



Una propuesta de ecourbanismo para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana: el ecobarrio de Cuautitlán

ALBERTO CEDEÑO VALDIVIEZO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN
UAM XOCHIMILCO
alberto_cede@yahoo.com.mx

Arquitecto por el IPN; Maestro en Arquitectura por la UNAM; Doctorado en *Urbanismo* por la UNAM. Posdoctorado en la Universidad de Buenos Aires. Realizó los cursos de especialización: *Restauro dei Monumenti e Centri Storici y Pianificazione Urbanistica Applicata alle Aree Metropolitane* en Italia, y los Diplomados en *Administración Pública* del Centro de Investigación y Docencia Económicas y *Manejo de Computadoras Compatibles PC*, en la UNAM. Estudios de Maestría en *Administración Pública* en el IESAP y de Desarrollo Urbano del Colegio de México.

Profesor investigador Titular C, miembro del Departamento de Tecnología y Producción, CyAD, Xochimilco. Desde el año 2006 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Ha publicado más de 40 documentos entre artículos, capítulos de libro y libros; ponente en eventos académicos y diferentes proyectos de investigación. Ha trabajado como restaurador de monumentos para la Dirección General de Sitios y Monumentos, como auditor de obra para el Infonavit, como Jefe de Departamento de Supervisión de Obras de la SEP y como Subdirector de Servicios Generales en la Conade.

La importancia que están adquiriendo los ecobarrios en Europa, y la carencia de estos equipamientos en México, nos motivó a imaginar y proponer un ecobarrio en el municipio de Cuautitlán, Estado de México. Se resaltan aquellas características que consideramos importantes en un asentamiento de este tipo, sustentadas en los principios de diseño de la permacultura y proponiendo materiales de construcción económicos y de bajo impacto ambiental como el bambú y la tierra cruda. **Palabras clave:** *ecobarrios, ecourbanismo, permacultura, bambú, tierra cruda.*

The rising profile of eco-neighborhoods in Europe and the lack of these projects in Mexico motivated us to design and propose an eco-neighborhood for the municipality of Cuautitlán, Mexico State. We highlight the characteristics that we consider particularly important in this type of structure, sustained in the principles of permaculture design and proposing the use of low-cost, low-environmental impact materials such as bamboo and raw earth. Keywords: Eco-neighborhoods, eco-urbanism, permaculture, bamboo, raw earth.

INTRODUCCIÓN

Uno de los propósitos más importantes del ecurbanismo es la búsqueda de la ciudad sostenible, y los caminos que se siguen para encontrarla son variados. En la academia se discuten las posibilidades reales de esta ciudad sostenible y cómo tendría que ser, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo; en estos últimos destaca la importancia de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y, aunque existen programas y políticas que han demostrado que es posible mejorar los barrios de población de ingresos bajos, éstos normalmente se localizan alejados de los centros de trabajo debido al costo del suelo urbano, lo que implica, muchas veces, carencias de transporte eficiente y falta de servicios públicos adecuados.¹ Pero ¿es suficiente y conveniente buscar mejorar estos barrios populares? Creemos que no. En nuestra perspectiva, desde el inicio de los asentamientos tiene que estar presente una visión sustentable en el sentido más radical de la palabra y, para esto, es necesario preparar y seleccionar a la población que iniciará viviendo en estos asentamientos y que, con el tiempo, enseñará a otros grupos sociales sobre esta nueva manera de habitar. Sin esta preparación y estrategia de inicio de vida en estos ecobarrios, es poco probable el éxito de asentamientos con criterios ecológicos.

Gardner considera siete principios básicos que las ciudades deberían alcanzar a fin de convertirse en ciudades sustentables o sostenibles:²

1. Flujos de materiales no contaminantes, reducidos y circulantes.
2. Un lugar destacado para la naturaleza.
3. Patrones de desarrollo compactos y conectados.
4. Hacer lugar (*placemaking*) creativo.
5. Centros de bienestar.
6. Desarrollo centrado en las personas.
7. Gobernanza participativa.

1. P. Calthorpe, "Urbanismo y expansión urbana global", en *Ciudades sostenibles 2016. Del sueño a la acción. La situación del mundo 2016*, The Worldwatch Institute, Barcelona, