criterio de impacto incorporado al indicador de consumo energético en sus etapas consecutivas e interrelacionadas desde la adquisición de materias primas o la generación de recursos naturales hasta su disposición final en su producción, podría ser evidenciado por la herramienta que certifique, mediante un análisis de ciclo de vida, verificando en que momento el producto disminuye el impacto ambiental pudiendo otorgar una etiqueta ambiental (PRÉ, 2016).

En las nuevas construcciones BREEAM tiene el área de materiales y propone los siguientes criterios: materiales peligrosos para verificar si se han eliminado, controlado e identificado; materiales que ponen en riesgo la salud y el ambiente; uso de materiales con bajo impacto ambiental para verificar el comportamiento medioambiental relacionado con los materiales a través de la *green guide*; reutilización de edificios existentes (fachadas o la misma estructura principal del edificio), y gestión de la disposición y desecho de los materiales empleados en la construcción (The European Commission, 2007),

Otro ejemplo relevante es GBI (2016) que en 2005 se convirtió en la primera organización acreditada para formular normas en materia de edificación sustentable por el *American National Standards Institute* (ANSI).

El Comité Técnico de la GBI se formó a principios de 2006 y la norma ANSI oficial *Green Globes* (GG) se publicó en 2010. Operado por la GBI en Estados Unidos el sistema GG es utilizado por grandes promotores inmobiliarios y empresas de administración de propiedades. Para aumentar la adopción de mejores prácticas de construcción sustentable GBI ofrece herramientas de evaluación ambiental y sistemas de clasificación prácticos e integrales.

Para nuevas construcciones GBI y GG evalúan el proyecto en siete áreas. Cada una de estas áreas tiene criterios e indicadores específicos que cuantifican el rendimiento general del edificio otorgando un total de 1,000 puntos. Los principales criterios en el área de materiales y recursos son: montaje del edificio, reutilización de materiales, gestión de los residuos, ciclo de vida del edificio, conservación de recursos y diseño de la envolvente del edificio (GBI, 2016).

Estos modelos de evaluación son un buen ejemplo a seguir, pero es difícil aplicarlos directamente en México por su alto costo de capacitación y pago de servicios, y por sus leyes, normas y certificados extranjeros ya que no son aplicables en nuestra sociedad. A pesar de esto, en México existen actualmente 115 edificios certificados bajo el sello LEED que expide el USGBC (Obras, 2014).

Mirada nacional

En México también existe la evaluación ambiental. Existe la norma voluntaria NMX-AA-164-SCFI-2013

(SE, 2013): “Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos” que aplica para todas las edificaciones que se ubiquen en el territorio nacional, y tiene como objetivo principal el especificar los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguren su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.

Esta norma es producto del esfuerzo conjunto de los sectores interesados para inducir la transición hacia prácticas de edificación sustentables que contribuyan a la protección del ambiente, la salud y el confort de los ocupantes y la productividad de las personas.

En los requisitos particulares, esta norma establece una serie de áreas, una de ellas se enfoca en los materiales y recursos y, a su vez, está dividida en criterios que buscan disminuir los factores de presión sobre la calidad ambiental local y global, entre éstos figuran los siguientes: la selección de los materiales debe considerar los impactos ambientales, sociales y económicos a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación; los productos forestales deben acreditar su legal procedencia; se deben entregar etiquetas ambientales del material que indiquen la materia prima contenida, el tipo y cantidad de energía utilizada, el tipo de transporte y distancia recorrida, la vida útil del material, y el mantenimiento y disposición final del material; se debe promover la utilización de materiales reciclables, reutilizables o reciclados; es preferible seleccionar el diseño modular; se deben utilizar materiales que no contengan agentes tóxicos y garantizar una adecuada gestión de residuos durante la obra y en el uso del edificio.

Así mismo, a nivel federal, México cuenta con un *Código de Edificación de Vivienda* (CEV) propuesto por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2010), que estipula en la certificación de materiales:

Se debe procurar el uso de productos y sistemas de construcción que se encuentren regulados bajo normas y sean amigables con el medio ambiente considerando su ciclo de vida desde la extracción de materias primas hasta el fin de la vida del producto, que cuenten con el método de ciclo de vida del producto cumpliendo las normas ISO-14040 al 49, materiales

con bajo impacto ambiental en su fabricación y que cuenten con la certificación de etiqueta ambiental de acuerdo al ISO-14020 al 24 (CONAVI, 2010: 303).

También es importante mencionar que a nivel federal existe un modelo de evaluación ambiental propuesto en 2008 por la CONAVI que estipula criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables, a los cuales define como: “[...] aquellos que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas [...] y que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno” (CONAVI, 2008: 8).

En este sentido, los desarrollos habitacionales sustentables deben cumplir con áreas, criterios e indicadores que serán evaluados considerando valores previamente establecidos otorgando una puntuación en cada criterio específico. En este modelo encontramos cuatro áreas importantes: 1) ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios, 2) uso eficiente de la energía, 3) uso eficiente del agua y 4) manejo adecuado de residuos sólido. Cada una de áreas cuentan con sus indicadores, pero es importante destacar que el modelo propuesto por la CONAVI no ha desarrollado los indicadores relativos a la solución estructural, materiales empleados y factores socioculturales.

Por su parte, a nivel estatal, existe el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) que impulsa la creación y regulación de sistemas de certificación y acreditación ambiental para edificaciones, que tengan por objeto determinar la conformidad sobre el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como los esfuerzos adicionales de las personas a favor del medio ambiente (SEDEMA, 2008). El objetivo principal de PCES es:

Promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en el Distrito Federal, con base en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental; a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos (SEDEMA, 2008: 9).

La evaluación cuenta con cinco áreas, una de ellas son los impactos ambientales y otros impactos en donde describen los siguientes criterios: utilización de materiales locales; distancia reducida de proveedores; uso de productos biodegradables; uso de materiales ambientalmente amigables para acabados; uso de materiales reciclados para la construcción, y reutilización de estructuras existentes.

Así mismo, también podemos hablar de un esfuerzo a nivel académico en el ámbito de desarrollo e investigación con el modelo de evaluación ambiental llamado: *Arquitectura, tecnología, bioclimática y espacio sustentable* (ARTEBES), desarrollado por Miguel Arzate (2017). Se trata de una metodología para evaluar la arquitectura que permite obtener un resultado claro del nivel de sustentabilidad que tiene un proyecto determinado, fomentando en el usuario la toma de decisiones o la planeación a corto, mediano o largo plazo en la edificación. Además de las características mencionadas, también ARTEBES promueve:

- Localizar áreas para ser reforzadas y alcanzar un mayor porcentaje de sustentabilidad en el diseño.
- Calcular la cantidad de energía que se ahorra o genera con tecnologías o sistemas que utilizan recursos renovables en la arquitectura.
- Mostrar los ahorros energéticos del proyecto con el fin de conocer que ventajas se obtienen y poder elaborar una buena planeación arquitectónica (Arzate, 2013).

Algunas ventajas y diferencias importantes de ARTEBES: 1) Fue diseñado para ser aplicado en México; 2) El modelo se utiliza a través de un *software* que está disponible en línea las 24 horas del día; 3) Los resultados pueden ser cualitativos o cuantitativos dependiendo de la información que proporcione el usuario; 4) No hay que pagar para acceder al *software*, y 5) Es de fácil comprensión.

Desafortunadamente los modelos de evaluación nacionales son muy poco utilizados, en México actualmente existen sólo 12 proyectos en el Distrito Federal (DF) bajo el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) (Obras, 2014).

Metodología

Por las razones expuestas anteriormente se eligió utilizar ARTEBES (2017), ya que es un modelo de evaluación

nacional desarrollado por un académico mexicano y pensado para ser aplicado en México mediante un *software* en línea. Con esta evaluación se busca:

- Evidenciar como se presenta la sustentabilidad y localizar fortalezas y debilidades para rediseñar, remodelar o intervenir los espacios que así lo requieran.
- Enfatizar la cantidad de energía que se ahorra o transforma con tecnologías o sistemas que utilizan recursos renovables.

A continuación se explica la metodología que utiliza ARTEBES para realizar la evaluación ambiental de una edificación a través del *software*. ARTEBES clasifica cuatro áreas generales presentes en la arquitectura que pueden incluir la sustentabilidad, estas áreas son: tecnología, ecología, espacial y bioclimática. Asimismo, define los criterios más representativos para cada área, todos ellos regidos por normas, leyes o empresas que buscan la sustentabilidad en la arquitectura.

Tecnología criterios:

- Celdas de combustible
- Aerogeneradores
- Celda fotovoltaica
- Colector solar
- Focos ahorradores
- Regaderas
- Inodoros
- Calentadores de agua
- Lavadoras
- Acondicionadores de aire
- Refrigerador

Ecología criterios:

- Áreas de conservación
- Uso de suelo
- Áreas verdes
- Lámparas exteriores
- Recolección de agua

Espacial criterios:

- Materiales estructurales
- Mobiliario
- Acabados
- Luz natural (prismas)
- Luz natural (pipas de luz)

Bioclimática criterios:

- Norma ENER 008
- Norma ENER 020
- Norma de Naturación
- Sistemas bioclimáticos
- Captación de agua pluvial

ARTEBES utiliza algunos indicadores de desarrollo sustentable en México para asignarlos a cada uno de los criterios, algunos tendrán más que otros dependiendo de la importancia y, sobre todo, su existencia (si 1, no 0), con esto se obtiene un valor numérico variable en cada criterio, el cual podrá ser utilizado al final para realizar distintas comparativas cualitativas en la evaluación. Los posibles indicadores que se pueden asignar a los criterios son los siguientes:

Valores medioambientales:

- Fomenta o propicia la disminución de dióxido de carbono emitido a la atmósfera.
- Se puede reciclar o reutilizar al final de su ciclo de vida.
- Puede ahorrar o recuperar agua para reintroducirla en el ciclo de uso de las actividades humanas.

Valores sociales:

- Fomenta la infraestructura de la ciudad por habitante.
- Genera un aumento en la plusvalía de la vivienda.

Valores económicos:

- Fomenta el ahorro de energía por habitante.
- Fomenta la conservación de las reservas probadas de fuentes de energía fósiles.
- Fomenta el aumento del consumo de recursos energéticos renovables.
- Propicia la disminución del costo económico en protección ambiental en relación con el Producto Interno Bruto (PIB) del país.

Valores institucionales:

- Utiliza Normas y Leyes Nacionales que fomentan la eficiencia y ahorro energético de los recursos naturales.

En resumen, ARTEBES suma los puntos obtenidos vaciándolos en una tabla de resultados finales. El resultado se expresa por medio de la adición de puntos (entendiendo que mientras existan menos puntos es menos sustentable y mientras existan más puntos es más sustentable), los cuales se identifican en cuatro rangos. Estos rangos se dividen en 4/4, lo que significa que la puntuación que se obtiene en la evaluación debe ser dividida entre el total de puntos máximos que se pueden obtener (100% sustentable). Cada rango tiene un límite, cada vez que se rebase ese límite el resultado cambia de rango.

muy sustentable:	121-162
medio sustentable:	81-120
poco sustentable:	41-80
nada sustentable:	0-40

Finalmente, el *software* puede registrar en cada criterio una cantidad numérica de ahorro de electricidad, agua o gas (si es que existen estas acciones por parte de los usuarios del edificio), con esta información, el *software* calcula estos ahorros energéticos y los expresa numéricamente en una prospectiva de 1, 5, 15 y 30 años, así como sus equivalencias de ahorro correspondientes (económico, emisiones de CO₂ y consumo de petróleo) obteniendo resultados cuantitativos en la evaluación.

Caso de estudio

Se propuso como caso de estudio alguna de las Instituciones de Educación Superior (IES) (SEP, 2017) en México, por lo que se eligió a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (específicamente el edificio nombrado como Torre III), construida bajo el concepto de desarrollo sustentable, buscando mejorar a la sociedad sin deteriorar al medio ambiente, ya que como institución de educación superior tiene una responsabilidad social a través de la creación y difusión del conocimiento, esto lo refleja a través de su Programa Interdisciplinario

de Desarrollo Sustentable (UAM CUAJIMALPA, 2017), con el propósito de promover la incorporación del desarrollo sustentable en todas las actividades académicas y de gestión que se realicen en la Unidad, mediante diversos objetivos de los cuales, dos están fuertemente relacionados con la evaluación ambiental de sus instalaciones:

III Alcanzar la mayor reducción posible del impacto ambiental generado por las actividades de la comunidad universitaria (definido éste como cualquier cambio adverso en el medio ambiente, resultante en forma total o parcial de los aspectos ambientales de la institución). Para ello deberá difundirse el conocimiento de las normas y políticas en materia ambiental, involucrando a toda la comunidad en el proceso de disminución de la huella ecológica de la Unidad para lograr su eventual certificación (UAM-C, 2017: 4).

VII Convertir las instalaciones de la Unidad en un ejemplo de sustentabilidad ambiental (UAM-C, 2017: 5).

Además, en su estructura organizativa menciona que como campus responsable deberá:

30. Realizar, como una acción prioritaria de corto plazo, un diagnóstico técnico ambiental de las instalaciones de la Unidad y del quehacer institucional, que considere todos los aspectos que tienen un impacto en el medio ambiente. Para la realización del diagnóstico, el Comité del Programa establecerá un grupo de expertos internos y externos. Los resultados del diagnóstico, así como las recomendaciones que, en su caso se formulen, serán dados a conocer al Consejo Académico de la Unidad a través del Rector (UAM-C, 2017: 10).

Caracterización del caso de estudio

Se determinó la información para evaluar la Torre III de la UAM-C con ARTEBES:

Tecnología:

Celda fotovoltaica: son luminarias ubicadas en exteriores (bahía de acceso, ágora y jardín superior oriente).

Colector solar: da servicio a cuatro regaderas de personal de mantenimiento mediante dos calentadores con capacidad de 50 litros hora/día y 5 termotanques solares de 200 litros hora/día para servicio de cocina.

Focos ahorradores: éstos se ubican únicamente en ductos de instalaciones y servicios.

Inodoros: los mingitorios e inodoros en el interior del edificio se alimentan con agua tratada por planta de tratamiento, por lo que no se utiliza agua potable en ninguno de ellos y en el caso de los baños vestidores del área deportiva, éste servicio se realiza a través de mingitorios ecológicos, por lo que tampoco se consume agua potable.

Ecología:

Áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos: el proyecto cuenta con la aprobación del Estudio de Impacto Urbano, aprobado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF, así como la Manifestación de Impacto Ambiental, cumpliendo con la normatividad vigente en su momento (2011), así como con las Normas Técnicas Ambientales aplicables. Únicamente se contaba con vegetación secundaria ya que el predio contó con el uso anterior de mina a cielo abierto y el proyecto ejecutivo incorporó un proyecto de arquitectura de paisaje para las áreas exteriores y naturación de azotea aprobado por la Secretaría de Medio Ambiente del GDF.

Uso de suelo: se cuenta con el Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF, mismo que fue soporte para la obtención de la Manifestación de Construcción del edificio por parte de la Delegación Cuajimalpa.

Áreas verdes: el área libre requerida en el uso del suelo es del 40% de la superficie del predio y el área verde y permeable considerada en el Plan Maestro para el desarrollo del conjunto es del 30%, porcentaje que a la fecha, por contar con una sola etapa de construcción, es mayor. Los estacionamientos están proyectados y a la fecha construidos en los tres primeros niveles de construcción del edificio y cuando se concluya las edificaciones del Plan Maestro no deberá haber vehículo fuera del interior de los edificios.

Recolección de agua en terrazas y banquetas: se trata el 100% y se reutiliza en lavado de estacionamientos, mingitorios WCs y riego de jardines.

Bioclimática:

Naturación: 20% de la azotea verde ocupa la cubierta del edificio.

Captación de agua: como sistema alternativo de aprovechamiento pluvial se considera el gasto pico tomado en un tiempo de duración de lluvia igual al tiempo de concentración, siendo éste de 60 minutos, por lo que se diseñó un tanque tormenta con un volumen de captación de 470 m³, este volumen capta durante ese tiempo el equivalente a una área del 47% del predio y se complementa con una cisterna pluvial que a su vez canaliza las lluvias a la planta de tratamiento de aguas residuales para su reutilización, tanto la cisterna como el tanque tormenta fueron diseñadas y aprobadas por la normatividad vigente y la Dirección de Sistema de Aguas del GDF.

Generales: cumplimiento de reglamentos, normas y leyes:

- NOM-002-STPS-2000-protección contra incendio.
- NOM-003-SEMARNAT-1997-tratamiento de aguas residuales para reúso.
- NOM-127-SSAI-1994-potabilidad ion para aguas de uso y consumo humano.
- NOM-015-CONAGUA-2007-infiltración de agua pluvial al subsuelo.
- NFPA Capítulo 14-sistemas contra incendio con base en hidrantes.

Reglamento de construcciones y normas técnicas complementarias del DF.

- NOM-001-SEDE-2005.
- LEY DE DESARROLLO URBANO DEL GDF.
- PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE SANTA FE (art. 63,64,74,80).
- NADF-013-RNAT-2007 en materia ambiental.
- NADF-006-RNAT-2004.
- Ley de Protección Civil (art. 47),

Análisis del caso de estudio

Se ejecutó el *software* de ARTEBES con la información de la Torre III completa (Figuras 2-8):

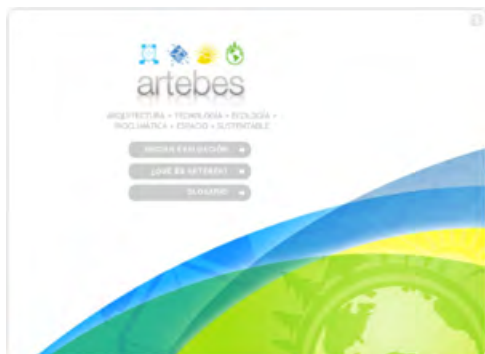


Figura 2. Carátula de ingreso al software.



Figura 3. Alta del proyecto con el software.

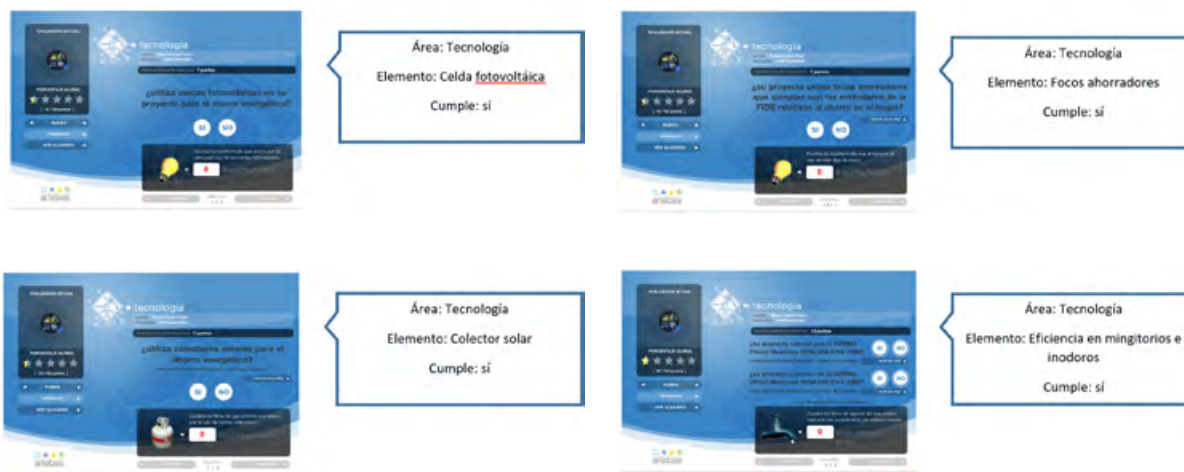


Figura 4. Criterios ingresados al software en el área de tecnología.



Figura 5. Criterios ingresados al software en el área de ecología.



Figura 6. Criterios ingresados al software en el área de bioclimática.



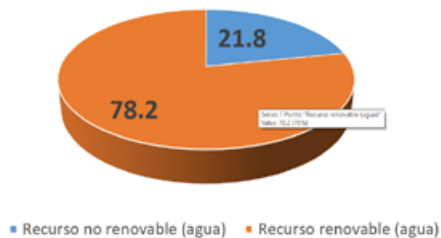
Figura 7. Información cualitativa obtenida en el software.



Figura 8. Información cuantitativa de 1 y 5 años obtenida en el software.



Figura 9. Certificado otorgado por ARTEBES.



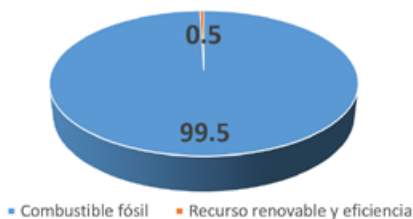
Gráfica 1. Consumo de agua en un año (%).

Recurso no renovable (agua):
1,959,880 L/año

Recurso renovable (agua):
7,040,120 L/año

agua (LT.)

AHORRO DE LITROS DE AGUA AL DÍA: 19288
 AHORRO POR AÑO: 7040120
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 35200600
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 105601800
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 211203600



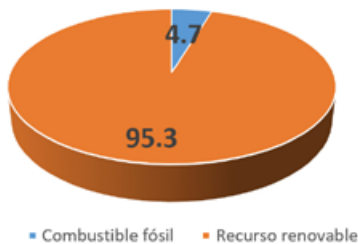
Gráfica 2. Consumo de electricidad en un año (%).

Combustible fósil:
1,493,248 KW/año

Recurso renovable y eficiencia:
7,965 KW/año

energía (EN KWATT / DÍA)

AHORRO DE KWATTS/D: 21.82
 AHORRO POR AÑO: 7964.3
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 39821.5
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 119464.5
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 238929



Gráfica 3. Consumo de gas en un año (%).

Combustible fósil:
13,706 L/año

Recurso renovable:
273,750 L/año

gas (LT. GAS LP / DÍA)

AHORRO DE GAS LP / D: 750
 AHORRO POR AÑO: 273750
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 1368750
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 4106250
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 8212500

Resultados finales

Debilidades y fortalezas

De acuerdo con el modelo de evaluación la Torre III de la UAM-C, cuenta con:

- Lámparas exteriores con celdas fotovoltaicas.
- Colectores solares para calentar agua con energía solar.
- Focos eficientes para ahorrar energía eléctrica.
- Inodoros y mingitorios eficientes en el uso de agua.
- Naturación en la techumbre del edificio.
- Captación de agua de lluvia en el edificio.
- Aceptación del proyecto por el programa de ordenamiento ecológico.
- Certificado único de zonificación de uso de suelo.
- Porcentaje de áreas verdes adecuado.
- Planta tratadora de aguas residuales para su reúso en el edificio.

De acuerdo con el modelo de evaluación la Torre III de la UAM-C no cuenta con:

- Ningún tipo de celda de combustible para generar electricidad.
- Ningún tipo de aerogenerador para generar electricidad.
- Ningún tipo de celda fotovoltaica en la techumbre del edificio.
- Ningún tipo de regadera de baño ahorradora de agua.
- Ningún tipo de sistema de aire acondicionado que eficiente la energía utilizada.
- Ninguna norma que certifique el confort natural del edificio.
- Ningún sistema bioclimático utilizado para el confort natural del edificio.
- Ningún material estructural con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún mobiliario con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún acabado con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún sistema de iluminación natural instaurado en el edificio.

El resultado cualitativo de la evaluación que arrojó

ARTEBES a la Torre III de la Unidad Cuajimalpa fue de 60 puntos ganados de 162 posibles (Figura 7) alcanzando un porcentaje de eficiencia de 37 sobre 100 y obteniendo un certificado de POCO SUSTENTABLE (Figura 9). Los resultados cuantitativos del consumo de electricidad anual proveniente de energías renovables fueron de un 0.5% (Gráfica 2), así como el consumo de gas anual proveniente de recursos renovables fue de un 95.3% (Gráfica 3). Además, presenta un ahorro importante en el consumo anual de agua de 7040.712 m³ (Gráfica 1). Esto representa una disminución total anual de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al ambiente de 854.403 toneladas. El ahorro económico anual estimado por las acciones realizadas en el edificio según el modelo fue de \$ 5,200,000.00.

La principal fortaleza es la instalación de la planta tratadora de aguas residuales, la cual aprovecha el agua de lluvia y aguas negras para reutilizarla en mingitorios, wc, lavado de estacionamientos y riego de jardines. También la instalación de colectores solares para calentar el agua de regaderas y servicios de cocina genera un ahorro en utilización de gas (combustible fósil) de un 95.3%. Sus principales debilidades se presentan en el área de tecnología, ya que todo su consumo de electricidad proviene de recursos no renovables (Comisión Federal de Electricidad); y en el área de bioclimática, ya que no cuentan con certificación, norma o sistema que respalde una temperatura adecuada en el transcurso del año en el interior del edificio, y en el área espacial, tampoco tiene ningún análisis previo de ciclo de vida de los materiales para su construcción. Estas debilidades deberán tomarse en cuenta para rediseñar, remodelar o intervenir los espacios que así lo requieran.

Se recomienda considerar la instalación de tecnología que realice mediciones constantes del consumo de energía, tanto de combustibles fósiles como de energías renovables para realizar evaluaciones mensuales o anuales del rendimiento energético del edificio y obtener datos precisos para futuras evaluaciones. Es relevante mencionar que en esta evaluación no se tomaron en cuenta las áreas de transporte, ni ruido, debido a la estructura de metodología empleada, por lo que se recomienda en futuras evaluaciones integrarlas.

Conclusiones

Los modelos de evaluación ambiental internacional son promovidos en México por los actores más importantes en la toma de decisiones, es decir, el gobierno federal y estatal, las organizaciones no gubernamentales (ONGS) y algunas universidades. Esta política inhibe las posibilidades de investigar y elaborar modelos nacionales que:

- Desarrollen nuevos modelos de evaluación ambiental por investigadores o profesionistas mexicanos dedicados al tema, debido a intereses políticos o personales de sectores específicos de la sociedad.
- El desarrollo de nuevas normas, certificados o etiquetas que apliquen para empresas, servicios o productos en donde se proporcione a los consumidores información sobre sus impactos (sobre todo en los materiales de construcción).
- La coordinación entre diversos actores en México (gobierno, academia, empresas y el sector social) para proponer una metodología de evaluación ambiental para edificios, que tome en cuenta las necesidades endógenas del país.
- La renovación de los planes de estudio de las distintas carreras que estén relacionadas o vinculadas con la planeación y el diseño de ciudades y edificios; para integrar métodos de evaluación ambiental en las universidades del país.
- El interés de la población y empresas de la industria de la construcción por conocer el beneficio que otorga aplicar un método de evaluación ambiental desarrollado en México.
- La identidad como sociedad mexicana, fomentando la admiración de modelos ambientales propuestos y desarrollados por otros países, que la mayoría de las ocasiones no se pueden adaptar a México completamente, por cuestiones culturales, ambientales, económicas o legales.

México tiene una gran tarea por resolver en el tema del impacto ambiental de la actividad de la construcción, este sector genera una gran actividad económica para el país, pero también implica un gran impacto ambiental que a largo plazo terminará generando costos económicos, sociales y ambientales más altos, que los

que generaría la gradual transición hacia prácticas sustentables. El área que genera gran impacto ambiental en la actividad de la construcción son los materiales utilizados, desafortunadamente en México no existen normas o certificaciones nacionales que verifiquen el ciclo de vida de éstos, por lo que no se pueden integrar a ningún modelo de evaluación en nuestro país. Este es un tema pendiente que requiere mucho trabajo, voluntad e integración sobre todo del gobierno y la academia.

Recordemos que un modelo de evaluación ambiental para las edificaciones es holístico,² no se compone sólo de un área, ni se puede evaluar de forma separada, por lo que definitivamente hay que sumar todas las partes y, para ello, deben estar bien desarrolladas y determinadas. La sustentabilidad en la arquitectura no se compone de los materiales o de la bioclimática, es la integración de todas sus partes.

Por estas razones en este proyecto se incentivó la utilización de un modelo de evaluación mexicano (ARTEBES) en una Institución de Educación Superior que fomenta el desarrollo sustentable: la Universidad Autónoma Metropolitana, utilizando como caso de estudio la Torre III de la Unidad Cuajimalpa, que tuvo un certificado sustentable con una calificación de 3.7 sobre 10.

Los resultados obtenidos nos indican que tiene algunas fortalezas en el área de tecnología, sobre todo en la reutilización del agua con su planta de tratamiento y en la transformación de energía solar a calorífica para calentar el agua de los baños, pero también nos indican debilidades que hay que atender en el área de tecnología al utilizar electricidad proveniente de combustibles fósiles, así como en el área de bioclimática al no existir algún diseño que ayude al edificio a estar en confort durante todo el año o en el área espacial al no contar con ningún certificado o etiqueta ambiental en los materiales de construcción utilizados en el edificio.

Es importante realizar evaluaciones ambientales en la arquitectura para conocer su aporte a la sustentabilidad con modelos de evaluación mexicanos, por lo que se propone de manera general en estos últimos párrafos y como parte de las conclusiones, desarrollar un modelo de evaluación que considere integrar conceptos de sustentabilidad a través de un *software* en línea que pueda ser utilizado en las IES (que podría ser un ejemplo

2. Propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

para la formación de los mismos alumnos en México), fomentando que en la envolvente arquitectónica se integre la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima y los recursos naturales. Además, con esta propuesta se podría activar la coordinación y trabajo de diversos profesionales mexicanos en el tema, así como el interés de la sociedad por formar parte de un proyecto que pertenezca al país.

Se sugiere utilizar la misma estructura del modelo de evaluación conformado por ARTEBES ya que cuenta con las características necesarias para seguir desarrollando esta idea, es decir:

- Grupos
- Áreas generales
- Criterios
- Indicadores
- Validación por medio de herramientas que nos ayuden a comprobar la disminución del impacto ambiental.

Se podría complementar con nuevos criterios e indicadores que estén relacionados con las instituciones de educación superior, obteniendo información de profesores expertos en cada una de las áreas. De esta manera, la UAM-C sería pionera (como IES) en el desarrollo de su propio modelo de evaluación (*software*) generando un certificado de escuela sustentable, pudiendo ofrecer esta herramienta a nivel nacional para que se deje de consultar y pagar a otras instituciones internacionales metodologías que son poco adaptadas a las características de nuestro país. La metodología propuesta para complementar y obtener un nuevo modelo de evaluación sería la siguiente:

1. Modelo

a) Modelo de concreción

- Definición de criterios e indicadores
- Diagramas de funcionamiento

b) Desarrollo del modelo

- Matrices generadoras

2. Programación del *software*

a) Prototipado

- Pantallas
- Componentes
- Botones

b) Programar modelo

- Base de datos
 - Integrar con *cloud storage*
- Interface de programación
- Pruebas y montaje en la Web

3. Diseño y multimedia

a) Diseñar imagen

- Iconografía
- Botones
- Plantillas

b) Interface para el usuario

- Transiciones
- Efectos estándar
- Sonidos especiales

Agradecimientos:

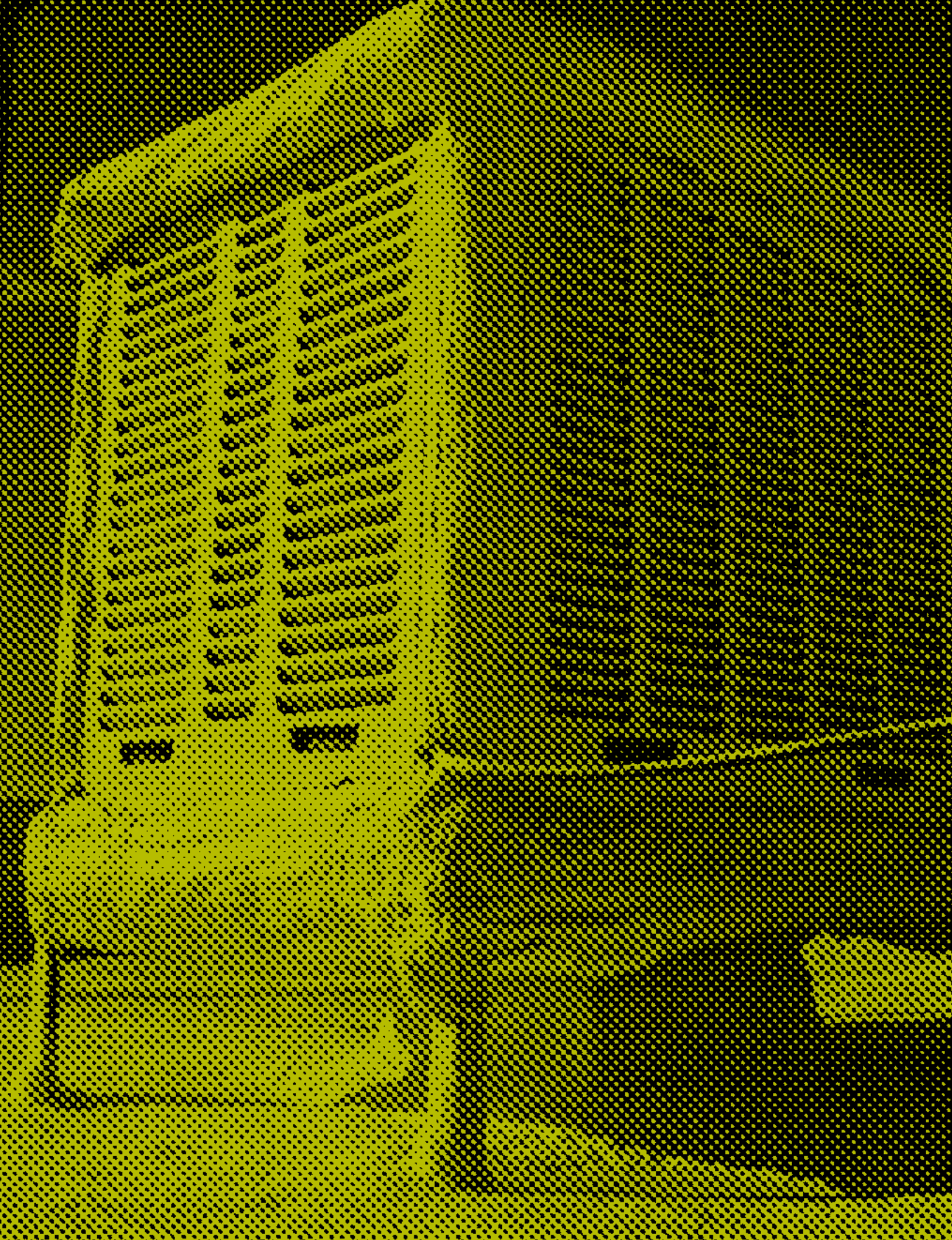
Agradecemos a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, especialmente al Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro y al Dr. Manuel Rodríguez Viqueira, por facilitar el acceso al edificio y proporcionar los datos solicitados para que esta evaluación se llevara a cabo con éxito pensando en el mejoramiento ambiental de la Unidad con la conclusión de este proyecto de intervención.

Bibliografía

- Arzate, M. (2013). "Evaluación para la arquitectura sustentable", en O. Barrera, & A. Navarrete, *Diseño y evaluación de edificios sustentables: ciclo nuevas prácticas profesionales*, México: UAM, AECID, UB, UNAM.
- The European Commission (2007), *Un vitrubio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico*, (S. Sanmiguel, Trad.), Barcelona, Gustavo Gili.
- Yeang, K. (2001), *El rascacielos ecológico*. (C. Saenz de Valicourt, Trad.) Barcelona, Gustavo Gili.
- ISO (2016). *International Organization for Standardization*.
<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>
- LEED (2013). *LEED v4 for homes design and construction*.
<http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20ballot%20version%20%28Homes%29%20-%2013%2011%2013.pdf>
- LEED (2013). *Reference guide for homes design and construction*. (GBC, Ed.)
http://www.usgbc.org/sites/all/assets/section/files/v4-guide-excerpts/Excerpt_v4_HOMES.pdf
- OBRAS (28 de agosto de 2014). *Construcción*.
<http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico>
- ONU (12 de Agosto de 2015). *Naciones Unidas, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*
<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>
- ONU. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU. (2016). *Objetivos de Desarrollo*, Objetivo 11: Ciudades Sostenibles
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- PRÉ. (2016). *PRÉ Sustainability*.
<https://www.pre-sustainability.com/about-pre>
- SE (2013). *NMX-AA-164-SCFI-2013*. Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos:
<http://sume.org.mx/admin/wp-content/uploads/2015/10/NMX-AA-164-SCFI-2013.pdf>
- SEDEMA (2008). *Programa de certificación de edificaciones sustentables*.
<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>
- SEDEMA (2008). *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*.
<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>
- SEP (2017). *Gobierno*. Instituciones de Educación Superior en México
<https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/las-instituciones-de-educacion-superior-en-mexico>
- UAM CUAJIMALPA (2017). *Programa Interdisciplinario de Desarrollo Sustentable de la Unidad Cuajimalpa de la UAM*.
<http://www.cua.uam.mx/uamc-sustentable/programa-interdisciplinario-de-desarrollo-sustentable-de-la-unidad-cuajimalpa-de-la-uam>
- UAM-C (2017). *Programa Interdisciplinario de Desarrollo Sustentable*.
<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/sustentable/pids/PIDS.pdf>
- USGBC. (2016). *Leadership in Energy and Environmental Design*.
<http://www.usgbc.org/leed>

Referencias electrónicas

- Arzate, M. (2017). *ARTEBES*.
<https://www.kiwilab.mx/apps/artebes/>
- Arzate, M. (2017). *Elemento Binario*.
<https://elementobinario.wordpress.com/nosotros/>
- BRE (2016). *BREEAM*.
<http://www.breeam.com/index.jsp>
- CONAVI (2008). *Criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables en México*. (CONAVI, Ed.)
<http://www.conavi.gob.mx/>
- CONAVI (2010). *Código de Edificación de Vivienda*. (CONAVI, Ed.).
<http://www.conavi.gob.mx/>
- GBI (2016). *Green Building Initiative*.
<http://www.thegbi.org/>
- GBI (2016). *Green Globes for New Construction*.
<http://www.thegbi.org/green-globes-certification/how-to-certify/new-construction/>



Costo y rentabilidad de diversas estrategias bioclimáticas en viviendas con enfriamiento evaporativo directo en función del ciclo de vida

Luis Carlos Herrera Sosa

Coautores

Alejandro Pablo Arena Granados

Gabriel Gómez-Azpeitia

PALABRAS CLAVE:

enfriamiento evaporativo, estrategias de bioclimatización, costo de ciclo de vida

KEYWORDS:

evaporative cooling, bioclimatic strategies, life cycle cost

RESUMEN

En las regiones de clima cálido seco en México se ha extendido el uso de equipos de enfriamiento evaporativo directo que consumen altas cantidades de energía y agua, de ahí la necesidad de desarrollar un proyecto experimental con estrategias conservativas y bioclimáticas puestas en práctica en viviendas mínimas provistas de ese tipo de equipos en la ciudad de Chihuahua, México, a fin de reducir en lo posible su tiempo de operación. Las estrategias aplicadas fueron: instalación de termostato para control de encendido del equipo de enfriamiento evaporativo directo; aislamiento térmico adicional en cubierta; protección solar en ventanas; aislamiento térmico y protección solar del equipo de enfriamiento evaporativo directo; incremento de masa térmica en muros; y ventilación nocturna superpuesta a las anteriores. Se presentan los resultados en términos de ahorro de agua y energía y los beneficios asociados al ahorro de energía y de agua, con una perspectiva de ciclo de vida.

ABSTRACT

The use of direct evaporative cooling in dry hot regions in Mexico is extensive with the consequent high consume of power and water. Therefor an experimental project was conducted in which six conservative and bioclimatic strategies were incorporated to low-cost housings conditioned with direct evaporative cooling, to reduce as possible its operation periods. The applied strategies in housing units in the city of Chihuahua, were: installation of a thermostatic control; additional thermal insulation on the roof; solar protection for windows; thermal insulation and solar protection of the direct evaporative cooling equipment; increase of thermal mass of walls; and night ventilation which were overlapped with all the previous options. In this paper, the results about power and water savings are presented, in addition, the economic consequences associated with these conservative and bioclimatic measures are analyzed, considering the additional costs required for their installation and operation, and the benefits associated with the savings of energy and water, using the life cycle cost method.

Universidad Autónoma
de Ciudad Juárez
carlos.herrera@uacj.mx

Introducción

El costo creciente de la energía, el agotamiento de los recursos naturales y el problema del cambio climático a nivel mundial, demandan cada vez más que los edificios sean concebidos y planeados con criterios bioclimáticos a fin de que se alcancen niveles de confort térmico adecuados para los habitantes con el menor consumo de recursos posible. Desafortunadamente esta exigencia aún no ha sido atendida por los profesionales de la arquitectura en México, ya sea por cuestiones económicas, sociales, o por desconocimiento de las técnicas y estrategias aplicables. En la mayoría de los casos se siguen atendiendo las necesidades de confort en los edificios por medio de dispositivos que consumen energías convencionales.

En este contexto, el clima árido seco de la ciudad de Chihuahua, al norte de México, obliga a enfriar las edificaciones durante casi seis meses al año; para lograrlo es usual que se utilicen equipos de enfriamiento evaporativo directo (EED), debido a su bajo consumo de energía, a la simplicidad de su instalación, en comparación con otros sistemas de enfriamiento, y a su eficiencia de refrigeración, pero a expensas de un alto consumo de agua. El EED alcanza su mayor potencial refrigerante cuando las condiciones atmosféricas presentan altas temperaturas y escasa humedad. Paradójicamente en los climas donde predominan estas características el agua resulta ser un recurso limitado y cada vez más amenazado, este justamente es el caso del estado de Chihuahua. De mantenerse esta situación,

cada vez se estará más cerca de enfrentar estallidos sociales por la creciente escasez de los recursos energético e hídrico, y los consiguientes aumentos de costos, que afectarían principalmente a sectores de la población de escaso poder adquisitivo.

Estos antecedentes dieron origen a la presente investigación, cuyos resultados se muestran en este documento. Su propósito principal fue la incorporación de diversas estrategias conservativas y de bioclimatización en prototipos de vivienda de bajo costo para reducir, tanto el consumo de energía convencional como el de agua para fines de climatización. Para demostrar su viabilidad se evaluó la rentabilidad de cada una de las estrategias propuestas con una óptica de ciclo de vida.

Caso de estudio: ciudad de Chihuahua. El clima y el problema hídrico

La ciudad de Chihuahua se localiza a $28^{\circ} 38'$ latitud norte, $106^{\circ} 06'$ longitud oeste y a 1,423 msnm (Figura 1). Su clima se considera árido seco extremoso. La temporada de verano tiene una duración de cinco meses en promedio (mayo a septiembre).

Las temperaturas promedio durante esa temporada son: máxima 32.00°C , media 24.70°C y mínima 17.50°C . La humedad relativa promedio es de 52.80%, con mínima promedio de 16.30%. La mayor precipitación pluvial se presenta en los meses de agosto y septiembre, pero la lluvia total del año apenas alcanza 313.10 mm en promedio (CONAGUA, 2004).

Debido a las condiciones extremas del clima durante esta temporada, los EED son operados en forma prácticamente continua, por lo que el consumo de energía eléctrica y de agua se incrementa de manera significativa, con obvias consecuencias para la economía familiar y el equilibrio ambiental regional y global.

Consumo hídrico y energético de los EED

Según datos de IMPCO (1999) se estima que más de un millón y medio de hogares en México cuentan con enfriamiento evaporativo directo (EED), principalmente en estratos sociales de clase económica media y baja. De acuerdo al último censo de población (INEGI, 2010), el municipio de Chihuahua tiene casi 223 mil viviendas



Figura 1. Localización geográfica del estado de Chihuahua.

Tabla 1. Consumo horario de agua por EED según capacidad de flujo de aire, reportado por diversas fuentes.

Fuente	Capacidad		Consumo
	m ³ /min	CFM	Lts/h
IMPCO (1999)	85	3,000	6.0
PATH (1998)	113	4,000	13.2
CEPAE (2000)	136	4,800	40.0
PATH (1998)	184	6,500	39.7
Lenomex (2004)	184	6,500	Entre 25.0 y 32.0
IMPCO (1999)	1,189	42,000	452.0

conectadas al servicio de agua potable, las cuales cuentan en promedio con un equipo de EED de 127 m³/min (4,500 CFM) según un estudio realizado por Herrera (2012). A su vez, la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2005) estima que en Chihuahua los EED se usan 20 horas diarias en promedio, por lo menos 130 días al año (durante el verano).

Los EED más comúnmente usados en las viviendas de la región tienen una capacidad de flujo de aire entre 85 a 113 m³/mi (3,000 a 4,000 CFM). El consumo energético diario de estos dispositivos oscila entre 400 a 600 Wh. En comparación, un equipo de aire acondicionado con una capacidad de flujo similar consume entre 1,160 a 3,200 Wh diarios (CFE, 2008). Por ello es frecuente encontrar reportes técnicos donde se promueve el uso de EED como una opción sostenible para el ahorro energético. No obstante, suele dejarse de lado el alto consumo de agua que implica el funcionamiento de los EED.

El consumo de agua asociado al funcionamiento de los EED ha sido analizado en distintos estudios (Tabla 1).

La empresa IMPCO (1999) estima que los equipos convencionales de EEDs consumen entre 6 a 452 litros por hora, dependiendo de su capacidad de flujo, que varía entre 85 y 1,189 m³/min (3,000 a 42,000 CFM). Un estudio realizado por el Partnership for Advancing Technology in Housing (PATH, 1998) en el sur de los Estados Unidos demostró que los EED con capacidades de uso común en vivienda consumen de 13.2 a 39.7 litros de agua por hora de operación. Lenomex (2004) en México, ha reportado que un EED de 184 m³/min (6,500 CFM) presenta un consumo de agua que oscila entre 25 a 32 litros por hora de funcionamiento.

La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Chihuahua, a través de la Comisión Estatal para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía del Gobierno del Estado de Chihuahua (CEPAE, 2000), realizó un estudio en un equipo de EED de 136 m³/min (4,800 CFM) donde encontró que en condiciones normales de funcionamiento consume 40 litros por hora, en promedio.

Como puede observarse, los datos disponibles indican que debe consumirse un elevado volumen de agua destinado para la climatización en las zonas de clima cálido seco mediante el funcionamiento de los EED. La Junta Central de Aguas y Saneamiento de Chihuahua (JMAS, 2008) estima una dotación de agua sólo para el rubro de enfriamiento evaporativo de más de 4 millones de metros cúbicos al año. Sin embargo, esta estimación parece muy conservadora, pues los datos obtenidos en esta investigación indican que el volumen anual de agua destinada a EED, podría ser 1.5 veces mayor.

Este enorme consumo de agua en una región caracterizada por poca lluvia trae consecuencias negativas. Del total del agua que se precipita, el 3.36% es captada en presas, el 8% se infiltra y el 47.9% sale de la cuenca. La recarga de los acuíferos es de 331 m³/año, mientras que la extracción es de 342 m³/año (IMPLAN, 2007). Esta situación se agrava por los frecuentes periodos de sequía lo que trae como consecuencia la acelerada disminución en las reservas de agua tanto en cuerpos superficiales como subterráneos.

En el estado de Chihuahua existen 15 acuíferos con sobreexplotación que corresponden principalmente a las zonas en las que se asientan las mayores ciudades y zonas de riego. El balance hidrológico muestra que 11 de ellos presentan algún nivel de sobreexplotación, de los cuales cinco presentan una condición muy severa. Entre estos últimos se encuentra el que alimenta a la ciudad de Chihuahua, que es abastecida exclusivamente por este medio (CONAGUA, 2004).

Esta situación exige que cada año se deban llevar a cabo programas de racionamiento en la ciudad, durante los que se suministra agua sólo de 4 a 6 horas al día. Esto, a su vez, hace que el uso de la instalación de tanques de reserva en cada vivienda se haga indispensable. Si bien se han lanzado campañas de concientización que invitan a la población a ahorrar agua y a evitar fugas, no se ha promovido el uso racional de los EED.

Materiales y métodos

El proyecto desarrollado consistió en cuatro estrategias bioclimáticas de distinta complejidad, costo y eficacia, en viviendas de bajo costo para evaluar su efecto en el ahorro de agua y energía usadas en los EED. Para ello se emplearon prototipos de vivienda de 23.76m² de superficie, con idénticas características de orientación y sistema constructivo (Figuras 2a y 2b). Las viviendas fueron construidas con muros de block de concreto hueco de 12x20x40cms, con acabado de estuco color blanco al exterior e interior, losa de concreto aligerado con casetón de poliestireno de 12 cms, ventanas de vidrio sencillo de 4 mm con manguetería de aluminio y puerta exterior de multypanel. Todas las viviendas contaban con un equipo de EED de 85 m³/min (3,000 CFM) marca Lenomex.

Para evaluar las estrategias conservativas y de bioclimatización seleccionadas, se realizó una investigación de tipo experimental descriptiva, que incluyó un monitoreo de distintas variables durante los veranos de 2006 y 2007. Dos unidades de referencia fueron consideradas: una vivienda sin ninguna estrategia conservativa ni bioclimática (T₁) y otra vivienda a la que se le instaló un EED, así como un termostato de control de encendido y apagado automático marca Dial, como estrategia

conservativa (T₂). Un termostato similar se instaló en el resto de viviendas donde se pusieron en práctica las estrategias bioclimáticas a fin de monitorearlas en las mismas condiciones.

Para determinar la temperatura de encendido y apagado de los EED se utilizó la ecuación propuesta por la norma ASHRAE 55-2010 para edificios libremente ventilados (ASHRAE, 2010):

$$T_n = 17.8 + 0.31(T_o)_1$$

Donde:

T_n = Temperatura neutra

T_o = Temperatura exterior promedio

La temperatura exterior promedio (T_o) empleada para despejar la ecuación (1) correspondió a la temporada de verano, 24.70°C. Así el termostato fue programado para encender o apagar los EED, cuando la temperatura cruzara los 25.53°C.

Las estrategias bioclimáticas realizadas en las viviendas en un primer momento fueron las siguientes:

- c1: Aislamiento térmico adicional en cubierta.
- c2: Protección solar en ventanas.
- c3: Aislamiento térmico y sombreado del equipo de EED y aislamiento térmico del tanque de almacenamiento de agua.
- c4: Incremento de masa térmica en muros.



Figuras 2a y 2b. Viviendas utilizadas para el estudio. Izquierda: Planta; Derecha: Vista exterior (Luis Carlos Herrera Sosa).

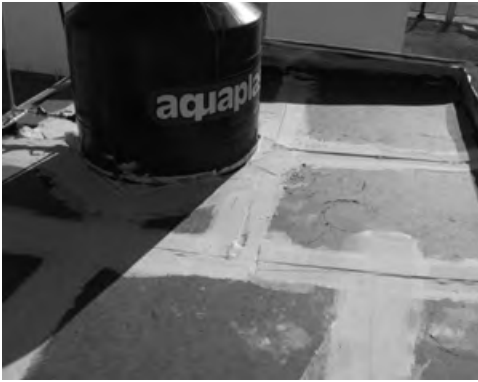


Figura 3. Aislamiento adicional en cubierta (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figuras 4a y 4b. Aislamiento en equipo de enfriamiento. Izquierda: Equipo de EED; derecha: Tanque de almacenamiento de agua (Luis Carlos Herrera Sosa).



La estrategia de aislamiento adicional en cubierta consistió en aplicar una placa de polisocianurato de 1" de espesor en la cubierta, sin pintar. Se considera que es un aislamiento adicional porque la cubierta original incluye aislamiento térmico en los casetones de poliestireno que sirven como aligerante del sistema constructivo (Figura 3).

La estrategia de aislamiento térmico en el equipo de los EED consistió en aplicar una placa flexible de fibra de vidrio de ½" de espesor, y papel de aluminio con acabado en color blanco. Además se le agregó una cubierta de madera de pino de ½" de espesor sin pintar para bloquear los rayos solares. Con las mismas características se realizó la aislación del tanque de almacenamiento de agua (Figuras 4a y 4b).

La estrategia de protección solar en ventanas consistió en instalar partesoles verticales y horizontales para disminuir la ganancia de radiación solar directa incidente a través de las ventanas. Los dispositivos de

sombreado se elaboraron con una estructura de perfil metálico y una placa de polisocianurato de ½" de espesor sin pintar (Figura 5).

La estrategia de incrementar la masa térmica en muros consistió en rellenar los huecos del bloque de concreto de los muros hasta el nivel de cerramiento (2.10 m), con tierra producto de la excavación del terreno natural (Figuras 6a y 6b).

En la última etapa de la investigación se aplicó a todas las viviendas la estrategia de ventilación nocturna (VN), la cual consiste en una ventilación natural cruzada mediante la apertura de las ventanas durante la noche, cuando la temperatura exterior es inferior a la del interior.

El acopio de datos se realizó mediante monitoreo con instrumentos, registros de datos cada 15 minutos para las variables de clima y cada hora para el consumo de agua. Para el registro del consumo de agua, se instaló en cada vivienda un medidor de agua



Figura 5. Protección solar en ventanas (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figuras 6a y 6b. Masa térmica en muros. Izquierda: Sección; Centro: Detalle; Derecha: Vista exterior (Luis Carlos Herrera Sosa).

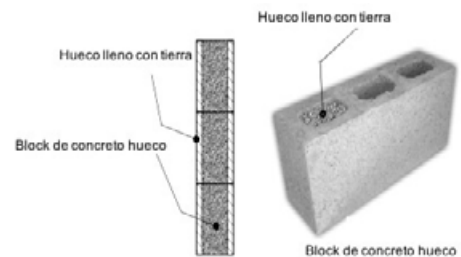


Figura 7. Dispositivo de medición del flujo de agua marca Altair clase CI (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 8. Equipo de medición y termostato de control de encendido (Luis Carlos Herrera Sosa).

marca Altair clase C1 del que se tomaron los registros mediante lectura directa (Figura 7).

El equipo de monitoreo al interior de las viviendas consistió en data loggers tipo HOBO de Onset Computer Co., modelos HO8-004, HO8-032-08 y UI2-013 provistos de sensores de temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro y humedad relativa. Al interior de los EED se colocó un data logger modelo HO8-004 para medir temperatura de bulbo seco y humedad relativa. En el exterior de la vivienda se colocó un HOBO H32, marca Onset con sensores de temperatura de bulbo seco y humedad relativa (Figura 8).

Las mediciones obtenidas con estos instrumentos pueden considerarse como de clase I, de acuerdo a la norma ISO 7726, con base en la precisión y rangos de operación con que trabajan.

Resultados de consumo de agua y energía

Para el prototipo T1, sin ninguna estrategia conservativa o bioclimática, se registró un consumo de 11.25 lts/h, valor ubicado dentro de los volúmenes esperados según los datos publicados en estudios anteriores (Tabla 1). A partir de los datos registrados durante el monitoreo realizado en los distintos casos, se calcularon los valores de consumo anual de agua y energía, considerando un periodo de funcionamiento de 130 días al año (Tabla 2).

Dado que T1 no tiene termostato automático, el consumo de agua y electricidad fue calculado considerando 24 horas de uso al día. Si se considera un periodo de uso de 20 horas por día, como lo estima la CFE para la región de Chihuahua, el consumo sería de 27.08 m³ de agua y 864.74 Kwh de electricidad.

Tabla 2. Consumo anual de agua y energía por prototipo analizado.

Prototipo	Consumo anual de agua (m ³)*	Consumo anual de energía (Kwh)*
T1	32.50**	1,037.69**
T2	19.13	610.75
C1	15.82	505.18
C2	15.12	482.58
C3	15.78	503.84
C4	16.21	517.60

* Considerando 130 días de funcionamiento al año.

** Considerando 24 horas de funcionamiento por día.

La instauración de la estrategia de ventilación nocturna (VN), que no requiere de costo de inversión ni de operación, produjo ahorros importantes en el consumo de agua y de energía de los EED. Los resultados analizados se muestran en la Tabla 3.

De la comparación de los datos registrados en las tablas 2 y 3 se observa que la ventilación nocturna produce menores consumos, tanto de energía como de agua. Esto se puede explicar por el efecto refrigerador que ocurre cuando se da un intercambio de calor entre la atmósfera terrestre con el sumidero térmico constituido por el cielo nocturno. La eficacia de esta estrategia es favorecida por la presencia de masa térmica que actúe como acumulador térmico. Por ello resulta que la estrategia de incremento de masa térmica (prototipo C4) registra un mejor desempeño en la Tabla 3.

Análisis de costo de ciclo de vida (CCV)

El costo de ciclo de vida de un proyecto es la suma de todos los costes producidos en el periodo de estudio, ajustados al valor actual, y su cálculo resulta muy útil para la selección de alternativas en proyectos donde se invierte en mayores costes iniciales para lograr menores costes futuros. Estos proyectos deben satisfacer un determinado nivel de desempeño técnico, aunque sus costos de inversión inicial, de operación, de mantenimiento, reparación y vida útil puedan diferir.

La aplicación del análisis de ccv para el diseño de medidas de conservación de energía en edificios es cada vez más requerida, sobre todo cuando se aplican estrategias bioclimáticas. Ejemplos de ello son la selección de componentes, equipos y materiales que impactan el consumo energético, tales como los aislantes térmicos,

las aberturas, los sistemas de acondicionamiento, de iluminación, de producción de agua caliente y las estrategias de diseño bioclimático. En general todas estas posibilidades influyen sobre los costos energéticos directos del edificio. Sin embargo, también se puede aplicar la metodología para identificar alternativas que modifican costos indirectos o incluso externalidades, tales como la productividad de los ocupantes, el impacto ambiental, los costos de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, etc.

Una de las dificultades para realizar un análisis de ccv es la necesidad de contar con datos de costos de varios elementos, algunos de los cuales serán adquiridos en el futuro, y otros en el presente. Esto se debe a que el mayor provecho que se puede obtener de esta metodología es cuando se aplica en forma integrada durante el proceso de diseño, es decir, cuando aún hay muchos detalles por definir. Por ello se sigue un enfoque que va desde lo general, en la fase conceptual del diseño, hacia lo particular, en la fase de especificaciones técnicas.

Aplicación a los casos de estudio seleccionados

Si bien lo usual es determinar la mejor alternativa de diseño en función de los indicadores económicos asociados al ahorro de energía en todo el ciclo de vida, en el estudio que se presenta aquí se examina, además, y con énfasis, el ahorro del agua que alimenta los EED utilizados para la climatización.

El caso establecido como referencia (T1), la vivienda sin estrategias bioclimáticas, presenta, por obvias razones, el menor costo de inversión, y es el utilizado como caso base o de referencia para la determinación de las medidas de rentabilidad de todas las estrategias desarrolladas. Para la determinación del costo de ciclo de vida de las estrategias estudiadas, se consideraron únicamente los costos directos, es decir, una perspectiva del propietario de la vivienda. Por lo tanto, no se tuvieron en consideración externalidades, costos indirectos ni intangibles.

La estrategia de ventilación nocturna no requirió de un análisis económico particular, ya que su utilización no implica costos adicionales. Sin embargo, existen distintos factores que podrían obstaculizar su empleo desde el punto de vista del comportamiento del usuario, quien

Tabla 3. Consumo anual de agua y energía por prototipo analizado, incluyendo el efecto de ventilación nocturna (vn).

Prototipo	Consumo de agua anual (m ³)*	Consumo de energía anual (Kwh)*
T1	32.50**	1,037.69**
T2+VN	10.03	320.30
C1+VN	8.15	260.39
C2+VN	7.90	252.37
C3+VN	8.56	273.26
C4+VN	7.96	254.03

* Considerando 120 días de funcionamiento al año.

** Considerando 24 horas de funcionamiento por día.

debe ser educado para ejecutar la apertura y cierre de las ventanas en los horarios adecuados para lograr el efecto buscado. Otros factores, como los de la seguridad, los ruidos externos, el posible ingreso de insectos y/o pequeños animales, el ingreso de polvo atmosférico y el ingreso de luz en horas tempranas, pueden hacer que esta estrategia no se utilice, no obstante sus beneficios energéticos, hídricos, ambientales y económicos. Por lo tanto, se analizó cada estrategia con y sin ventilación nocturna, en escenarios separados.

El periodo de estudio considerado fue de 50 años. Los cálculos fueron realizados en moneda constante, por lo que todas las tasas consideradas fueron establecidas en términos reales. Los cálculos se hicieron utilizando el *software* BLCC versión 4.01-00, del National Institute of Standards and Technology (NIST, 2000) del gobierno federal de los Estados Unidos de América.

Datos económicos utilizados

1. Costos de adquisición y sustitución. Se consideraron los valores locales de mercado para determinar los costos de materiales, mano de obra y adquisición de los equipos.
2. Valores residuales. No fueron relevantes para el caso de estudio, dado que la vida útil estimada para los distintos materiales y componentes utilizados, resulta similar al periodo de estudio considerado.
3. Costos recurrentes uniformes. Se consideraron costos asociados al mantenimiento, de acuerdo a los valores de mercado locales.
4. Costos de energía. Para determinar el costo energético anual se consideró:

- La cantidad de energía consumida por funcionamiento del EED, estimada por cálculo, considerando la potencia de los equipos y el tiempo de funcionamiento requerido, que fue variable según las estrategias bioclimáticas utilizadas.
 - El precio actual de cada unidad de energía eléctrica consumida de USD 0.059 por kWh, la cual se estableció considerando la estructura tarifaria local vigente.
 - Variaciones futuras del precio de la energía, para lo cual se establecieron distintos escenarios que permitieran explorar la solidez de las distintas alternativas estudiadas. Las proyecciones sobre el precio futuro de la energía fueron estimadas inicialmente siguiendo las proyecciones de incremento registradas durante los últimos 10 años (3.45 en términos reales). Se planteó luego un escenario alternativo en donde no se produjera incremento de la tarifa energética (en términos reales) durante los próximos 50 años. Este es un escenario que disminuye los beneficios de las estrategias conservativas como las exploradas en este proyecto; por lo tanto, los costos energéticos fueron considerados en un escenario como costos anuales recurrentes no uniformes con tasa constante de aumento, y en otro, como costos anuales uniformes.
5. Costos por consumo de agua. Para determinar el costo energético anual se consideró:
- La cantidad de agua consumida, la cual fue monitoreada mediante la lectura directa de los medidores cada hora.
 - El precio actual de cada unidad de agua consumida, de USD 0.54 por m³ de agua, establecida según la estructura tarifaria local vigente.
 - Las variaciones futuras del precio del agua, que fueron exploradas con dos escenarios diferentes, definidos con idénticas consideraciones que en el caso de las variaciones futuras del precio de la energía: 2.3% para el primer escenario y nulo incremento del costo (en términos reales) para el segundo escenario.

Actualización de costos y beneficios

Para realizar la actualización se utilizó como tasa de retorno mínima aceptable para el inversor el 3.8% anual

en términos reales, tasa típica a la que accede un ciudadano común como inversor privado de bajo perfil de riesgo, de acuerdo a datos del Banco de México (2012).¹

Resultados del análisis de ccv

El análisis de Costo de Ciclo de Vida (ccv) se realizó según cuatro escenarios diferentes:

- Escenario 1: sin ventilación nocturna, con aumentos históricos de costos de energía y agua.
- Escenario 2: sin ventilación nocturna, sin aumentos de costos de energía y agua.
- Escenario 3: con ventilación nocturna, con aumentos históricos de costos de energía y agua.
- Escenario 4: con ventilación nocturna, sin aumentos de costos de energía y agua.

Los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios se presentan a continuación.

Escenario 1

En este escenario se consideró un incremento de costos energéticos y de provisión de agua con tasas de aumento reales del 3.4% y del 2.3%, respectivamente, de acuerdo a las tendencias de los últimos años. El desempeño de las estrategias bioclimáticas se registró sin aplicar ventilación nocturna. En la Tabla 4 se presentan los resultados finales, en los que se observa que la alternativa de menor costo de ciclo de vida recae en la estrategia de instalación de protecciones solares en las ventanas, correspondiente al prototipo c2.

En la Tabla 5 se comparan los resultados de esta estrategia con los del prototipo de referencia T1, mostrando el ahorro logrado tanto en términos del consumo de energía como de agua.

En la Tabla 6 se muestran los indicadores de rentabilidad determinados por los ahorros alcanzados con la estrategia de protección solar de ventanas (c2) en comparación con el prototipo de referencia (T1). Se observa que la inversión requerida para esta estrategia arrojaría un beneficio neto económico a lo largo del periodo de estudio, en valor presente, de USD 1,712.15. Esta es la ganancia extra que se obtendría por encima

1. La tasa de retorno promedio reportada por el Banco de México para el periodo 2008-2015 fue de 3.3% (Banco de México, 2015).

Tabla 4. Costo de Ciclo de Vida según escenario 1.

Estrategia bioclimática (prototipo)	Costo Inicial (USD)	CCV (valor presente en USD)
T1	0	3,416.67
T2	40.74	2,067.70
C1	97.04	1,772.74
C2	80.37	1,704.52
C3	59.26	1,750.74
C4	70.37	1,790.81

Tabla 5. Comparación de ahorros alcanzados por el prototipo de referencia (T1) y el de mejor desempeño (C2), según escenario 1.

Recurso	Consumo en T1	Consumo en C2	Ahorro anual (USD)	Ahorro en CV (USD)
Electricidad (KWh)	1,037.7	482.6	555.1	27,755.5
Agua (m ³)	32.5	15.12	17.38	869.16

de la ganancia alternativa que produciría si se hubiera invertido el costo inicial adicional (USD 80.37) a la tasa de descuento. Por cada USD invertido, esta estrategia produce USD 1.65 de ahorro. La protección solar de ventana representa entonces una tasa anual (real, por encima de la inflación) de 10.45%, muy superior a la tasa de descuento considerada (3.8%). El tiempo necesario para recuperar la inversión es inferior a los dos años, tanto si se calcula con ahorros descontados, como calculado en forma simple sin descontar.

Tabla 6. Comparativa económica entre el prototipo de referencia (T1) y el de mejor desempeño (C2), según escenario 1.

	T1 (USD)	C2 (USD)	Ahorro (USD)
Inversión inicial	0	80.37	-80.37
Costos futuros			
Costos recurrentes anuales y no anuales	0	19.04	-19.04
Costos energéticos	2,787.19	1,296.22	1,490.96
Costos de agua	629.48	292.82	336.59
Sustituciones de capital	0	16.00	-16.00
Subtotal	3,416.67	1,624.15	1,792.52
CCV	3,416.67	1,704.52	1,712.15
Indicadores de rentabilidad			
Ahorro Neto (USD)	1,712.15		
Relación ahorro/inversión	22.30		
Tasa interna de retorno ajustada	10.45%		
Período de retorno (años)	2		
Período de retorno ajustado (años)	2		

Tabla 7. Costo de Ciclo de Vida según escenario 2.

Estrategia bioclimática (prototipo)	Costo Inicial (USD)	CCV (valor presente en USD)
T1	0	1,759.33
T2	40.74	1,092.30
C1	97.04	967.78
C2	80.37	933.70
C3	59.26	946.00
C4	70.37	964.07

Escenario 2

En este escenario no se consideró incremento real en las tarifas de energía eléctrica ni de suministro de agua. El desempeño de las estrategias bioclimáticas se registró sin aplicar ventilación nocturna. En la Tabla 7 se puede ver que también bajo estas consideraciones, la estrategia de menor costo de ciclo de vida es la instalación de protecciones solares en ventanas (c2).

Los indicadores de rentabilidad alcanzados por esta estrategia se muestran en la Tabla 8. Ahí podemos observar que incluso con un escenario desfavorable para las inversiones, donde las tarifas de energía y agua no se incrementaran durante 50 años (cosa muy improbable según la experiencia actual), la rentabilidad se mantendría superior a la tasa de descuento considerada (8.95% contra 3.8%).

Tabla 8. Indicadores de rentabilidad según escenario 2.

Ahorro Neto (USD)	825.63
Relación ahorro/inversión	11.27
Tasa interna de retorno ajustada	8.95%
Periodo de retorno (años)	2
Periodo de retorno ajustado (años)	3

Escenario 3

Para la construcción de este escenario se tomó en cuenta el desempeño de los prototipos experimentales cuando se les aplicó la estrategia de ventilación nocturna (VN). Dado que abrir y cerrar ventanas no implica inversión alguna, los costos de inversión inicial para este escenario se mantuvieron sin modificación respecto de los escenarios 1 y 2. El prototipo de referencia es la vivienda sin estrategias conservativas, ni bioclimáticas y sin ventilación nocturna (T1). Para la determinación de los factores económicos se consideró un incremento en los costos energéticos y de provisión de agua según las tendencias de los últimos años, con tasas de aumento reales del 3.4% y del 2.3%, respectivamente.

En la Tabla 9 se presentan los costos asociados a las condiciones impuestas en este escenario, mostrando cómo la estrategia de incrementar la masa térmica en los muros, instalada en el prototipo c4, resulta ser la que derivó en el Costo de Ciclo de Vida más bajo.

Tabla 9. Costo de Ciclo de Vida según escenario 3.

Estrategia bioclimática (prototipo)	Costo Inicial (USD)	CCV (valor presente en USD)
T1	0	3,416.67
T2+VN	40.74	1,111.33
C1+VN	70.37	970.30
C2+VN	59.26	946.30
C3+VN	97.04	991.56
C4+VN	80.37	922.89

Tabla 10. Comparación de ahorros alcanzados por el prototipo de referencia (T1) y el de mejor desempeño (C4+VN), según escenario 3.

Recurso	Consumo en T1	Consumo en C4+VN	Ahorro anual (USD)	Ahorro en CV (USD)
Electricidad (KWh)	1,037.7	254.0	783.70	39,183.00
Agua (m ³)	32.5	15.12	24.54	1,227.23

En la Tabla 10 se muestran los ahorros alcanzados por el efecto combinado de las estrategias de incremento de masa térmica en muros y ventilación nocturna (C4+VN), en comparación con el desempeño del prototipo de referencia (T1).

En la Tabla 11 se observa que los indicadores de rentabilidad asociados a la combinación de estrategias de incremento de masa térmica en muros y ventilación nocturna (C4+VN) son mejores que los estimados para la estrategia de protección solar en ventanas sin ventilación nocturna analizados en el escenario 1. Esto es así porque incrementar la masa térmica en los muros tiene un costo de inversión inicial inferior al requerido para instalar la protección solar de ventanas. Además, la masa térmica agregada a los muros no implica costos futuros de mantenimiento. Así, la tasa de retorno podría alcanzar 11.54%, poco más de tres veces la tasa de descuento considerada (3.8%).

Escenario 4

Las condiciones impuestas para la construcción de este escenario son las mismas que las del escenario 3, excepto que se supuso nula variación de las tarifas de energía y suministro de agua. Como en el escenario 3, la alternativa que alcanzó el Costo de Ciclo de Vida más bajo fue la combinación de incremento de masa térmica en muros y ventilación nocturna (C4+VN) (Tabla 12).

A pesar de la situación adversa para el inversionista de no incremento tarifario durante el periodo de análisis, los indicadores de rentabilidad estimados para esta combinación de estrategias siguen siendo favorables. La tasa de retorno en estas condiciones podría alcanzar 10.06%, muy superior a la tasa de retorno, y apenas 0.39% más baja que la estimada para la estrategia óptima del escenario 1 (Tabla 13).

Discusión de resultados

Costo de Ciclo de Vida

En la Figura 9 se presentan los Costos de Ciclo de Vida de todos los casos estudiados, considerando un escenario en el que se experimenta un aumento en los costos de energía y agua, de acuerdo al registro histórico. Ahí

Tabla 11. Comparativa económica entre el prototipo de referencia (T1) y el de mejor desempeño (C4+VN), según escenario 3.

	T1 (USD)	C4+VN (USD)	Ahorro (USD)
Inversión inicial	0	70.37	-70.37
Costos futuros			
Costos recurrentes anuales y no anuales	0	0	0
Costos energéticos	2,787.19	682.30	2,104.89
Costos de agua	629.48	154.15	475.26
Sustituciones de capital	0	16.00	-16.00
Subtotal	3,416.67	852.52	2,564.15
CCV	3,416.67	922.89	2,493.78
Indicadores de rentabilidad			
Ahorro Neto (USD)	2,493.78		
Relación ahorro/inversión	36.44		
Tasa interna de retorno ajustada	11.54%		
Periodo de retorno (años)	2		
Periodo de retorno ajustado (años)	2		

Tabla 12. Costo de Ciclo de Vida según escenario 4.

Alternativa	Costo Inicial (USD)	CCV (valor presente en USD)
T1+VN	0	1,759.33
T2+VN	40.74	599.78
C1+VN	70.37	554.44
C2+VN	59.26	543.26
C3+VN	97.04	555.11
C4+VN	80.37	517.11

Tabla 13. Indicadores de rentabilidad según escenario 4.

Ahorro Neto (USD)	1,242.00
Relación ahorro/inversión	18.65
Tasa interna de retorno ajustada	10.06%
Periodo de retorno (años)	2
Periodo de retorno ajustado (años)	2

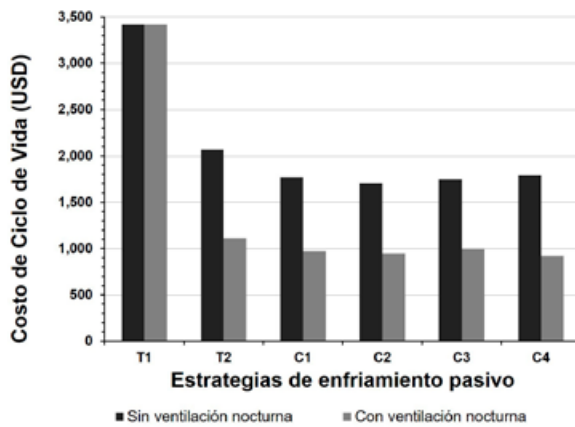


Figura 9. Costo de Ciclo de Vida para las distintas estrategias en un escenario histórico de aumento de costos de energía y agua.

se pueden comparar los costos alcanzados por cada caso respecto de si se ejecutó o no la ventilación nocturna. Salta a la vista que invariablemente se logran menores costos cuando se ejecuta esa estrategia pasiva de enfriamiento. Es muy interesante observar que sin la aplicación de ventilación nocturna, la protección solar de ventanas (C2) resulta la opción más conveniente económica y ambientalmente, mientras que la estrategia de incremento de masa térmica en muros (C4) presenta uno de los desempeños menos atractivos del experimento. Pero si se aplica la ventilación nocturna, el incremento de la masa térmica en muros (C4+VN) destaca como la opción con menor costo del ciclo de vida. Este es un claro ejemplo de cómo la instauración concurrente de estrategias interdependientes puede afectar significativamente el desempeño que puede alcanzar cada una de ellas de manera aislada. Por ello, el análisis para la determinación de la estrategia óptima en estos casos se debe realizar en forma simultánea, a fin de

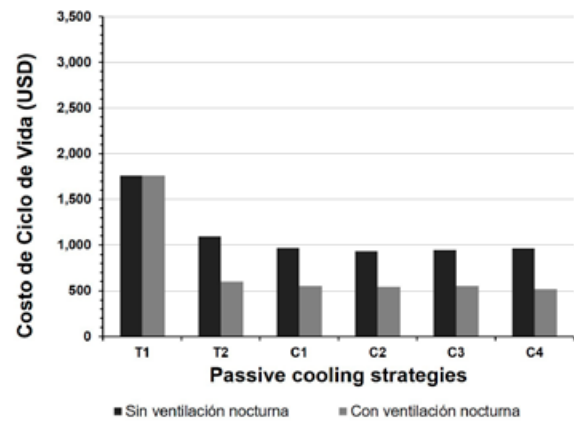


Figura 10. Costo de Ciclo de Vida para las distintas estrategias en un escenario sin aumento real de costos de energía y agua.

evidenciar la interacción entre las alternativas evaluadas (por ejemplo, ventilación nocturna y masa térmica, o ventilación nocturna y protección solar).

En la Figura 10 se presentan también los costos de ciclo de vida de todos los casos estudiados, pero ahora considerando un escenario donde no se experimenta un aumento real en los costos de energía y agua, es decir, sin considerar la historia inflacionaria. Al no considerarse aumentos, los costos estimados se reducen, sin embargo, este escenario es muy poco probable. De este ejemplo, también, se pueden comparar los costos alcanzados por cada caso respecto de si se ejecutó o no la ventilación nocturna.

El patrón observado en el escenario histórico se repite: el incremento de masa térmica en muros es una de las opciones menos atractivas sin ventilación nocturna, pero si se ventila por la noche, la estrategia se convierte en la opción más favorable.

Análisis de sensibilidad

Los datos económicos utilizados para el presente análisis son aproximados, ya que existe variabilidad según el proveedor, la zona urbana, etc. Por este motivo se decidió realizar un análisis de las variables críticas, elevando en 10% los costos iniciales de inversión, así como los costos recurrentes de energía, de agua, de operación y mantenimiento, las tasas de incremento anual y los costos no recurrentes.

De este análisis resultó que las variables críticas que modifican el costo de ciclo de vida en mayor proporción, son el costo de la energía en primer término y el incremento en el costo de energía en segundo lugar. En la Figura 11 se muestran los resultados obtenidos para la estrategia aplicada al prototipo C2: protección solar en ventanas.

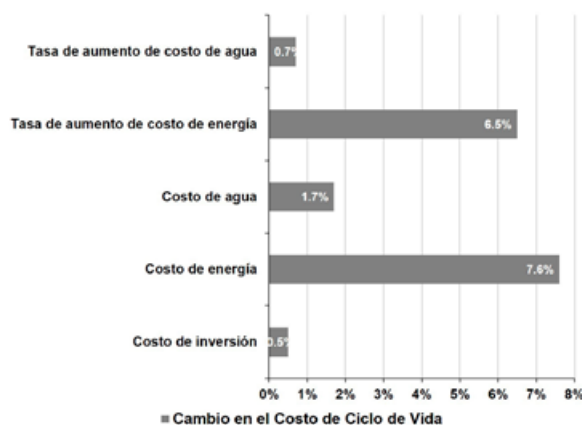


Figura 11. Sensibilidad del Costo de Ciclo de Vida a las distintas variables de costo respecto de la protección solar en ventanas (prototipo C2).

Análisis de rentabilidad

A partir de la identificación del costo de la energía como la variable crítica de los cálculos realizados, se llevó a cabo una correlación para calcular el valor de corte de la energía para cada caso analizado. El valor de corte es el costo de la energía en donde el ahorro neto sería nulo, situación donde sería indiferente desarrollar la estrategia bioclimática, o bien invertir ese dinero a la tasa de retorno del inversor. Para cualquier valor de la energía superior al valor de corte, el desarrollo de la estrategia conservativa sería más conveniente que el gasto del monto de inversión a la tasa de retorno. Para cualquier valor de la energía inferior al valor de corte, la instauración de la estrategia conservativa no sería rentable.

En la Figura 12 se muestran las correlaciones correspondientes a los casos analizados en los escenarios sin ventilación nocturna. De todos ellos, se observa que la estrategia de protección solar en ventanas (la más conveniente en este escenario), aplicada en el prototipo c2, presenta un valor de corte negativo. Eso significa que aún cuando la energía fuera gratuita se registraría un ahorro neto positivo, que resulta ser de USD 224.04, demostrando así que es más rentable que la tasa de descuento. Mientras todos los demás casos presentan un valor de corte positivo, aunque inferior al costo energético actual. Esto significa que si el costo energético disminuyera por debajo del valor de corte calculado, estas estrategias podrían no ser rentables, aunque claramente las probabilidades de que el costo de la energía disminuya en términos reales no son considerables.

A diferencia de lo anterior, todos los casos analizados registran un valor de corte negativo cuando se aplica ventilación nocturna. Incluso el prototipo de referencia (T2), que no incluye estrategias bioclimáticas y que sólo aplica ahorros por el control de encendido del termostato, registra un ahorro neto de USD 1,295.00 en el supuesto de que la energía no tuviera costo. En este escenario no es previsible ninguna condición donde estas inversiones resulten menos rentables que la tasa de descuento (Figura 13).

La estrategia de incrementar la masa térmica de muros combinada con ventilación nocturna, no sólo es la opción con menor Costo de Ciclo de Vida, sino además la más rentable. Los indicadores de rentabilidad

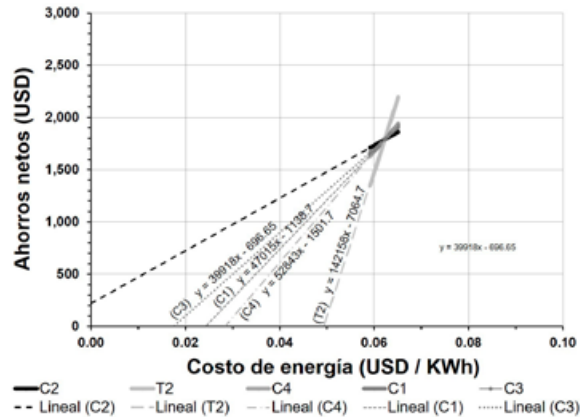


Figura 12. Variación del ahorro neto en función del costo de la energía para los escenarios sin ventilación nocturna.

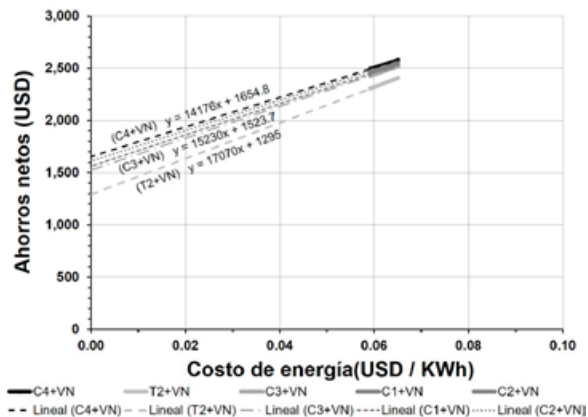


Figura 13. Variación del ahorro neto en función del costo de la energía para los escenarios con ventilación nocturna.

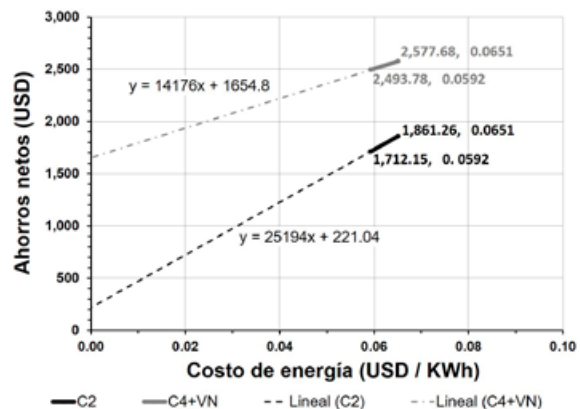


Figura 14. Variación del ahorro neto en función del costo de la energía para los rendimientos óptimos.

asociados a esta combinación de estrategias aplicadas en el prototipo C4+VN son superiores a los alcanzados en cualquiera de los demás casos. La Figura 14 muestra un acercamiento a las correlaciones de los dos casos óptimos: el de protección solar en ventanas sin ventilación nocturna (prototipo C2) y el de incremento de masa térmica en muros con ventilación nocturna (prototipo C4+VN).

En esta figura se observa que el caso C4+VN obtiene un ahorro neto a lo largo del periodo de estudio, en valor presente de USD 2,493.78, cifra muy por encima de lo que se obtendría invirtiendo el costo inicial adicional de USD 80.37, a la tasa de descuento vigente de 3.8%. En esta condición, cada dólar invertido reporta USD 2.48 de beneficio en valor presente y durante el periodo de estudio, lo que representa una tasa anual real, por encima de la inflación, de 11.54%. Con esta tasa, el tiempo necesario para recuperar la inversión es inferior a los dos años, tanto si se calcula con ahorros descontados, como calculado en forma simple sin descontar. En el escenario poco probable que no se incrementen las tarifas de energía en términos reales durante 50 años, la rentabilidad baja, pero sigue resultando atractiva: ahorro neto USD 1,242.00 y tasa de retorno 10.65%. Estos indicadores son similares incluso a los del escenario con incrementos del caso óptimo sin ventilación nocturna C2: ahorro neto USD 1,712.15 y tasa de retorno 10.45%.

Conclusiones

Actualmente el recurso hídrico de las regiones de clima árido se ve amenazado por factores naturales como la sequía recurrente en la región, pero también por factores antropogénicos como el agotamiento y contaminación de los afluentes de agua potable y el crecimiento de la población. A ellos debe sumarse el derroche de agua provocado por el uso indiscriminado de enfriamiento evaporativo directo (EED), que a su vez se origina en la nula adecuación bioclimática de los edificios.

De acuerdo a los datos obtenidos en la presente investigación, podría estimarse el volumen de agua

destinado al EED en la ciudad de Chihuahua a partir del consumo registrado por el prototipo T1, sin ninguna medida conservativa ni bioclimática, reportado en las Tablas 2 y 3 de este documento: 27 m³ al año (considerando 20 horas de funcionamiento al día, durante 130 días al año), multiplicada esta cifra por 223 mil equipos de EED (uno por vivienda) se obtendrían alrededor de seis millones de m³ al año, sólo para satisfacer la demanda de los EED.

El alto consumo de agua originado por el uso de EED debe constituir una llamada de atención urgente para las autoridades normativas, así como para los fabricantes de aparatos de EED. A su vez los profesionales del diseño y la construcción deben responsabilizarse de mejorar el desempeño térmico de los edificios a fin de reducir el consumo de agua y energía para enfriamiento. La aplicación de criterios bioclimáticos en el diseño arquitectónico es, sin lugar a dudas, la mejor opción.

En este trabajo quedó demostrado el gran potencial que poseen las estrategias bioclimáticas para reducir el consumo de agua y energía asociado a las necesidades de enfriamiento en viviendas de la ciudad de Chihuahua. Los resultados alcanzados muestran que estas estrategias constituyen, además, una excelente inversión, que brinda al propietario beneficios económicos muy superiores a los que obtiene a través de las inversiones bancarias que se encuentran a su alcance. El estudio de sensibilidad muestra que no sólo la inversión es altamente rentable, sino que es sumamente robusta, ya que ante cualquier escenario futuro de costos energéticos resultará más rentable que la opción de mercado representada por la tasa de descuento utilizada en el estudio.

En esta indagación se ha adoptado una perspectiva del propietario de la vivienda, considerando únicamente costos y beneficios directos. Una perspectiva más amplia, que considerara costos y beneficios sociales y ambientales, encontraría con toda seguridad mayores beneficios asociados a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a la descongestión de redes de transmisión eléctrica y de agua, y la conservación de recursos agotables, por citar sólo algunos.

Bibliografía

ANSI/ASHRAE Standard 55-2010, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating Refrigeration and Air-conditioning Engineers, pp. 11-12.

CEPAE (2000), Comisión Estatal para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía [carta] (comunicación personal, junio de 2000).

CONAGUA (2004), Comisión Nacional del Agua. Estación meteorológica de Chihuahua, Reporte impreso, México.

INEGI (2010), *Censo de Población y Vivienda 2010*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) (2007), Plan de Desarrollo Urbano 2040, Chihuahua, México.

Herrera, L. (2012), *Evaluación de Estrategias*

de Enfriamiento Pasivo Encaminadas al Ahorro de Agua (Proyecto SPROME/10/02/160), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Kleynera, A., Sandborn P. (2008), Minimizing life cycle cost by managing product reliability via validation plan and warranty return cost. *Int. J. Production Economics* 112 (2008) 796–807

Referencias electrónicas

Banco de México. (2012), Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-valores/index.html>

Banco de México. (2015). Banco de México. Obtenido de Estadísticas (Tasas de interés) (Tasas de Interés): <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-valores/index.html>

CFE (2008), Comisión Federal de Electricidad. <http://www.cfe.gob.mx/casa/informacionalcliente/Paginas>

IMPCO (1999), Cálculo de equipos de enfriamiento evaporativo. <http://www.impco.com>

JMAS (2008), Junta Municipal de Aguas y Saneamiento. Municipio de Chihuahua, México. <http://www.jmas.gob.mx>.

Lenomex (2004), Enfriadores de aire. <http://www.lenomex.com.mx/enfriadores.htm>

PATH (1998), Partnership for Advancing Technology in Housing Net. <http://www.pathnet.org>

NIST [en línea], Building Life-Cycle Cost (BLCC) Versión 4.01. Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology. Estados Unidos, c2000.



Affordable Housing for Hot and Sub-Humid Climate in Mexico as Result of a Thermal Comfort Study

Gabriel Gómez-Azpeitia

Coautores: Adolfo Gómez-Amador

Martha Eugenia Chávez González

Gonzalo Bojórquez-Morales

y Ramona Alicia Romero Moreno

PALABRAS CLAVE:

**vivienda de bajo costo,
vivienda bioclimática,
desempeño térmico;
confort térmico adaptativo;
centro comunitario**

KEYWORDS:

**low cost housing,
bioclimatic housing,
thermal performance,
adaptive thermal comfort,
community centre**

RESUMEN

El artículo presenta un prototipo de vivienda de bajo costo desarrollada con base en estudios de campo llevados a cabo en Colima, México (clima cálido sub-húmedo). Los estudios de campo se dirigieron a un tipo de vivienda promovido por el gobierno mexicano, llamado "vivienda económica". Son viviendas de 45 m² construidas con muros de block de cemento y cubiertas con losas de concreto, sin aislamiento térmico. Su diseño atiende a requerimientos de costo, pero carece de criterios sobre eficiencia energética y confort térmico. A partir de los resultados de la investigación, estudiantes asesorados por profesores desarrollaron un proyecto arquitectónico, utilizando estrategias bioclimáticas como dispositivos de sombreado, masa térmica, ventilación natural (ventilación cruzada), ventilación inducida (efecto stack) y ventilación nocturna (intercambio de radiación de onda larga).

ABSTRACT

A prototype of low-cost housing developed on basis of field studies carried out in Colima, Mexico (hot and sub-humid climate) is presented. Field studies were addressed to a type of affordable housing promoted by the Mexican government, called 'vivienda económica'. These 45 m² housings are constructed of concrete block walls and concrete slabs for roofs, without any kind of thermal insulation. Their design concept only attends cost requirements, but it lacks criteria on energy efficiency and thermal comfort. Consequently, their occupants have adapted to extreme temperatures. Besides the thermal evaluation of pre-existing housing, two field studies were carried out consisted in a poll about the occupants' opinion concerning their houses and a thermal comfort survey according to ISO 10551, within the adaptive model approach. With results of such inquiries, undergraduate students advised by professors developed an architectural project. Main bioclimatic strategies considered were shading devices, thermal mass, natural ventilation (cross ventilation), winds induced ventilation (stack effect) and nocturnal ventilation (long-wave radiation exchange).

Universidad Veracruzana
ggomez@ucol.mx

Introduction

Research project

In 2001, the Mexican government launched the National Affordable Housing Program (*Programa Nacional de Vivienda Económica PNVE*) with the purpose of providing single-family housing for low-income people. Within this frame, the program has promoted the construction of serial houses across the country, whose price should not exceed 116.7 times the official minimum monthly wage, i.e. around USD 13,400¹. The price includes land. While the program has benefited a large number of families, in cities with hot climate the houses' occupants have been problems in terms of thermal comfort and high consumption of energy.

Thus the National Housing Commission (*Comisión Nacional de Vivienda CONAVI*) and the Science and Technology National Council (*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT*) were awarded funding to seven public universities in order to develop the research project 'Thermal Comfort and Energy Saving in Affordable Housing of Mexico: regions of hot climate, both dry and humid'.

The studied hot dry cities were Mexicali (32°39'54" N), Hermosillo (29°04'23" N) and La Paz (24°08'05" N); the hot humid were Mérida (20°59'00" N) and Veracruz (19°12'00" N); and the hot and sub-humid were Culiacan (24°49'00" N) and Colima (19°12'50" N).

The research covered two seasons. During the first (August 2005 to October 2007) a diagnosis was led in order to identify operational features of affordable housings in each city, their thermal performance and their energy consumption. Two field studies were conducted too. One of them inquired the occupants' opinion in regard to their houses and the other one surveyed about the thermal perception of the occupants according to the Adaptive Thermal Comfort Model (ATCM) standardized by ISO 10551. As part of the first season, preliminary sketches of bioclimatic houses were developed with the intent to try best alternatives to the local housing markets, in line with each city particular climate and including best spatial conditions and lesser energy consumption possible.

During second season (November 2009 to January 2013), the results of the first season were applied on the complete architectural projects and the construction of five Bioclimatic Prototypes of Affordable Housing (BPAH) in the cities of Mexicali, Hermosillo, La Paz, Mérida and Colima. To achieve this, diverse collaboration agreements were signed with government agencies (as local housing authorities), private companies (as those dedicated to housing market and real state), gremial associations (as those of housing promoters) and/or suppliers of construction products. Each city lead negotiations were different according to local situation.

CONAVI and CONACYT granted the main support for BPAHs' construction and additional budget was



Figure 1. Bioclimatic prototype of affordable housing for the city of Colima (BPAH-COL). Left: Upper View (Project). Right: Exterior View.

1. According exchange rate of 19.0792 Mexican pesos per USD (Bank of Mexico, November 04, 2016).

achieved thanks to different local entities that were signed collaboration agreements. Once BPAHS were built, a climate parameter monitoring, both indoor and outdoor, was performed.

This paper addresses only the PNVE diagnosis, field studies, architectural project, construction, monitoring and current use of the BPAH built in the hot and sub-humid city of Colima (BPAH-COL) (Figure 1).

Research site

Colima is a small city in conurbation of two municipalities (Colima and Villa de Alvarez) with approximately 250,000 population. It is placed close to the west coast of Mexico (19° N, 104° W, 500 MAMSL). Its climate is hot and sub-humid with a rainy season of five months. Maximum temperatures exceed 30°C all the year while mean temperatures always are around 25°C. In turn, there are two different conditions regarding relative humidity. April and May are the lesser humid months (between 30 and 75 %), in contrast, during the rainy season the relative humidity can swing between 50 and 100 % (Figure 2). In summary, four climate seasons can be identified: hot and dry season, April and May; warm and sub-humid season, June to October; temperate season, December to February; and transitional season corresponding to the months of March and November.

Material and methods

First season

In order to accomplish the targets involved for the first research season, several tools, material and methods were applied.

Regards to the diagnosis of affordable housings program, a search in municipal archives were made to find licensed urbanizations as PNVE founds beneficiaries. Once found, tours through urban districts were performed by professors and students. Each tour were identified affordable housing units built, recording its features by means of architectural and photographic surveys, in which spatial schemes and used construction materials were including. With the collected information a mapping of all the affordable housing units was done.

From plans, specifications and photographs of the different found housing models was selected the most representative, regarding to both quantity of units on the city and spatial and constructive solutions. A virtual version of such housing model was elaborated to submit it to thermal and energy simulation by TRNSYS (r) version 16 (TRNSYS, 2005) and Meteororm (r) version 5.0 (Remund, *et al.*, 2004).

Two separate surveys were applied to representative samples of affordable housing occupants. The first

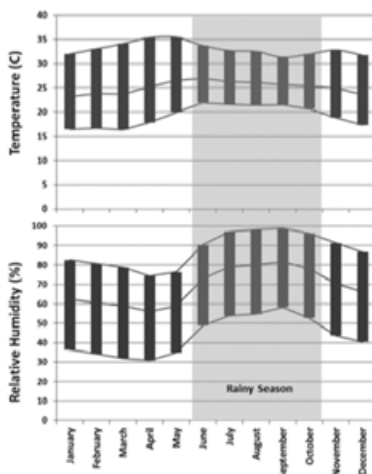


Figure 2. Climate in Colima (SMN, 1950-2010).

Table 1. Scale of judgments.

Vote	Sensation scale ANSI/ASHRAE (2004)
3	Hot
2	Warm
1	Slightly warm
0	Neutral
-1	Slightly cool
-2	Cool
-3	Cold

survey aimed to register subjective assessment about their houses, considering general subjects but especially their environmental and thermal performance. The second survey was a thermal sensation field study which objective was to determine neutral temperatures and thermal comfort ranges according to the Adaptive Thermal Comfort Model (ATCM). For this field study, methods and criteria from ISO 10551 and ANSI/ASHRAE 55 standards were applied. The method for ATCM demands the simultaneous registering of subjective Thermal Sensation Judgments (TSi) emitted by surveyed; As well as Dry Bulb Temperature (DBTin), Relative Humidity (RH), Black Globe Temperature (BGT) and Air Speed (AS) data by mean of measuring equipment complying ISO 7726 standard.

Alternatives of subjective thermal sensation judgments were limited to a symmetrical 7-degree two-pole scale (+3 to -3), as proposed by ANSI/ASHRAE 55 (Table 1).

From results of the thermal sensation field study, seasonal comfort ranges were established as guidelines for projecting an innovative BPAH. Neutral Temperatures (NT) and Comfort Ranges (CR) were estimated by means of regression of subjective Thermal Sensation Judgments (TSi) over Operative Temperatures (OT). In addition to simple linear regression procedure, two alternative procedures were used for data analysis: the Griffiths method (Griffiths, 1990) and that called "Mean Thermal Sensation by Intervals" MTSI (Gomez-Azpeitia, *et al.*, 2007).

Finally, a Bioclimatic Prototype of Affordable Housing for the city of Colima (BPAH-COL) was projected according to local features both climate and socio economics. To achieve this target, a competition among undergraduate students in architecture was hold. Contestants should consider recommendations from results of the research first season, as well as accomplish the obligatory PNVE's budget (up to USD 17,000); therefore, the total area could not exceed 45 m².

Competition requirements were use available local materials and implement simple bioclimatic strategies

in order not to increase the budget committed. Moreover, houses should work most time in natural running mode, accepting occasionally use of fans but no air conditioning. In addition, projects should consider successive construction stages in order to ease a proper expansion during post-occupancy phase. The winning students' team, advised by University of Colima researchers, developed the definitive project.

Second season

The BPAH-COL was built during the first 2011 semester and once completed, a climate parameters monitoring began. A weather station was placed over the roof and several HOBO data loggers were placed inside. Indoor was recorded: dry bulb temperature (DBTin), black globe temperature (BGT) and relative humidity (RH). Outside was recorded solar radiation (RAD) and dry bulb temperature (DBTout). Data was logged every hour. Again, all the sensors complied with ISO 7726 requirements.

Two monitoring stages were performed: the first one spanned from October to December 2011, and the second from February to April 2012.

Results and Discussion

Evaluation of the PNVE in Colima

Twelve urbanizations with some type of financial support from the PNVE were identified in municipal archives and in field tours. A total of 3,885 affordable housing units were located inside these urbanizations. Area of plots swings between 80 to 140 m² and up to a third of them measures 100 m² or least. Nine housing models were found, whose area swings between 23 and 60 m². Almost 70% of them have only one bedroom and the rest has two.

Respects to spatial schemes in floor plan, the nine identified models are very similar to each other. Its design concept only seems to meet requirements of costs but seems to forget minimal criteria of energy efficiency and thermal comfort.

Most frequent model was that called R1A (Figure 3), which incidence reached 58.3%. R1A is composed

by one bedroom, one multipurpose space that includes a minimal kitchen, and one bathroom. The roofed area is 23.8 m² and usually is inserted in 80 m² plots. Its design contemplates possibility of future expansions, such as a living room, a porch and up to a couple of additional bedrooms, but on a single floor exclusively. Therefore, whenever the occupants would decide to expand their homes, open spaces inside plot would be reduced dramatically.

Once all the affordable housing units were identified and located, a random sample of 351 units was selected to apply the first considered poll in the research project, tending to integrate a diagnosis about the PNVE.

As for the number of people per housing, almost half of surveyed units had three or four occupants, but in 28% there was five occupants or more, which is worrying.

Regarding to construction materials, most used were solid concrete block for walls (62.5%) and concrete slabs for roofs (98%). Practically all the visited houses lack of thermal insulation, on both roof and walls. Most of external walls (70%) are light colors.

Most of surveyed (46.3%) qualified their affordable housing as better than their former house, instead 19% considered affordable housing is too small, and 8% said it is worst. Despite negative judgments 91% of surveyed contemplates to keep living in affordable housing. Rooms most poorly assessed due to their small size were the kitchen (70%) and the bedroom (62%). Indeed, 62% of surveyed has modified their homes, one fourth of them to expand. Also 62% expressed intent to make changes in the future, regardless of whether they had already done so or not.

As to environmental performance, natural ventilation and daylighting were the best. More than 80% of surveyed so considered. Conversely worst performances were about thermal and acoustic subjects, according to said by more than 70% of respondents. Despite that natural ventilation turned out well assessed, bad thermal conditions demand people use fans for improving air movement. 71% of cases correspond to pedestal fans, mostly within bedrooms (46%). Ceiling fans are only used in 4% of houses, always in the living room.

In the case of warm seasons (both dry and sub-humid), 64% of respondents rated their homes as



Figure 3. R1A model of affordable housing was the most built in Colima up to 2006. Floor Plan.

uncomfortable. The one considered worse place was the bedroom (51%) and the best one was the living room (within the multipurpose space) (30%). For the temperate season, this opinion shifts. The 67% of surveyed considered their homes comfortable, the bedroom was the best-evaluated place (50%) and the multipurpose space (especially the kitchen) was the worst (44%).

Thermal performance and thermal comfort

Because a thermal evaluation of affordable housing was an essential input to identify aspects to be improved in a bioclimatic prototype to propose, this evaluation was approached by two different means. On the one hand, a thermal simulation of the most used housing model; and on the other hand, a field study of thermal comfort according to the ATCM.

Simulation process considered two scenarios:

a) The building works in free running mode. Natural ventilation is the only cooling strategy. Ventilation is calculated considering 10 air changes per hour. This scenario sought to determine occupants' probable thermal sensation through Predicted Mean Vote (PMV) according to ISO 7730 (2005).

Table 2. Scale of subjective judgments for PMV determination.

Vote	Sensation scale (ISO 7730:2005)
< -3	Too cold
-3 to -2	Cold
-2 to -1	Slightly cool
-1 to -0.5	Comfortably cool
-0.5 to 0.5	Comfort
0.5 to 1	Comfortably warm
1 to 2	Slightly warm
2 to 3	Hot
3 >	Too hot

b) The building works by active cooling systems, regularly air conditioning. This second scenario sought to estimate the energy demand that air conditioning would imply.

In both scenarios, building features were identical.

In the frame of the first scenario, simulation predicts a moderate building thermal performance. Mean maximum temperatures indoors (DBT_{in}) were above 28°C during warm seasons, highest in May (30.5°C). These temperatures were the lowest among the seven studied cities. Nevertheless, calculated PMV by simulation resulted truly high. Table 2 shows the symmetrical 9-degree two-pole scale (+3 to -3) used to determine the subjective judgments in regard to the PMV (ISO 7730:2005).

Probable thermal sensation of occupants is uncomfortable most of time according to simulated PMV. Table 3 shows the results from simulation for 24 hours per day of every month. According to this, mornings would be the only comfortable time throughout the year (from 3:00 to 12:00; PMV = 1 to -1); rest of time, people should feel uncomfortable. Worst conditions occur during evening period (16:00 to 22:00) of April to July when PMV exceeds 2 (hot thermal sensation). In fact, mean PMV exceeds one (slightly warm sensation) for nine months (March to November). Conversely, people should feel 'comfortably cool' (PMV < 0) a little before noon (from 8:00 to 11:00) during three first months of the year. First simulation scenario's conclusion is most of time should prevail bad thermal conditions within affordable housing in Colima.

As to the second scenario, a 25°C set-point was considered for air conditioning operation. This temperature

is a little lesser than the neutral temperature suggested by ANSI/ASHRAE 55: 2010 (25.5°C considering mean DBT_{out} = 25.7°C). From selected set-point it was determined a monthly energy demand of 175.8 w/m² (600 BTU/h per m²). Because the roofed surface of affordable housing covers approximately 24 m², required capacity of air conditioning equipment was set at 1.2 refrigeration tons (14,400 BTU/h, i.e. 4,219 W). Simulation indicates that air conditioning's use increases 70% the energy consumption and consequently the corresponding monthly payment, regarding to energy consumption and monthly payment of a free running building. In this regard, Colima case suffered the greatest impact, despite of it did not present the worst conditions with respect to the seven studied cities, according to the thermal simulation results.

Field study

As outcome of the thermal comfort field study, 608 surveys were collected. After two consistence tests 8 surveys were discarded because of there were air conditioning working at the moment of survey or because recorded data of GBT were unreliable ($\pm 10K$ in regard to DBT_{in}). So, 600 reliable surveys were considered for its analysis: 81 corresponding to the warm and humid season (September and October 2006); 120 relating to the transitional season (November 2006); 200 concerning to the temperate season (January and February 2007); and 199 relating to the hot and dry season (April and May 2007).

Air Temperatures recorded indoors exceed the results of simulation. Mean temperature corresponding to the complete field study was 28.6°C (S.D. = 2.1), but during the warm seasons almost reaches 30°C. As to maximum temperatures, these exceed 30°C in all seasons (Table 4).

These thermal conditions give rise to interesting responses from surveyed, as shown in Table 5. Mean thermal sensation (TS_i) corresponding to the complete field study was 0.7 (S.D. = 1.1), which is within the comfort range (TS_i = +1 to -1), although closer to the upper limit. In the warm seasons, in change, mean TS_i overcomes such limit, especially the warm and humid season. During such season no one manifested cold

Table 3. Occupants' probable thermal sensation (pmv).

Hour	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	1.01	0.96	1.13	1.28	1.76	1.47	1.5	1.18	1.04	1.10	1.12	1.03
2	1.01	0.96	1.13	1.28	1.76	1.47	1.5	1.18	1.04	1.10	1.12	1.03
3	0.56	0.66	0.77	0.91	1.2	1.09	1.15	0.97	0.85	0.86	0.82	0.78
4	0.44	0.52	0.61	0.73	0.96	0.91	1.00	0.86	0.73	0.74	0.7	0.67
5	0.15	0.39	0.45	0.59	0.74	0.75	0.86	0.75	0.62	0.62	0.55	0.58
6	0.06	0.12	0.32	0.48	0.53	0.64	0.73	0.64	0.56	0.51	0.43	0.49
7	0.00	0.07	0.09	0.39	0.19	0.52	0.62	0.54	0.49	0.45	0.38	0.20
8	-0.14	-0.07	-0.04	0.09	0.1	0.45	0.57	0.46	0.17	0.13	0.29	0.08
9	-0.26	-0.16	-0.1	0.07	0.1	0.46	0.29	0.47	0.15	0.12	0.13	0.01
10	-0.25	-0.14	-0.05	0.15	0.22	0.52	0.63	0.56	0.20	0.20	0.34	0.04
11	-0.12	-0.04	0.11	0.55	0.69	0.66	0.77	0.70	0.49	0.59	0.53	0.18
12	0.15	0.19	0.63	0.83	0.96	0.89	1.00	0.92	0.67	0.83	0.81	0.68
13	0.72	0.70	0.96	1.16	1.23	1.23	1.25	1.16	0.97	1.08	1.11	0.96
14	1.08	1.05	1.30	1.48	1.5	1.59	1.56	1.39	1.3	1.31	1.40	1.24
15	1.36	1.32	1.56	1.73	1.73	1.89	1.81	1.56	1.57	1.56	1.67	1.44
16	1.55	1.52	1.77	1.89	1.87	2.11	2.02	1.69	1.71	1.75	1.85	1.60
17	1.69	1.66	1.93	2.02	2.07	2.3	2.21	1.84	1.79	1.9	1.95	1.70
18	1.72	1.76	1.96	2.23	2.18	2.37	2.35	1.95	1.85	1.9	1.92	1.76
19	1.67	1.8	1.94	2.12	2.21	2.38	2.38	1.96	1.82	1.85	1.86	1.74
20	1.58	1.76	1.88	2.07	2.18	2.32	2.35	1.91	1.73	1.77	1.82	1.68
21	1.46	1.60	1.79	1.93	2.04	2.2	2.21	1.75	1.58	1.66	1.69	1.55
22	1.32	1.43	1.66	1.77	1.88	2.04	2.05	1.58	1.42	1.53	1.57	1.40
23	1.15	1.27	1.48	1.6	1.69	1.84	1.87	1.43	1.27	1.38	1.43	1.27
24	1.01	1.12	1.32	1.42	1.51	1.65	1.69	1.30	1.22	1.24	1.28	1.15
Mean	0.79	0.85	1.03	1.20	1.30	1.41	1.43	1.20	1.05	1.09	1.12	0.97
S.D.	0.69	0.68	0.72	0.70	0.72	0.70	0.66	0.51	0.56	0.58	0.60	0.59

S.D. = Standard deviation.

Table 4. Air Temperature data recorded during field study (DBTin).

Season	Number of data	Mean (± S.E.)	S.D.	Max	Min
Total	600	28.6 (±0.2)	2.095	33.9	23.0
Warm and Humid (Sep-Oct)	81	29.5 (±0.3)	1.042	32.8	25.7
Transitional (Nov)	120	27.8 (±0.3)	0.845	32.5	23.2
Temperate (Jan-Feb)	200	27.3 (±0.2)	0.761	30.3	24.3
Hot and Dry (Apr-May)	199	29.9 (±0.2)	1.178	33.9	23.0

S.D. = Standard deviation.

S.E. = Standard error.

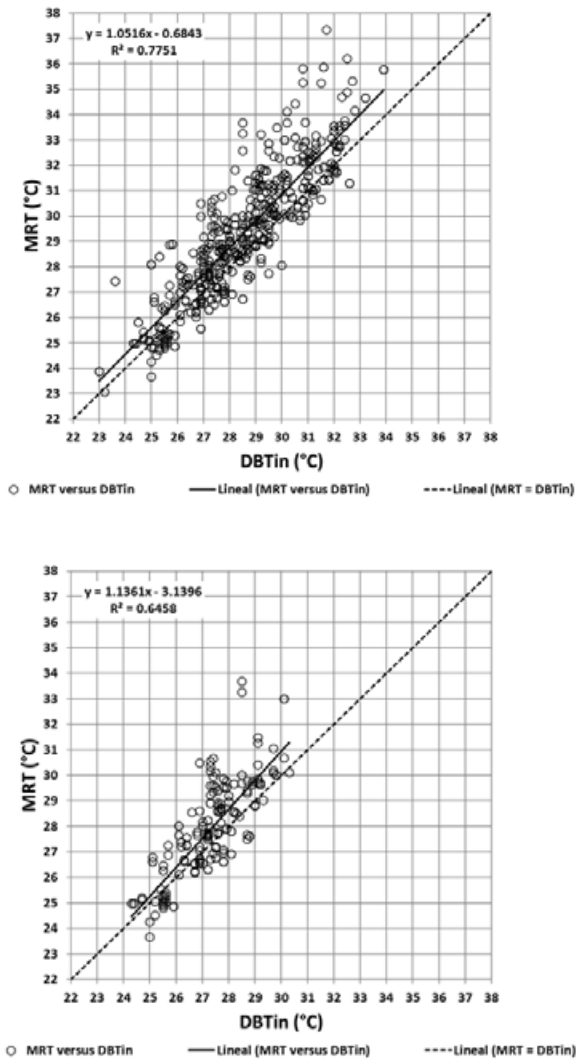


Figure 4. Mean Radiant Temperature (MRT) versus Air Temperature indoor (DBTin). Up: data from complete field study. Down: data from temperate season.

sensation ever, so the judgments range (TSi = 0 to +3) is clearly asymmetrical. For its part, temperate and transitional seasons record better conditions as indicates the mean TSi which is close to neutral sensation (TSi = 0 and s.d. lesser than 1.0), particularly the temperate season which furthermore presents an almost symmetrical swing (TSi = +3 to -2).

It is interesting too, to contrast these results with the probable thermal sensation calculated by simulation in terms of PMV. Table 6 shows the relevant issues of such comparison. The PMV previsions for the temperate and transitional seasons are clearly overestimated regarding to the real TSi of respondents. For such seasons, mean PMV from simulation is around the judgment +1, being that the actual mean TSi is around neutral sensation. Opposite, during the warm and humid season, the actual mean TSi overcomes the calculated PMV. Likewise, maximum TSi recorded in field study for each season is superior to all simulated PMV.

A good indicator of how buildings envelope works in the process of heat exchange among indoors and outdoors is the comparison between Air Temperature and Mean Radiant Temperature MRT (Nicol & McCartney, 2001). MRT is an indicator calculated from recorded data of DBTin, BGT and AS. Therefore, a comparison between DBTin and MRT corresponding to the field study can help to understand the thermal performance of affordable housings. Figure 4 shows two scatter plots where both parameters are correlated. In the plot corresponding to the complete field study (left) it can be seen that mostly MRT data is upper of Air Temperature (DBTin), i.e. built elements are emitting long wave radiation to inside, which increases more the high Air Temperatures ($r^2 = 0.77$, $n = 600$, $Pr < 0.05$). This occurs even at the temperate season, the least warm period of the year ($r^2 = 0.64$, $n = 200$, $Pr > 0.05$) as the plot on the right shows. This is an evident outcome of lack of thermal insulation on housing envelope.

Table 5. Thermal Sensation Judgments recorded during field study (TSi).

Season	Number of data	Mean (\pm S.E.)	S.D.	Max	Min
Total	600	0.7 (\pm 0.1)	1.102	3.0	-2.0
Warm and Humid (Sep-Oct)	81	1.4 (\pm 0.2)	1.042	3.0	0.0
Transitional (Nov)	120	0.2 (\pm 0.2)	0.845	3.0	-1.0
Temperate (Jan-Feb)	200	0.1 (\pm 0.1)	0.761	3.0	-2.0
Hot and Dry (Apr-May)	199	1.1 (\pm 0.2)	1.178	3.0	-2.0

S.D. = Standard deviation

S.E. = Standard error

Table 6. Comparison between TSi (from the field study) and PMV (from simulation).

Season	TSi Mean	PMV	TSi Maximum	PMV
Total	0.7	1.12	3.0	2.38
Warm and Humid (Sep-Oct)	1.4	1.07	3.0	1.90
Transitional (Nov)	0.2	1.12	3.0	1.95
Temperate (Jan-Feb)	0.1	0.82	3.0	1.8
Hot and Dry (Apr-May)	1.1	1.25	3.0	2.23

Table 7. Acceptance of the thermal environment of housing (percentage of responses).

Season	Usually acceptable	
	Yes	No
Total	76.0%	24.0%
Warm and Humid (Sep-Oct)	66.7%	33.3%
Transitional (Nov)	78.3%	21.7%
Temperate (Jan-Feb)	93.0%	7.0%
Hot and Dry (Apr-May)	61.3%	38.7%

Regarding to answers about acceptance of the thermal environment, it was found that occupants express a high acceptance of their homes, particularly in the temperate season in which the judgment 'Usually acceptable' achieves 93% of responses. In turn, the hot seasons got the highest quota of disapproval, in which more than one of each three occupants qualified the thermal environment of their homes as 'Usually unacceptable'. Anyway, all the time a favorable acceptance prevails in the occupants' judgments (Table 7).

This opinion is confirmed with responses about how much is tolerable (or not) the thermal environment of their homes. During the hot seasons most of respondents consider it was 'slightly tolerable', and during the less warm seasons most opined that it was 'tolerable'. Very few (less than 10%) considered 'intolerable' their homes. No one qualified as 'extremely intolerable' (Table 8).

In order to estimate the neutral temperature (N_T) for each season, it was calculated operative temperatures (O_T), an indicator of the actual feeling of people,

which in turn comes from Air Temperature (DBT_{in}) and Mean Radiant Temperature (MRT). Besides, O_T is widely used in international standards as ASHRAE 55: 2010 and EN 15251: 2007. As can be seen in table 10, O_T always achieves relatively high values. During the lesser warm seasons mean O_T is around 25°C, but in hot seasons overcomes 30°C. Alike, maximum O_T is always upper to 30°C (Table 9).

The main objective of the field study was to find what thermal conditions were qualified by respondents as suitable, in order to use them as set-point for the thermal performance of new affordable housing designs. Results of Neutral Temperatures (N_T) calculation by a simple linear regression are shown in Table 10. There can be seen that most of values are above 26°C except those of the Warm and Humid season, which surprisingly is lesser which turns unreliable the result. Moreover, the regression coefficients (RC) of less warm seasons are too low, and therefore the resulting N_T could be unreliable too.

Table 8. Tolerance of the thermal environment of housing (percentage of responses).

Season	Really Tolerable	Tolerable	Slightly Tolerable	Intolerable	Extremely Intolerable
Total	18.0%	39.3%	39.3%	3.3%	0.0%
Warm and Humid (Sep-Oct)	16.0%	19.8%	54.3%	9.9%	0.0%
Transitional (Nov)	27.5%	56.7%	14.2%	1.7%	0.0%
Temperate (Jan-Feb)	25.5%	57.5%	16.5%	0.5%	0.0%
Hot and Dry (Apr-May)	5.5%	18.6%	71.4%	4.5%	0.0%

Table 9. Operative Temperature during field study (OT).

Season	Number of data	Mean (\pm S.E.)	S.D.	Max	Min
Total	600	29.0 (\pm 0.2)	2.229	34.8	23.1
Warm and Humid (Sep-Oct)	81	30.1 (\pm 0.4)	1.744	33.7	27.2
Transitional (Nov)	120	28.1 (\pm 0.4)	1.996	34.5	23.1
Temperate (Jan-Feb)	200	27.6 (\pm 0.2)	1.505	31.5	24.3
Hot and Dry (Apr-May)	199	30.4 (\pm 0.3)	2.059	34.8	23.4

S.D. = Standard deviation.

S.E. = Standard error.

Table 10. Neutral Temperatures (NT) according to Simple Linear Regression

Season	RC	r ²	NT
Total	0.274	0.309	26.6
Warm and Humid (Sep-Oct)	0.222	0.139	24.0
Transitional (Nov)	0.120	0.081	26.2
Temperate (Jan-Feb)	0.107	0.045	26.4
Hot and Dry (Apr-May)	0.316	0.307	26.8

RC = Regression Coefficient.

These are typical bias that simple linear regression procedure returns when certain conditions of the sample are present. One of them is when few data sets are available. That may be the case: no season collected more than 200 data sets. In order to avoid such bias two alternatives procedures were applied too.

Griffiths' method calculates the NT from the mean TSi and the mean OT, assigning a regression coefficient drawn from laboratory studies. NT of the European standard EN 15251: 2007 were calculated with a regression coefficient of 0.5, which seems to be the value than better expresses the feel variability of people throughout the day, inside free running buildings (Humphreys, et al 2016).

On the other hand, the MTSI method determines separately the mean OT from each one of the seven points of the comfort scale (-3 to +3) with the purpose of submitting them to a linear regression. Therefore, the fundamental difference with the simple linear regression method is that instead obtaining the regression

line from the complete data sets, the line comes from only the mean OT of each comfort scale's point. Line's intersection with ordinate zero (scale's point corresponding to neutral votes) defines the NT's value (Gomez-Azpeitia, et al., 2014).

The NT values obtained by such methods are shown in Table 11. Those come from Griffiths are higher than the simple linear regression ones and those come from MTSI are higher yet. It is obvious that these values are more adjusted to the reality.

In the case of the MTSI method, the outcomes are very close to the mean OT of the group of respondents who manifested neutral sensation, so more that 'comfort temperatures', these values rather should be considered as "conformity temperatures". This suggests until where individuals are capable to adapt, even at so high temperatures like these, or yet higher, how it occurs in the other cities studied on the research project (Gomez-Azpeitia, et al., 2009; Gomez-Azpeitia, et al., 2014).

Table 11. Neutral Temperatures (NT) according to alternative procedures.

Season	Griffiths' Method	MTSI Method
Total	27.7	28.4
Warm and Humid (Sep-Oct)	27.4	29.2
Transitional (Nov)	27.6	27.9
Temperate (Jan-Feb)	27.4	27.3
Hot and Dry (Apr-May)	28.1	28.6



Figure 5: Left: Aerial view of Fraccionamiento Buenavista. BPAH-COL is within white ring. Source: Google Earth. Right: Site Plan.

Hence, values from the Griffiths method were those to use as set point in the new affordable housing design. The corresponding comfort range was established in the same terms of the ANSI/ASHRAE 55: 2010 standard, this is ± 2.5 K.

Design, construction and monitoring of the BPAH-COL

The Institute of Land, Urban Planning and Housing of the State of Colima (*Instituto de Suelo, Urbanización y Vivienda del Estado de Colima*, INSUVI) donated the land to build the BPAH-COL. It is located in *Fraccionamiento Buenavista*, a consolidated suburb at the city western limit, just on the municipality of Villa de Alvarez. The suburb extends on 22 hectares where around 1020 inhabitants reside in 255 single-family housings. Most of inhabitants correspond to low-income population (Figure 5).

As commented above, the preliminary project of the BPAH-COL was selected from a competition among undergraduate students in architecture. Sixteen teams of

three students each, submitted their proposals timely. The winner project (Figure 6) was corrected and adapted with advice of professors within the research team.

Because of size limitations mentioned above, BPAH had to be resolved in few spaces: bedroom, bathroom, living room, kitchen and a small dining room. Thinking on expansion needs, the dining area was arranged in such way as a staircase could replace it in future. Outside at the patio, there is a laundry space and a gray water treatment system (Figure 7).

According to design guidelines previously developed, based on two references, one national (Dirección General de Normas e Insumos de Vivienda, 1988) and other local (Gómez Azpeitia, 1990), the bioclimatic strategies considered were: shading devices, thermal mass, natural ventilation (cross ventilation), wind induced ventilation (stack effect) and nocturnal ventilation (long-wave radiation exchange).

In this regard, one difficulty was how to achieve cross ventilation, despite the architectural solution

Table 12. Average data recorded during October-December 2011.

Parameter	Max	Min	Mean
Air Temperature Indoors DBTin (°C)	28.2	22.0	24.8
Black Globe Temperature BGT (°C)	27.4	21.3	24.0
Relative Humidity RH (%)	92.2	50.5	75.9
Air Temperature Outdoors DBTout (°C)	29.9	19.7	24.1
Solar Radiation Rad (w/m ²)	825.5	0.6	221.8



Figure 6: BPAH-COL winner project.



Figure 7: BPAH-COL Floor Plan.

extremely compact that demanded the budget. This objective was achieved by means of practicing openings (upper and below) on the divider wall between the bedroom and the living room, at the center of the house. This allows maintaining a constant airflow between windows of both rooms without obstacles and simultaneously guarding privacy (Figures 8 and 9).

Stack effect was achieved by two openings in line with prevailing winds over the dinner area. This allows exit the hot air through there. Because of the openings lack of glass, this arrangement works too for long-wave radiation exchange during nights (Figures 10 and 11). When a staircase occupies the dinner area space, occupants shall execute the same arrangement higher yet. So, stack effect will be more efficient and long-wave radiation exchange will keep working through the staircase volume.

Shading devices were calculated in order to avoid most of solar radiation all the year and thermal mass was resolved by solid clay brick walls (0.15 m thickness). All surfaces (both roof and walls; inside and outside) are white.

Monitoring

First stage (October to December 2011)

Average collected data is shown in Table 12. It is clear that indoor temperatures, both DBT_{in} and BGT , have a shorter swing than DBT_{out} (approximately 60% lower). However mean temperatures corresponding to the three parameters are very similar.

In addition, it is clear that BGT is the lowest temperature recorded. BGT can be considered a good approximation of the



Figure 8: Cross Ventilation. Interior view. Openings in divider wall.

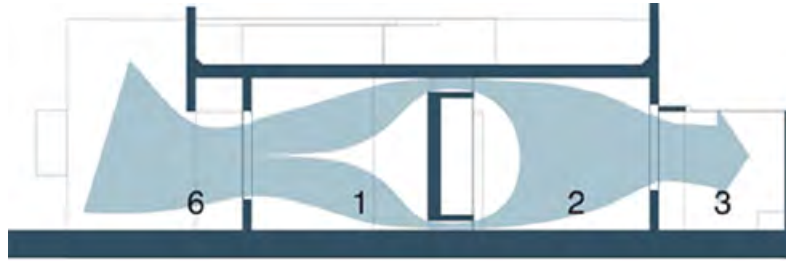


Figure 9: Cross Ventilation. Section: 1. Living room; 2. Bedroom; 3. Backyard; 6. Entrance.

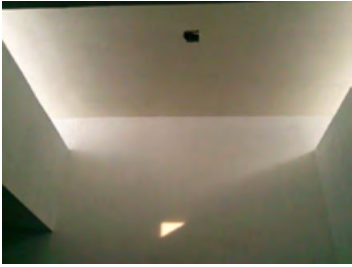


Figure 10: Stack effect and long-wave radiation exchange. Interior view. Upper openings for hot air exit.

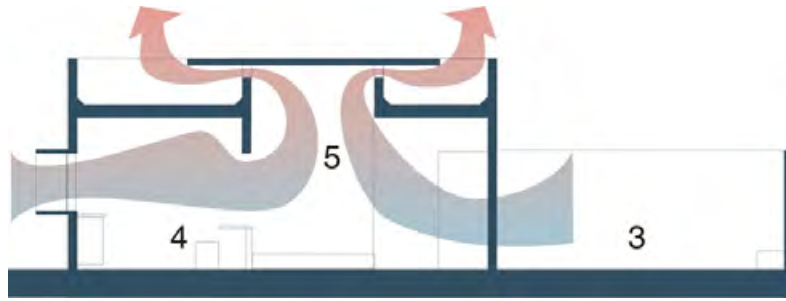


Figure 11: Stack effect and long-wave radiation exchange. Section: 4. Kitchen; 5. Upper openings for hot air exit (over dining room); 3. Backyard.

thermal radiation status inside the building, hence it can be construed that housing envelope is performing in fact a cooling effect. This is very favorable for hot climates even in the fresher season of year, like this is the case.

Second stage (February to April 2012)

Figure 12 shows only April data because of April is the hottest month of the year. There Air Temperature (DBT_{in}) is always highest than MRT ($r^2 = 0.99$,

$n = 617, p < 0.05$). This time $MRT = BGT$ because it is about an unoccupied house with closed windows and therefore no Air Speed (A_s) considered. Contrary to conventional affordables housings measured during the field study, building elements are discarding long wave radiation toward outdoors performing a cooling effect, even in overheated periods.

Figure 13 shows paths of hourly DBT_{out} (dotted line) and OT (continuous line) within BPAH-COL during a standard April day, averaged from monitoring data.

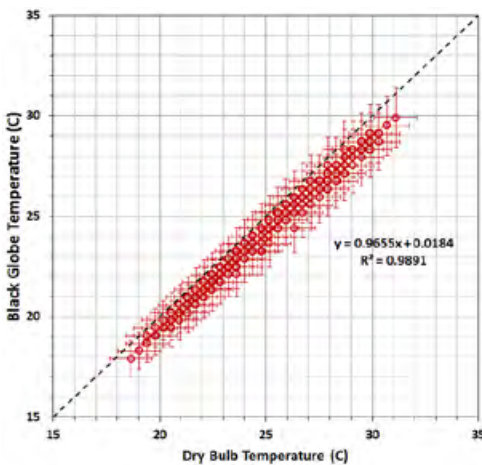


Figure 12: Correlation among Mean Radiant Temperature (MRT) and Air Temperature (DBT_{in}) inside BPAH-COL; April 2012.

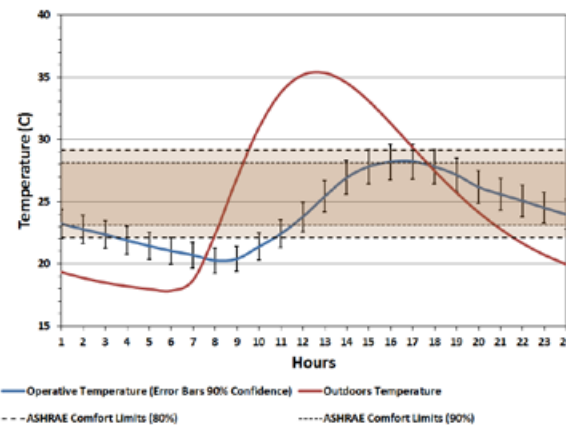


Figure 13: Thermal performance of the BPAH-COL during April 2012, comparing Hourly Operative Temperatures (OT) of Month Standard Day and Month Hottest Day (April 18) among Hourly Outdoors Temperatures (DBT_{out}) of Month Standard Day.

Figure 14. Educational activities for neighbours. Engineering students train neighbours in the living room, on safety and maintenance of home electrical installations (left). Children perform recreational activities in the dining room (right), while homemakers attend a Dressmaking Workshop in the living room (bottom).



Likewise, path of hourly OT recorded during April 18, the month's hottest day (dashed line), is shown too. There it can be seen that DBT_{out} use to be above 35°C at noon, but the OT 's paths, both those of the standard day and of April 18, never exceeds the upper comfort limit according to the results from the thermal comfort field study (gray field and dashed lines). The time in which OT elapses below the lower comfort limit don't pose any problem; because of it is not about too low temperatures (they are never below 20°C). Furthermore, this occurs at night and people could resolve the possible cold feeling by means of additional clothing or slight blankets.

This means a real improvement over the conventional prototypes of affordable housing built throughout the city, where most of whose occupants manifested uncomfortable judgments in regard to overheating of their homes during night time in both hot seasons (55% in the Hot and Dry season: 65% in the Warm and Humid season). Contrary, less than 5% of responses shown non-conformity because of cold, in these same hot seasons.

Current use

Since 2014, BPAH-COL hosts a Community Center operated by the University of Colima, where various Faculties participate in multidisciplinary mode according to neighborhood needs. The Center activities base on a diagnosis prepared and updated by social work students each semester. The diagnosis and its updating is fed by interviews, sensory journeys, cartographic analysis and direct observation. As a result of this, diverse problems have been found regarding to public health, social life and education, so as lack of recreational places. Once the main issues are detected in each semiannual diagnosis, social work students prepare community development activities that include educational workshops, attention of individual or familiar conflicts, and management support of collective initiatives. Thus, teachers and students of architecture, graphic design, engineering, medicine, psychology, nursery, pedagogy, physical education, nutrition, and

engineering have developed work programs within the Community Centre (Figure 14).

As part of this, postgraduate students in architecture elaborated an Urban Improvement Program. They also addressed a community development workshop where several neighbors joined in exercises of participatory planning and participatory design. In turn, undergraduate students, also in architecture, prepared conditioning proposals for several neglected places within the suburb. With these proposals, neighbors and students have refurbished sport fields, home gardens and playgrounds, published a neighbor's bulletin, and designed signage for suburb open spaces. Graphic design students supported these initiatives by means of the Community Centre graphical image and posters design about neighbors' activities and festivals.

Conclusions

The research objectives were successfully achieved. BPAH-COL is a physical demonstration of it is possible to offer affordable housings with good thermal performance but without increasing cost. Only it is necessary to take suitable scientist knowledge and an innovative attitude for refining design processes. Nowadays BPAH-COL works as a support community centre open to all kind of visitors, and it serves as didactic tool about how to get a better habitat.

Acknowledgments

The CONAVI-CONACYT Found, CONAFOVI-2004-01-20, supported this research. Besides, authors manifest their acknowledgment to participant students, especially Blanca M. Chavez, Christian Carrillo and Gabriel Gomez-Alvarez who elaborated the BPAH-COL architectural project; and Jose Maria Espinoza who was in charge of BPAH-COL construction and climate monitoring.

References

- ANSI/ASHRAE:55 (2010), *Standard 55-04 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, Atlanta GA: American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.
- Dirección General de Normas e Insumos de Vivienda (1988), *Clasificación de la Vivienda de Interés Social en Clima Cálido Húmedo*, México, DF., SEDUE.
- EN 15251 (2007), *Indoor environment input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*. Comité Européen de Normalization, Brussels.
- Gómez-Azpeitia, G. (1990), *Recomendaciones bioclimáticas para la arquitectura en la ciudad de Colima*, Colima, Col., Author's edition.
- — — — —, Ruíz, P., Bojórquez-Morales, G., and Romero, R.A. (2007), *Producto 3. Monitoreo de condiciones de confort térmico*, Reporte Técnico CONAFOVI. 2004-01-20, Colima, Mexico.
- — — — —, Bojórquez-Morales, G., Ruíz, P., Marincic, I., González, E., & Tejada, A. (2014), "Extreme Adaptation to Extreme Environments in Hot Dry, Hot Sub-humid and Hot Humid Climates in Mexico", In *JCIA Journal of Civil Engineering and Architecture*, 8(8 (81)), 929-942.
- — — — —, Bojórquez-Morales, G., Ruíz, P., Romero, R., Ochoa, J., Perez, M., & et al. (2009), "Comfort temperatures inside low cost housing. Case: Six warm climate cities in Mexico", *Architecture and Energy and the Occupant's Perspective. Proceedings of 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Quebec City, Les Presses de l'Université Laval.
- Griffiths, I. (1990), *Thermal Comfort Studies in Buildings with Passive Solar Features*, Field Studies, Rep. Commission of the European Community, ENS35 090 UK.
- Humphreys, M., Nicol, F., and Roaf, S. (2016,) *Adaptive Thermal Comfort: Foundations and Analysis*, Routledge, London and New York.
- International Organization for Standardization (1995), *ISO 10551 Ergonomics of the Thermal Environment: Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales*, Switzerland.
- ISO 10551 (1995), *Ergonomics of the Thermal Environment: Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales*. ISO (International Organization for Standardization), Switzerland.
- ISO 7726 (1998), *Ergonomics of the Thermal Environment: Instruments of Measuring Physical Quantities*. ISO (International Organization for Standardization), Switzerland.
- Remund, J., & Kunz, S. (2004). *Meteonorm (Version 5.107): Meteotest*.
- ISO 7730 (2005), *Ergonomics of thermal environment-analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. ISO (International Organization for Standardization). Switzerland.
- Nicol, F. and McCartney, K., (2001), *Final Report (Public) Smart Controls and Thermal Comfort (SCATs)*, Oxford, UK, Oxford Brookes University.
- SMN (1950-2010) *Normales Climatológicas*. Retrieved 2015, from Servicio Meteorológico Nacional http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75
- TRNSYS (2005), *Simulation Studio (Version 16)*, USA, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison.

Abbreviations

- ATCM: Adaptive Thermal Comfort Model
- AS: Air Speed
- BGT: Black Globe Temperature
- BPAH: Bioclimatic Prototype of Affordable Housing
- BPAH-COL; Bioclimatic Prototype of Affordable Housing for the city of Colima
- BTU: British Thermal Unit
- CONACYT: Science and Technology National Council
- CONAVI: National Housing Commission
- INSUVI: Institute of Land, Urban Planning and Housing of the State of Colima
- DBTin: Dry Bulb Temperature Indoors
- DBTout: Dry Bulb Temperature Outdoors
- K: Kelvin degrees
- MRT: Mean Radiant Temperature
- NT: Neutral Temperature
- OT: Operative Temperature
- MTSI: Mean Thermal Sensation by Intervals Method
- PMV: Predicted Mean Vote
- PNVE: National Affordable Housing Program
- RH: Relative Humidity
- RAD: Solar Radiation
- SMN: National Meteorological Service
- TSI: Thermal Sensation Judgment
- W: Watt



Una renovada mirada del desempeño térmico de la Casa Curutchet: aporte del diseño a la calidad ambiental en arquitectura

John Martin Evans
y Silvia de Schiller

PALABRAS CLAVE:

Le Corbusier, experimentación, protección solar, desempeño térmico

KEYWORDS:

Le Corbusier, experimentation, solar protection, thermal performance

RESUMEN

La Casa Curutchet, proyectada por Le Corbusier en 1949, incorporó una serie de innovaciones arquitectónicas como el *Brise Soleil* en las fachadas principales. El presente análisis se interroga ¿si los parasoles responden a requerimientos de protección estival y captación solar invernal?

Estudios sobre la eficacia de los parasoles, realizados con maquetas en un simulador solar, indican un favorable desempeño en ambas estaciones del año y en las orientaciones de la fachada principal. El estudio que se reporta en este texto confirma el favorable control ambiental de los parasoles y, aunque las condiciones no fueron suficientemente aceptables para sus dueños, la Casa Curutchet ofrece lecciones importantes para los proyectistas en la actualidad, indicando la posibilidad de combinar luminosidad y control ambiental de grandes superficies vidriadas con mínima dependencia en el acondicionamiento artificial, producto de creatividad e inteligencia en el diseño.

ABSTRACT

The Curutchet House, designed by Le Corbusier in 1949, incorporates a series of architectural innovations, such as 'Brise Soleil' in the main facades. This study intends to answer the question: this solar protection is just a formal element or responds effectively to the requirements of protection in summer and transmission of favourable winter solar radiation? Studies of shading efficiency, undertaken with models in a solar simulator, show that favourable performance is achieved in both seasons and orientations of the main façade.

The study concludes that the solar protection achieves favourable environmental control, but the conditions were not considered acceptable by the occupants who moved to another house after a year in residence. The Curutchet House offers important lessons for today's designers, indicating the possibility of combining high levels of daylight and environmental control in large glazed facades, with minimum dependence on artificial heating and cooling in design.

Universidad de Buenos Aires
evansjmartin@gmail.com
sdeschiller@gmail.com

Introducción

La Casa Curutchet, única obra de vivienda de Le Corbusier construida en Argentina y única en América, sintetiza la integración de conceptos clave de su propuesta de una “nueva arquitectura” en una obra de tamaño modesto. La Casa incorpora los cinco puntos de arquitectura propuestos por Le Corbusier en 1926 (1955),¹ basados en artículos presentados en los tres años anteriores (Le Corbusier, 1923), y los demuestra aplicándolos en distintas facetas de nuevos criterios de diseño.

El fuerte desafío que planteaban estas innovaciones en una obra realizada en una latitud de 35° del hemisferio sur, fue también resultado de la libertad ofrecida por el desarrollo de estructuras de hormigón armado y la disponibilidad de vidrio de grandes dimensiones, confirmada en los siguientes elementos constitutivos de las decisiones del proyecto:

- La planta baja libre y edificios elevados sobre *piloti* permiten la continuidad espacial a nivel del suelo.
- Las columnas y losas también contribuyen a formalizar plantas flexibles con espacios interiores independientes de la estructura.
- Las fachadas, independientes de la estructura, pueden convertirse en una piel delgada de muros ligeros y de aberturas ubicadas libremente de la estructura y racionalmente en función de su desempeño ambiental y del efecto espacial.
- Las ventanas, en vez de ser perforaciones en un muro macizo, se materializan en bandas horizontales continuas.
- Finalmente, la terraza o techo ajardinado, convierte un departamento elevado a 6 m de altura en una casa, con su espacio exterior propio.

La Casa Curutchet es representativa de un modelo de vivienda-departamento con terraza jardín, apto para ser “apilado” verticalmente. Este *motif*, propuesto inicialmente en 1922 (Le Corbusier, 1965), y probado en el Pavillon de l’Esprit Nouveau, fue una verdadera vivienda-exposición construida en 1925, fuertemente criticada al momento de su edificación (Blake, 1963) por su aspecto innovador, totalmente opuesto a la arquitectura convencional.

La Casa también ejemplifica la aplicación del Modulor (Le Corbusier, 1948), sistema de series dimensionales basado en la proporción áurea con base en las dimensiones del hombre con mano extendida y la mitad de esta altura, correspondiente a la altura del ombligo, según gráfica del arquitecto. El Modulor había sido desarrollado antes, durante la guerra, cuando Le Corbusier no tenía posibilidad de exponer sus ideas como arquitecto.

La aplicación del sistema requirió que la Municipalidad de La Plata otorgara una excepción para reducir la altura mínima de locales como el consultorio, el estar y los dormitorios. Ambos conceptos, los cinco puntos base y el sistema de proporciones, se combinan para producir una obra maestra de la arquitectura, reconocida por UNESCO (2016), como Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Si bien la Casa pertenece a los herederos de la familia, el Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires, en carácter de inquilino, mantiene y conserva la propiedad, mientras promueve y facilita su recorrido con apoyo de visitas guiadas.² En este contexto, valorando la posibilidad que brinda este modelo viviente, el presente trabajo tiene por objetivo analizar las consecuencias ambientales de los principios arquitectónicos incorporados en la Casa Curutchet y la eficacia del elemento protagonista en la fachada, el *Brise Soleil* (Figura 1).

La gran superficie de vidrio de la fachada principal podría generar un alto riesgo de sobrecalentamiento estival, con la misma superficie de vidrio simple y las losas de piso y techo expuestas al aire exterior. La hipótesis inicial del trabajo postulaba que los parasoles o *Brise Soleil* adoptados por Le Corbusier *no* resultarían eficaces para lograr la necesaria protección solar de las extensas superficies vidriadas, con base en las siguientes observaciones formuladas en el estudio:

- Las fachadas del consultorio y la vivienda presentan el mismo diseño de parasol, aunque con distintas orientaciones, el consultorio dirigido a 12° al oeste del norte, y la fachada principal de la Casa a 45° al oeste del norte, resultando la fachada noroeste muy expuesta al sol de la tarde en verano.
- Las dimensiones del *Brise Soleil*, basadas en el sistema Modulor, no tienen relación con la geometría solar en su base aritmética.

La Casa Curutchet, designada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 2016 junto con otras 17 obras de Le Corbusier en 7 países, No. de Inscripción: 1321-11 (UNESCO, 2016), responde a los siguientes criterios de selección:

Criterio I: “Representar una obra maestra del genio de creatividad humana”.

Criterio II: “Exhibir un intercambio importante de valores humanos a través del tiempo sobre desarrollos en arquitectura y tecnología, artes monumentales, planeamiento urbano o diseño del paisaje”.

Criterio IV: “Presentar un ejemplo sobresaliente de un tipo de edificio, conjunto arquitectónico o tecnológico, o paisaje que ilustra una etapa significativa en la historia humana”.



Figura 1. Los parasoles del consultorio, con excelente terminación de elementos verticales y horizontales (mayo 2018).

- Varios proyectos de Le Corbusier sufrían problemas y deficiencias térmicas por la inadecuada o insuficiente protección solar y el frío invernal, tal como fueron los casos de la Cité du Refuge en París y la Unité d’Habitation en Marseille.
- Le Corbusier, a pesar de su breve visita a la Ciudad de La Plata una década anterior y sus aportes a la propuesta del Plan de Buenos Aires (1947), tenía limitada experiencia de las condiciones climáticas del sitio y todo el diseño fue desarrollado a distancia, en París.
- En la época de posguerra no se disponía de materiales aislantes livianos, los que fueron posteriormente desarrollados e incorporados en las prácticas constructivas, tales como lana de vidrio, espuma de poliuretano o polietileno expandido.
- Tampoco tuvo Le Corbusier la posibilidad de incorporar equipos de refrigeración o aire acondicionado en un edificio de escala doméstica.
- Finalmente, no contaba con herramientas para verificar el comportamiento térmico de su proyecto o detectar el riesgo de sobrecalentamiento estival, un nuevo problema que surgió como resultado del creciente aumento de superficies vidriadas.

Si bien la Casa demuestra las nuevas posibilidades arquitectónicas e innovaciones constructivas que resultan de la aplicación creativa de materiales, como el vidrio y el hormigón armado, la hipótesis formulada planteaba la pregunta: ¿es el proyecto de la Casa Curutchet resultado de las inquietudes formales de Le Corbusier? o ¿intentaba responder también a los nuevos desafíos de acondicionamiento ambiental que proponía la nueva arquitectura?

Veamos, la Casa fue proyectada en 1948, y construida entre 1949 y 1950 bajo la dirección de Amancio Williams, quien introdujo algunas modificaciones menores a ésta, siempre consultando a Le Corbusier, el proceso fue lento, pues dependía de la correspondencia postal con cartas de ida y vuelta enviadas por barco. En ese intercambio, una de las sugerencias fue el cierre de la escalera de acceso a la vivienda, formando un *hall* de entrada. Si bien las grandes superficies vidriadas mantenían el aspecto abierto y transparente del espacio, sin duda, la escalera abierta propuesta originalmente pudo resultar incomoda en días fríos y lluviosos de invierno.

Amancio Williams, responsable de la obra, no aceptó honorarios por su tarea profesional, pues considero un honor materializar una nueva obra maestra de Le Corbusier, aunque las consultas a distancia dificultaron su trabajo y provocaron conflictos con el Dr. Curutchet. La sostenida determinación de Amancio Williams de respetar el proyecto de Le Corbusier hasta los mínimos detalles, a pesar de la lentitud de las consultas, permitió que la construcción de la Casa conserve los resultados del empeño y dedicación del arquitecto local.

Sin embargo, el desarrollo constructivo y los detalles puestos en práctica en la Casa Curutchet introdujeron otros problemas de acondicionamiento ambiental. Los vidrios corredizos sin marco, si bien logran gran transparencia y continuidad horizontal de los paños vidriados que proponía Le Corbusier, producen rendijas entre los vidrios deslizantes y la ausencia de burletes aumentan las pérdidas de calor por intercambio del aire interior (espacio con calefacción) con el aire frío exterior, y en un día ventoso, se puede escuchar la vibración de los vidrios corredizos.

1. Varias publicaciones fueron traducidas y publicadas en distintas ediciones; las referencias en este estudio corresponden a las versiones señaladas.
2. <https://www.capbacs.com/capba-casa-curutchet> indica horarios de las visitas guiadas.

Para el frío de invierno, Le Corbusier sólo contaba con un sistema de calefacción convencional. Así, la Casa Curutchet incorporó calefacción central con caldera a fuel oil. Todavía es visible la tapa circular de hierro fundido del sistema de entrega del combustible líquido, desde la vereda frente a la casa. Sin embargo, las grandes superficies de vidrio de las fachadas no sólo aumentaban las pérdidas de calor en invierno, sino que además no dejaban espacio para ubicar radiadores convencionales. La solución fue el uso de radiadores industriales, tubos horizontales con aletas de chapa para aumentar la superficie de transferencia de calor. Estos tubos, colocados cerca del piso, permiten contrarrestar el flujo descendente de aire frío producido por el vidrio. Su imagen debe haber sido chocante en esa época.

En este contexto, 1997, en el marco de un programa de investigación UBACYT y de la beca de una tesista extranjera en el Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), se planteó la realización de una serie de estudios para evaluar el comportamiento ambiental de la Casa Curutchet, cuyos objetivos fueron:

- Verificar la eficacia de los *Brise Soliel* para reducir la exposición del vidrio a la radiación solar con maquetas reales en el Heliodón, con un simulador del movimiento aparente del sol, del Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE, FADU-UBA. El primer análisis se centró en la evaluación del funcionamiento del parasol según las dos orientaciones que plantean las fachadas, considerando como criterio

base minimizar la penetración de la radiación solar incidente sobre el vidrio en verano, mientras sería deseable lograr mayor incidencia de radiación solar en invierno.

- Realizar mediciones de las temperaturas interiores para detectar posibles problemas de sobrecalentamiento en verano y beneficios de la captación del sol directo en invierno, resultado del ingreso de radiación y el comportamiento térmico de los materiales de la envolvente.
- Evaluación de las condiciones ambientales en relación con el uso de la vivienda y la respuesta de los usuarios, la familia Curutchet.

Estudio del desempeño solar de los parasoles

Las pruebas realizadas en 1997 en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE indicaban un desempeño sorprendentemente favorable de los parasoles, dado que la protección lograda en verano era muy adecuada mientras el ingreso de sol invernal era eficaz en todas las habitaciones principales.

El principal hallazgo de los ensayos con maquetas, fue la evaluación del “baldaquino”, la losa elevada sobre la terraza (Figura 2). La incorporación de este elemento fue generalmente atribuido a un fundamento puramente formal en relación con la cornisa del edificio vecino para lograr cierta integración volumétrica del frente urbano sobre la calle, aunque resulte difícil imaginar un contraste más fuerte entre ambos edificios,



Figura 2. Fachada principal: entrada y garaje en planta baja, consultorio en 1er piso, y terraza y vivienda principal en 2do piso (mayo 2018).



Figura 3. Le Corbusier con una maqueta de la Casa Curutchet (Boesiger, 1961).

acentuado por la altura del “baldaquino” que no coincide exactamente con la línea de la cornisa.

Sin embargo, los estudios de asoleamiento demostraron su excelente funcionamiento para mejorar el acondicionamiento natural de la vivienda y la habitabilidad de la terraza. En verano, dada la alta trayectoria del sol, el “baldaquino” proyecta una sombra muy favorable sobre la casa y la terraza, mientras en invierno, con sol de baja altura, los rayos penetran por debajo de este elemento atravesándolo y llegando hasta el fondo del interior del área de estar, muy bienvenido en las tardes invernales.

Los estudios de Francisco Liernur, investigador del CONICET en el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, donde se realizaban ensayos con maquetas en los estudios de asoleamiento (1997), aportaron información valiosa sobre el funcionamiento de los parasoles. Durante sus estudios sobre la Casa Curutchet en la Fundación Le Corbusier en París, Liernur descubrió los estudios originales de los parasoles, realizados en 1948 con base en métodos gráficos y proyecciones horizontales (o nómicas) en la forma de un reloj de sol (Liernur y Pschepiurca, 2008). Los ejercicios de verificación en laboratorio en 1997 demostraron que se habían estudiado dos orientaciones de la fachada, a 12° y 45° al oeste del norte, mostrando que los proyectistas eran conscientes de las diferencias entre ambas orientaciones, y que también hallaron la manera de lograr buen comportamiento ambiental con el diseño de los parasoles en ambos casos.

De esta forma, si bien el funcionamiento estacional y la respuesta ambiental del “baldaquino” en relación con el movimiento anual y horario del sol no está documentado, muestra un indicio importante de la preocupación por proporcionar adecuada habitabilidad y disfrute de este espacio semi-cubierto, abierto al exterior con vista al parque de enfrente.

En la sección de la ‘Œuvre Complet’ (Boesiger, 1961) aparece una fotografía de la maqueta de la Casa Curutchet, iluminada con una lámpara, cuya imagen, Figura 3, es muy similar a las fotografías de maquetas realizadas en 1997 en el laboratorio del CIHE en Buenos Aires. Se considera así que Le Corbusier y los colaboradores de su estudio en París fueron plenamente

conscientes del desempeño solar del “baldaquino”, que posibilitaba y enaltecía su comportamiento ambiental en beneficio del carácter de la vivienda con lineamientos Corbusieranos.

Temperaturas interiores en verano

Con el conocimiento del funcionamiento de los parasoles, cabría preguntarse: ¿la eficacia de los parasoles permite mantener temperaturas interiores confortables o, al menos, más favorables que las temperaturas exteriores? Atendiendo esta inquietud, se planificó la segunda etapa de la investigación con la finalidad de medir y analizar el comportamiento térmico de la Casa. Un primer estudio realizado sobre este aspecto importante de su desempeño ambiental.

Durante las mediciones, la Casa se encontraba desocupada y sin calefacción, éstas se realizaron en un periodo de 15 a 17 días en verano e invierno del año de 1997, con registros cada hora en los espacios principales: área de estar, dormitorios y consultorio; además, se colocaron dos data-loggers (equipos pequeños de adquisición de datos), en distintos lugares de la terraza y en la planta baja, en ubicaciones protegidas de la radiación solar directa y con buena exposición al aire exterior. La Figura 4 presenta los registros obtenidos en verano, según las mediciones realizadas por Raspall y Evans en 2001.

A pesar de la gran superficie de vidrio y la orientación de la fachada que recibe sol en verano, la

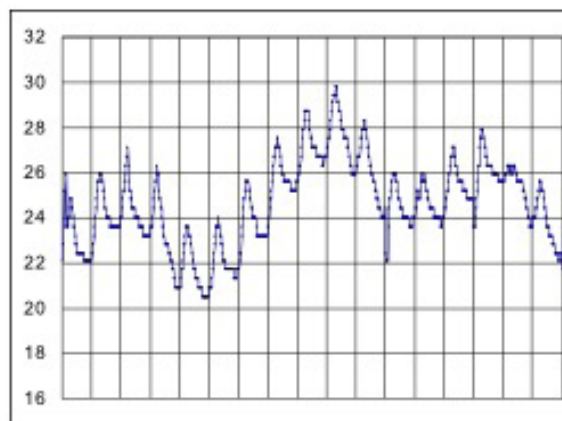


Figura 4. Temperaturas horarias interiores registradas en el estar durante un periodo de 17 días en verano (2001).

temperatura interior nunca alcanzó 30° C y sólo excedió 28° C durante 4% del tiempo de los registros. Cabe aclarar que estas mediciones fueron registradas con los cerramientos cerrados, sin cortinas y sin operar las ventanas para controlar la ventilación. El diseño permite captar ventilación pasante de la fachada principal a la fachada posterior al fondo del lote. Las temperaturas máximas pueden amortiguarse a través del manejo de los usuarios, corriendo las cortinas interiores, visibles en las fotos de la vivienda en sus primeros años de uso. Con ventilación cruzada, la sensación térmica disminuye en 1 a 2° C, mientras la ventilación nocturna con aire exterior más fresco también puede llegar a disminuir la temperatura promedio en un intervalo similar.

La temperatura exterior promedio en verano varía entre 21 y 28° C durante el periodo de medición. La temperatura interior promedio en el comedor y área de estar de la vivienda se mantiene en el rango confortable de 22,7 a 24°, mientras el dormitorio en planta alta alcanza temperaturas levemente mayores de 23,8 a 24,8° C, resultado del ascenso de aire cálido en el espacio de doble altura del área de estar.

Considerando que en otras edificaciones en Buenos Aires con gran superficie de vidrio las temperaturas registradas fácilmente exceden 35° C, el comportamiento de la Casa Curutchet es significativamente efectivo y ambientalmente eficiente. Un reconocimiento por el aporte de la innovación del *Brise Soleil*, la “visión y misión” de la arquitectura y el arquitecto.

El árbol, un álamo de hoja caduca, plantado después de la construcción de la Casa, fue previsto en los dibujos del proyecto y contribuye al comportamiento energético ambiental de la vivienda. La protección solar en verano disminuye la incidencia de radiación solar sobre la fachada de la casa en verano, mientras la combinación de la forma vertical y la hoja caduca permite el ingreso de radiación solar de menor altura en invierno. El consultorio, sin el beneficio de árboles, pero con una orientación más favorable también mantiene condiciones térmicas favorables.

Temperaturas interiores en invierno

En la última visita realizada a fines de mayo del 2018, otoño en esta latitud del hemisferio sur, se comprobó la

excelente penetración del sol al interior de la vivienda en invierno, aspecto muy favorable para lograr adecuado acondicionamiento ambiental. Durante la tarde, el ingreso de sol directo llega a todos los espacios principales, consultorio con sala de espera, estar-comedor y ambos dormitorios.

Las Figuras 5 y 6 muestran el ingreso del sol entre las 15 y 16 h de la tarde, aunque ello no implica el logro de confort térmico; la Figura 7 evidencia el aporte de volúmenes curvos, de color blanco, a la luminosidad en espacios de servicio y circulación.

En las mediciones realizadas en invierno, se registraron las temperaturas interiores y exteriores durante un periodo de 15 días con una variación exterior promedio que oscilaba entre 7,25 y 14° C. En el interior del consultorio, las temperaturas varían entre 12 y 18° C, según muestra la Figura 8. Dado que estas temperaturas no se consideran confortables, se proyectó una instalación de calefacción en los espacios habitables de la vivienda y consultorio.

Sin embargo, con una temperatura exterior de 10,5° C, se registraron 15° C de temperatura interior promedio, mostrando que el diseño de la casa logra un aumento de la temperatura de más de 3 grados, sin calefacción central ni ocupantes. El diseño de los parasoles logra un ingreso de calor que disminuye la demanda de calefacción en aproximadamente 35-40%, considerando una temperatura interior deseable de 20° a 22° C.

Este comportamiento permite clasificar la Casa Curutchet como “casa solar”, cuatro décadas antes de las primeras “casas solares” proyectadas en Argentina. Pero Le Corbusier no contaba con los materiales aislantes livianos desarrollados posteriormente, tales como poliestireno expandido o lana de vidrio, ni con la calidad térmica del doble vidrio hermético y otros tipos de superficies vidriadas.

Como ejercicio, se evaluó el comportamiento de la Casa a través de simulaciones numéricas con estos nuevos materiales. Ello permitió mostrar que, sin cambios en la arquitectura y solamente incorporando doble vidrio en las ventanas y una capa de aislante liviano en techo y piso, la temperatura interior logra alcanzar una temperatura promedio de 18° C con una variación interior entre 15 y 21° C. Si bien todavía la Casa tendría periodos fríos en el

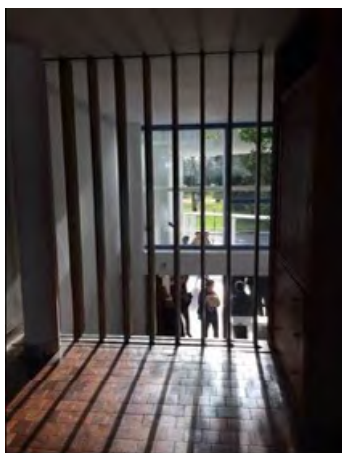


Figura 5. Ingreso de sol al dormitorio de planta alta, 15:30 horas en invierno (mayo 2018).



Figura 6. Ingreso de sol invernal a la tarde. La ventana de atrás permite ventilación cruzada (mayo 2018).

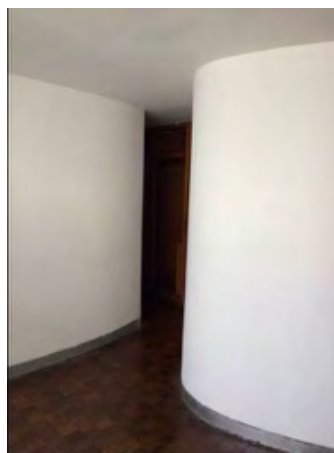


Figura 7. Volúmenes curvos y blancos aportan luminosidad en espacios de servicio y circulación (mayo 2018).

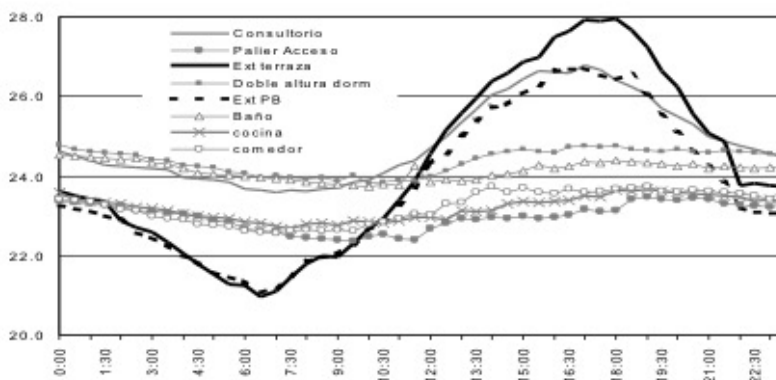


Figura 8. Medición de temperaturas horarias interiores y exteriores en invierno, durante un periodo de 15 días promedio, registradas por Raspall y Evans en 2001.

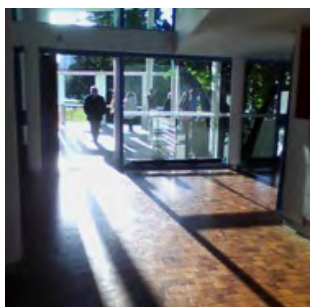
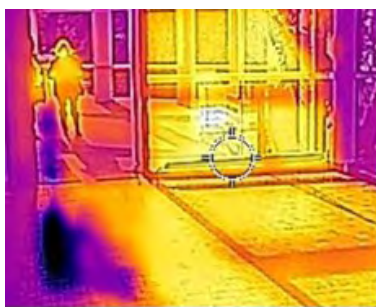


Figura 9. Imagen infrarroja (izq.) y fotografía del espacio interior (der.): 18° C de temperatura superficial interior y 14° C de temperatura exterior (mayo 2018).



Figura 10. Imagen infrarroja de los parasoles (izq.), estudio de transmisión y reflexión de radiación solar y (der.) fotografía de la fachada exterior frente al sol (mayo 2018).

interior, puede llegar a alcanzar confort térmico con mínima demanda de calefacción (Figuras 9 y 10).

Percepción y sentir ambiental, la reacción de los usuarios

La familia Curutchet ocupó la casa por un periodo de poco más de un año, y después decidieron mudarse a una casa más acorde con sus expectativas, especialmente ambientales, quejándose de la falta de privacidad por las extensas superficies de vidrio. Posiblemente, el aspecto más crítico fuese el exceso de luz en una casa tan vidriada y con tanto sol en invierno. En aquellos años, las viviendas convencionales con vidrios más reducidos eran menos luminosas y sus interiores menos asoleados.

Conclusiones

En la actualidad, la Casa Curutchet vuelve a plantear renovadas lecciones para los arquitectos y no sólo por su calidad arquitectónica, las innovaciones planteadas y la integración de nuevos conceptos constitutivos de la arquitectura moderna. Le Corbusier, consciente de los potenciales problemas de sobrecalentamiento estival y la falta de confort invernal, resultado de innovaciones realizadas con el uso de hormigón y vidrio, realizó notables investigaciones con triple vidrio y protección solar (Banham, 1988).

En esa línea de experimentación y creatividad, incorporó los resultados de nuevas técnicas de diseño en los parasoles con los resultados evaluados en este estudio que, si bien logran un desempeño microclimático muy favorable, tanto por la protección solar como por la moderación de temperaturas interiores, no lograron satisfacer las expectativas de sus habitantes.

Hoy en día, las viviendas con grandes superficies de vidrio dependen para su acondicionamiento de los equipos de refrigeración y cortinas interiores para contrarrestar el impacto del sol, y doble vidrio hermético y calefacción para alcanzar confort invernal.

Así, una renovada visita a la Casa Curutchet permite apreciar los esfuerzos de Le Corbusier para combinar

integralmente la innovación arquitectónica con el acondicionamiento ambiental natural. Una lección que los arquitectos de hoy también deben aprender y ejercitar en la época actual, cuando la eficiencia energética y el impacto ambiental son factores íntimamente relacionados con el diseño arquitectónico.

Este potencial, fortalecido por la combinación de creatividad e inteligencia que permita desarrollar capacidades puestas al servicio de la gente y del ambiente, plantea un fuerte desafío, base del principio de sustentabilidad en sus tres componentes: social, ambiental y económico. Su interacción, de forma integral, complementaria e interdisciplinaria, clarifica y orienta el marco del desarrollo sustentable en el cual la arquitectura juega un rol relevante, sustancial y comprometido.

Reconocimientos

Los ensayos iniciales de protección solar en laboratorio, realizados en 1997 por la tesista Teresa Campos, Universidad Tecnológica de Colonia, Alemania, durante su beca DAAD en el CIHE, para su investigación y fin de tesis, se complementaron en 2001 con las mediciones de temperatura realizadas por Carlos Raspall, becario UBA, y los registros fotográficos de Julian Evans, con la dirección de los autores, en el marco de los Proyectos de Investigación UBACYT, de la Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad de Buenos Aires, vigentes en esas fechas.

Las actuales reflexiones surgieron a partir de la visita realizada el 19 de mayo de 2018 con alumnos de la Maestría Sustentabilidad en Arquitectura y Urbanismo, SP-FADU-UBA, dirigida por los autores, y los posteriores ensayos realizados en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), SI-FADU-UBA, comprendidos en el marco del Proyecto de Investigación UBACYT Interdisciplinario 2017-2019 “Estrategias de eficiencia energética y energías renovables en edificación, y su aporte ambiental, social y económico al desarrollo sustentable”, Código 20620160100006BA de la SECYT-UBA.

Bibliografía

- Banham, R. (1988), *Theory and Design in the First Machine Age*, Architectural Press, Londres.
- Blake, P. (1963), *Le Corbusier: Architecture and Form*, Penguin Books, Harmondsworth (publicado originalmente como sección de Blake, P (1960) *The Master Builders*, Gollancz, Londres).
- Boesiger, W. (1961), *Le Corbusier*, Œuvre Complète, Vols. I-IV, Boesiger(Editor) (1962) *Le Corbusier: 1910-1960*, Girsberger, Zurich.
- Evans, J. M. y de Schiller, S. (1998), "The friendly city, the sun and Le Corbusier: form, function and bioclimatic response", In Maldonado, E. & Yannas, S., *Environmentally and Friendly Cities*, Proceedings of PLEA 98, James & James, Londres.
- Le Corbusier (1950), *Modulor I*, Faber & Faber, Londres.
- Le Corbusier (1955), *Towards a new architecture*, (Trad. Etchells, F.), Architectural Press, Londres (La versión original en francés (1923) se tituló *Vers un Architecture*.
- Le Corbusier (1947), "Plan Director para Buenos Aires", en *La Arquitectura de Hoy*, Año 1, No 4, Buenos Aires.
- Liernur, J. F. y Pschepiurca, P. (2008), *La red Austral. Obras y proyectos de Le Corbusier y sus discípulos en la Argentina (1924-1965)*, Prometeo, Buenos Aires.
- UNESCO (2016), *Obra arquitectónica de Le Corbusier-Contribución excepcional al Movimiento Moderno* <http://whc.unesco.org/es/list/1321> (Consultado 15/05/2018).

Índice autores

Maruja Redondo Gómez

Arquitecta por la Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia; especialista en Ordenación del Territorio por la Universidad Politécnica de Madrid, España.

Maestría y Doctorado en Urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México. Docente e investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco desde 1984 en la carrera de arquitectura.

Jefa del Área de Historia del Diseño (1997 a 2000), Jefa del área de Arquitectura y Urbanismo Internacional (2007 a 2010). Jefa del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo (2010 a 2014). Asesora del Departamento Nacional de Planeación en Colombia.

Ha participado como conferencista en numerosos seminarios y coloquios internacionales y ha publicado artículos sobre: análisis urbanístico y estructura urbana. Autora del libro "Cartagena de Indias. Cinco Siglos de Evolución Urbanística" editado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá, Colombia y la UAM, Azcapotzalco, 2004. Ha escrito y publicado varios artículos de arquitectura y urbanismo en libros y revistas nacionales e internacionales.

Gloria María Castorena Espinosa

Estudios de Decoración de Interiores en el Tecnológico del Ángel Satélite; Arquitecta con Mención Honorífica por la UNAM; Especialización en Diseño Ambiental UAM-Azcapotzalco, Mención Honorífica; Especialización y Maestría en Diseño por la UAM-Azcapotzalco. Actualmente cursa el doctorado en Diseño en la UAM-Azcapotzalco.

Es profesora-investigadora de la UAM en el Departamento de Medio Ambiente para el Diseño y dirige el Área de Arquitectura Bioclimática del mismo departamento.

De 1994 a 1997 fue Directora de Desarrollo Urbano y Obras Públicas en el Municipio de Tepotzotlán, Estado de México y en 2004 participó como asesora en el mismo organismo.

Miembro fundador y Asesor Técnico de la Asociación Civil Ecologista ACET. Miembro activo de la Asociación Nacional de Energía Solar y Miembro fundador de la Red Nacional de Arquitectura Bioclimática.

En 2011 recibió el Premio a la Investigación 2011 en el Área de Ciencias y Artes para el Diseño, por la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana, por el proyecto de investigación: "Futuros Alternativos para Tepotzotlán".

Entre sus exposiciones, destacan: Luis Barragán y las Casbahs en Casa Museo Luis Barragán, Galería del Tiempo UAM-Azc y Universidad Autónoma de Nuevo León; Tepotzotlán Pasado y Presente, Museo Nacional del Virreinato en Tepotzotlán, Estado de México.

Ha publicado numerosos artículos de investigaciones. Desde 1984 ha participado en diversos proyectos arquitectónicos de casa habitación y proyectos urbanos.

Sergio Padilla Galicia

Arquitecto, Maestro y Doctor en Urbanismo por la UNAM, titulado y graduado con honores. Es especialista en Ordenación del Territorio por la Universidad Politécnica de Madrid, España. De 1978 a 1981, integrante del equipo técnico de la Secretaría de Asentamientos Humanos (SAHOP) en el área de equipamiento y desarrollo urbano. Desde 1982 se ha desempeñado como consultor y como profesional independiente o asociado con diversas empresas especializadas, dirigiendo diversos estudios y planes de desarrollo urbano, proyectos arquitectónicos y gestión de proyectos inmobiliarios.

De 1983 a 1989 fue profesor en el área de urbanismo en la Facultad de Arquitectura de la UNAM y desempeño el cargo de Coordinador de la Maestría en Urbanismo. Actualmente es profesor-Investigador en la División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), UAM-Azcapotzalco en donde realiza actividades de docencia e investigación en temas de análisis urbanístico, planeación y diseño urbano en México y en el ámbito internacional.

Como docente ha dirigido numerosos Proyectos Terminales de licenciatura, especialización y maestría en temas relacionados con planeación urbana, proyectos urbanos y arquitectura. Coordina los programas de Investigación "Morfogénesis y transformaciones urbanas" y "Tendencias en el Urbanismo Internacional", también es responsable y participante en proyectos de investigación en temas de urbanismo informal, urbanismo internacional, urbanismo sustentable, formación metropolitana y estructura urbana.

Ha desempeñado en la UAM-Azcapotzalco diversos cargos de gestión académica: Coordinador de la Maestría en Planeación Metropolitana, Coordinador de Investigación de CyAD, Coordinador de la Licenciatura en Arquitectura y Jefe del Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional.

Ha sido profesor visitante a nivel posgrado, especialización y maestría, en: Universidad de Stuttgart, Alemania, Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Jorge Tadeo Lozano de Cartagena, Colombia y Universidad San Buenaventura de Cartagena, Colombia.

Ha participado como conferencista en numerosos seminarios y coloquios. Ha escrito artículos y ensayos publicados en revistas especializadas y libros colectivos de México, Alemania y Colombia sobre temas de planificación urbana, urbanismo formal e informal. Asimismo, ha coordinado seminarios y workshops internacionales en la materia. Tiene el reconocimiento como Perfil Deseable de Profesor Tiempo Completo de PRODEP/SEP y es Investigador Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Elizabeth Espinosa Dorantes

Arquitecta, Maestra y Doctora en Urbanismo por la UNAM. Especialista en Composición Urbana por la Universidad Politécnica de Bucarest, Rumanía. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Ha participado en diversos proyectos de investigación como son: Frentes Urbanos y espacios residuales; Hábitat Sustentable; "Urban Design Qualities in Mexican Low Income Housing"; "Elementos para el estudio de la imagen urbana"; "Ciudades en Expansión y Transformación", y "Health in popular Settlements".

Autora del libro *La imagen urbana de asentamientos populares en la ciudad de México* y coautora del libro "Mathías Goeritz. Educación visual y obra", editados por el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Ha participado como conferencista en seminarios y coloquios y escrito artículos varios con la temática de morfología urbana y urbanismo sustentable.

Actualmente es profesora e investigadora del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Editora responsable de las publicaciones del Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional.

Anibal Figueroa Castrejón

Arquitecto por UAM-Azcapotzalco. Maestría en Diseño Arquitectónico en la Universidad de Texas, Austin. Becario de la OEA para realizar la Maestría en Estudios Energéticos por la Universidad de Texas. Doctor en Ciencias por la Universidad La Salle, México.

Profesor-investigador de la UAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Fundó el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática de la UAM-Azc. Ha promovido y desarrollado los Planes y Programas de Estudios de la Especialización en Diseño Ambiental (1990) y la Especialización Maestría y Doctorado en Diseño (1995) para la UAM Azcapotzalco. Desempeñó el cargo de Director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el periodo 2013-2017. En esta misma unidad ha diseñado y supervisado la construcción de los Laboratorios y Talleres de Diseño, Centro de Cómputo y los dos edificios Anexos de Cubículos.

Ganador del Premio Nacional de Ahorro de Energía en 1994. Premio a la Investigación 2011 en el Área de Ciencias y Artes para el Diseño, por la Rectoría General de la UAM, por el proyecto de investigación "Futuros Alternativos para Tepotzotlán".

Ha publicado diversidad de libros y capítulos de libros y en revistas en el país y a nivel internacional.

Colaboró en la Oficina del Arquitecto Ricardo Legorreta (1980-82). Desde 1982 a la fecha, ha participado en proyectos arquitectónicos –tanto de modo individual como asociado– habiendo edificado casas habitación, monumentos, jardines y proyectos urbanos.

Xristos Vassi

Arquitecto por la Universidad de Tesalia, Volos, Grecia, Maestría en proyectos para el desarrollo urbano por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México y actualmente elabora la tesis doctoral de urbanismo en la UNAM.

Profesor en la UAM Azcapotzalco, la UNAM y la Universidad Iberoamericana. Conferencista a nivel nacional e internacional por la UAM, la Escuela Técnica Nacional de Atenas, la Universidad de Tesalia en Volos. Ha participado en ponencias y mesas de debate en coloquios y encuentros de arquitectura internacional. A nivel profesional ha participado y coordinado varios grupos interdisciplinarios en temas de problemáticas urbanas, así como en Planes de desarrollo urbano para el nuevo centro de población (Tabasco), Plan de movilidad sustentable para sitios de valor histórico (Huamantla), Plan de movilidad y recuperación del espacio público con circuito de ciclovías (México).

Alina Drapella-Hermansdorfer

Arquitecta y Profesora asociada. Directora del Departamento de Planificación y Diseño Ambiental, en la Facultad de Arquitectura de Wrocław University of Science and Technology, Polonia.

Es autora de numerosas publicaciones científicas y populares, sus temas de investigación son: desarrollo sostenible y el urbanismo paisajístico. Directora de tesis sobre temas similares.

Vicepresidenta del Comité de Arquitectura y Urbanismo en Breslavia, de la Academia Polaca de Ciencias (PAN), miembro de la Comisión de Arquitectura y Urbanismo del PAN. Coautor de planes de desarrollo espacial en zonas que protegen los parques nacionales y las áreas de conservación del paisaje; co-diseñador del Parque del Milenio (2000), Parque Mammoth (2014) y diseñador de Jardines de la Vida (2017).

En Breslavia fue cofundadora de arquitectura paisajística como campo de estudios en la Universidad de Ciencias Ambientales y de la Vida de Breslavia (2000), donde fue la primera editora de la revista *Landscape Architecture*; organizadora de los seminarios anuales y giras de estudio por Europa, titulados: "Paisajes del siglo XXI" (desde el 2000).

Christiano Lepratti

Profesor asociado ICAR14, Universidad de Génova, desde 2013. En 1999 ganó el concurso de investigación en la Universidad Técnica de Darmstadt, donde permaneció hasta 2006. En 2011 fue profesor invitado de diseño arquitectónico en la Universidad Sapienza, Roma con una beca del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). Desde 2001 es coordinador de los simposios italo-alemán de la Academia de Arquitectura en el centro de excelencia de Villa Vigoni (Como). Desde 2009 es miembro del Programa de Trabajo de la UIA "Arquitectura para un futuro sostenible, región 1 Europa Occidental", ("Foro Abierto" Copenhague 2009, Tokio 2011).

Ha impartido numerosas conferencias en universidades internacionales y ha sido invitado a las universidades de Mendrisio, Dusseldorf, Leipzig, Shiraz (Irán), Skopje y Milán. Colabora con revistas y ha editado publicaciones científicas en italiano y alemán. Coordina proyectos de investigación financiados por el NRC italiano, socio del Instituto Alemán de Investigaciones Científicas (DFG).

En 1995 cofundó el estudio Malearc en Berlín con el que es autor de proyectos en Italia, Alemania, Inglaterra (Londres) y China (Shangzou). A partir de la edición de 1996 de *European*, ha participado con éxito en numerosos concursos internacionales de arquitectura. Sus proyectos han sido publicados por revistas italianas y alemanas y expuestos en Milán, París, Berlín, Lausana y Barcelona.

Eckhart Ribbeck

Estudió arquitectura y urbanismo en las Universidades de Aachen y Stuttgart. Doctorado en urbanismo por la Universidad de Karlsruhe, Alemania. Trabajo profesional como arquitecto en el despacho Faller & Schroeder, Stuttgart.

Ha realizado investigación académica en el Instituto de Urbanismo Tropical, Universidad de Darmstadt realizando proyectos en África (Kenia, Tanzania) y Turquía; en el United Nations Development Program (UNDP), en el área de planificación urbana y regional en el Caribe con sede en Georgetown, Guyana. Consultor para vivienda y urbanismo en el CNDU, Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, Brasilia, Brasil, y GTZ/ Sociedad Alemana de Cooperación Técnica.

Investigador en la Universidad de Karlsruhe, Alemania con proyectos en Perú y México en el tema: ciudades medias, ciudades en expansión.

Profesor visitante en el Doctorado en Urbanismo, de la UNAM, en la ciudad de México, como tutor de tesis de doctorado.

Profesor catedrático en el Instituto de Urbanismo de la Universidad de Stuttgart con proyectos de investigación urbana en: Argelia, México, China, Omán, Uzbekistán, con estancias e invitaciones académicas en varios otros países. Fue tutor de 25 tesis de doctorado, director de 95 tesis de maestría. Es autor de numerosos artículos en revistas especializadas en temas de urbanismo internacional como: urbanización y vivienda formal e informal. Es autor de los libros "Arquitectura y Urbanismo en Argelia", "Die informelle Moderne" y "Die Welt wird Stadt".

Desde el 2010 está retirado de la vida académica. Actualmente imparte conferencias y realiza actividades de asesoría en temas de urbanismo y educación y participa en la promoción de actividades artísticas y culturales en la ciudad de Heidelberg, donde reside.

Guillermo Díaz Arellano

Arquitecto por la Universidad Autónoma de Morelos. Realizó una estancia de Cooperación Cultural y Técnica en L'urbanisme et L'aménagement Foncier, de la República Francesa y una Maestría en Arquitectura por la Universidad de Illinois en Urbana Champaign, Illinois, EU. Doctor en Arquitectura por la UNAM.

Su práctica profesional como arquitecto la inició en el Grupo del Sol con varios proyectos de arquitectura solar y vivienda autosuficiente; diseño y realización del estudio del artista Abel Quezada; pasaje comercial y vivienda en Tlaxcala, conjunto turístico y vivienda en Cuernavaca, Morelos; proyecto y realización de vivienda en Jiutepec, Morelos.

Inició como docente en las materias de urbanismo en la UNAM y en el "Taller B" con Mathias Goeritz en las materias de Diseño Básico. Profesor-investigador en el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la UAM-Azcapotzalco. Ha coordinado los ciclos de conferencias "Arquitectura y Ciudad" y "Tendencias de la arquitectura y la escultura contemporánea". Ha desempeñado cargos académico-administrativos y comisiones académicas en la UAM-Azcapotzalco.

Ha participado como conferencista en numerosos seminarios y coloquios y publicado diversos artículos sobre: arquitectura religiosa contemporánea en México, arquitectura y escultura monumental, y espacio público y arte urbano, en revistas y publicaciones especializadas en México. Ha participado en diversas exposiciones con obra fotográfica, de serigrafía y grabado e impartido conferencias y presentaciones audiovisuales en diferentes foros nacionales e internacionales.

Cesar Alejandro Hurtado Farfán

Arquitecto por la UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México. Maestría en Tecnologías, Arquitectura y Ciudad para las áreas urbanas de los países en vías de desarrollo, en la Escuela de Especialización del Politécnico de Torino, Facultad de Arquitectura, Italia. Docente en la Universidad Justo Sierra, Universidad La Salle y Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco en la Ciudad de México.

Saúl Vargas González

Estudió Diseño de la Comunicación Gráfica en la UAM. Maestría en Artes Visuales en la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM.

Como diseñador ha colaborado con grupos de artesanos y de ecoturismo para el diseño de su imagen corporativa. Ha participado en trabajos y proyectos multidisciplinarios para el desarrollo sustentable de comunidades en los estados de México, Hidalgo y Veracruz.

Profesor-investigador en el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la UAM, Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño. Coordinador de Difusión de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de UAM-Azc. Temas de investigación: "El diseño gráfico como herramienta para el fortalecimiento de la identidad comunal". Ha publicado artículos relativos al desarrollo de comunidades en revistas especializadas y de diseño.

Ricardo A. Zavaleta Puello

Arquitecto y Especialista en Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Cartagena. Magister en Desarrollo Sustentable en la Universidad de Lanús, Argentina y PhD. en Historia y Arte por la Universidad de Granada, España. Ha trabajado como arquitecto y restaurador en diversos proyectos y estudios históricos en la ciudad de Cartagena, Colombia.

Asesor Patrimonial en el Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena (IPCC) y miembro de las organizaciones: Junta Directiva Fototeca Histórica de Cartagena, Comité Técnico de Patrimonio Distrital, Comité Técnico de Patrimonio Departamental, Academia de Historia de Cartagena e ICOFORT. Actualmente es presidente de la Sociedad Colombiana de Arquitectos, Bolívar y docente de arquitectura de la Universidad San Buenaventura de Cartagena, Colombia.

Víctor Armando Fuentes Freixanet

Arquitecto por la UNAM, con Mención honorífica. Actualización en Planificación y Medio Ambiente a través de la Organización de Estados Americanos de la ONU, en Venezuela. Especialización en Diseño Ambiental (área de arquitectura bioclimática) en la UAM-Azcapotzalco. Maestría en Diseño en la Línea en Arquitectura Bioclimática en la UAM. Doctorado en Diseño en la Línea en Arquitectura Bioclimática en la UAM.

Profesor - investigador titular del Departamento de Medio Ambiente para el Diseño de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

En el área profesional ha realizando proyectos de obra pública y de interés social: El Edificio de Laboratorios y Talleres de Diseño, de la UAM-A y el Edificio de Servicios de Cómputo y Sistemas Escolares de la UAM-A. Además de ser asesor y consultor privado en el área de diseño bioclimático. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1.

Miguel Arzate Pérez

Doctor en Arquitectura por la UNAM. Profesor-investigador en la UAM-Azcapotzalco. Su línea de investigación son los modelos de evaluación para el diseño sustentable. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, obtuvo Mención Honorífica al Mérito Ecológico –presea otorgada por la SEMARNAT–. Ha sido coordinador de diversos proyectos con apoyo de instituciones como la UAM, UNAM, CONACYT, ASA y GDF, HOLCIM APASCO, ICYT. Fundador y organizador del Coloquio Nacional de Diseño Sustentable, evaluador y árbitro en temas de sustentabilidad en proyectos, escuelas y revistas en la UNAM, UAM, CONACYT, ICYT; asesor en temas de desarrollo y diseño sustentable en distintas dependencias públicas y privadas en México, y tutor de licenciatura, maestría y doctorado en diversas instituciones educativas públicas y privadas.

Luis Carlos Herrera Sosa

Arquitecto, Doctor en Arquitectura. Es profesor investigador del Instituto de Arquitectura Diseño y Arte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Director de ISTHMUS NORTE, Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe. Tercer Lugar del Premio Iberoamericano de Tesis de Investigación sobre Vivienda Sustentable INFONAVIT-REDALYC (2010). Profesor invitado en Colombia, Panamá, Argentina y México. Conferencista de artículos de investigación científica en Bélgica, Suiza, Panamá, Argentina y México. Es autor de artículos en revistas científicas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Miembro de Barro Vivo Arquitectos con participación en proyectos de diseño arquitectónico, urbano, asesoría, evaluación e investigación bioclimática.

Gabriel Gómez Azpeitia

Arquitecto, Doctor en Arquitectura. Profesor investigador de la Universidad de Colima (1983-2016), actualmente investigador, en la Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, en la Universidad Veracruzana.

Miembro de Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I), sus principales líneas de investigación son: confort térmico en edificios, interacción de los habitantes con su espacio habitable, sistemas de enfriamiento pasivo en cubiertas y análisis de ciclo de vida de elementos constructivos. Es autor de varios libros y numerosos artículos en revistas científicas. Fue editor de la Revista de Investigación Científica en Arquitectura PALAPA de la Universidad de Colima (2009-2015). Regularmente dicta cursos de posgrado en universidades de México, Panamá y España.

Adolfo Gómez Amador

Arquitecto y Doctor en Arquitectura (UNAM), obtuvo el grado en 2000. Es Profesor Investigador desde 1985 en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima, Campus Coquimatlán. Tiene 43 tesis dirigidas y más de 80 trabajos publicados. Ha sido profesor invitado en 16 instituciones nacionales y 4 internacionales, ha sido líder del Cuerpo Académico "Arquitectura y Medio Ambiente" y actualmente es Secretario Técnico del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura. Desde 2005 pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Líneas de investigación: la respuesta del habitante a frente a condicionamientos ambientales y el desempeño ambiental de la arquitectura tradicional.

Martha Eugenia Chávez González

Diseñadora de Asentamientos Humanos, Doctora en Arquitectura, Profesora e Investigadora en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima, Campus Coquimatlán.

Miembro del SNI con nivel I, con certificación del Programa de Mejoramiento del Profesorado de la SEP. Evaluadora del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad y del Fondo CONAVI-CONACYT. Ha realizado consultoría en materia de planeación urbana y participado en congresos nacionales e internacionales. Es autora de dos libros, así como de varios capítulos y artículos en medios arbitrados. Ha dirigido tesis de licenciatura y maestría y coordinado varios proyectos de investigación financiados, en la línea de suelo urbano y vivienda. También ha realizado proyectos de extensión para la Secretaría de Desarrollo Social y el Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias.

Gonzalo Bojórquez-Morales

Arquitecto, Doctor en Arquitectura y Doctor en Arquitectura por la Universidad de Colima (2010) con Mención Honorífica.

Es profesor Investigador en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México. Investigador Nacional Nivel 1 (2016-2018). Arbitro editorial de libros y artículos indizados. Profesor invitado del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura (PNPC-Nivel Internacional). Áreas de investigación: Confort térmico, Habitabilidad, Desarrollo de materiales y Evaluación térmica de edificios. Asesor de proyectos de licenciatura, maestría y doctorado en: Universidad Autónoma de Baja California, Universidad de Colima, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Autónoma Metropolitana, Instituto Tecnológico de Chetumal, Universidad Santander, Universidad de Sonora y Universidad Autónoma de Sinaloa.

Ramona Alicia Romero Moreno

Arquitecta, Maestría en Arquitectura por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y Doctora en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Es profesora Investigadora en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México. Responsable técnica de proyectos de investigación, con financiamiento externo de los fondos sectoriales CONAVI-CONACYT y de la UABC. Autora de un libro, ocho capítulos de libros, ocho artículos en revistas indizadas, 50 artículos en revistas arbitradas y en memorias en extenso en congresos nacionales e internacionales, presentación de 27 ponencias. Integrante del Padrón Nacional de Evaluadores de la ANPADEH. Reconocimientos PRODEP y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Silvia de Schiller

Arquitecta por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Doctora en Diseño Urbano, PhD por Oxford Brookes University, Reino Unido. Becada por el Programa Alfa-Ibis/FADU de doctorado para investigadores senior entre universidades europeas y latinoamericanas. Becada por el Gobierno de los Países Bajos. Tiene Posgrado en Planeamiento Urbano, Sociedad Argentina de Planificación. Becada por la SAP, Buenos Aires.

Co-directora del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Profesora asociada en la Cátedra Evans-de Schiller, en la materia de producción de arquitectura solar, en la FADU-Universidad de Buenos Aires.

Ha formado parte de numerosos seminarios de posgrado y especialización alrededor del mundo, así como tutora de diversos becarios pasantes, tesis de maestría y doctorado. Autora de varios libros.

John Martin Evans

Arquitecto por la Architectural Association de Londres. Doctorado de la Universidad Técnica de Delft, Países Bajos.

Profesor de Arquitectura, especializado en eficiencia energética y diseño ambiental en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. Director del Centro de Investigación Hábitat y Energía y del Laboratorio de Estudios Ambientales.

Profesor de posgrado, maestría y doctorado. Dirige tesis en universidades de México, Ecuador, Chile, Panamá, España, Reino Unido y varias universidades de Argentina.

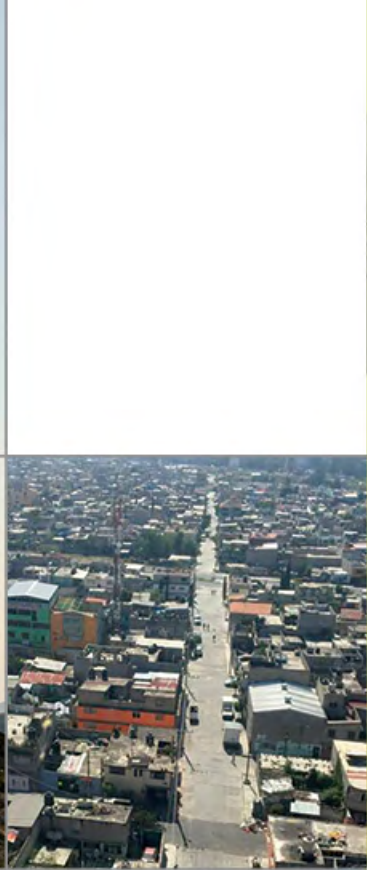
Investigador Senior en la línea de diseño bioclimático, uso eficiente de la energía en edificios, aplicaciones de energía solar en arquitectura, calidad ambiental y diseño de bajo impacto, con servicios de asesoramiento técnico en proyectos arquitectónicos en Europa, Asia, África y América Latina. Junto con la Dra. Silvia de Schiller, fue galardonado con premios de investigación en arquitectura, SICyT-FADU-UBA 1994, Vitruvio 2003, y el premio "Pionero en Energía Renovable" premio de Wren, la Red Mundial de Energía Renovable, así como premios en concursos internacionales de arquitectura en España y China.

Ha dirigido proyectos de investigación financiados por la Universidad de Buenos Aires y escrito numerosas publicaciones, incluyendo libros publicados en Londres, Nueva York y Buenos Aires. Ha sido ponente e invitado en diversas conferencias internacionales.

■
Hábitat Sustentable III,

se digitalizó en diciembre de 2019.

La producción y cuidado de la edición
estuvo a cargo de Ana María Hernández López
y Andrés Mario Ramírez Cuevas.



Universidad
Autónoma
Metropolitana 
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

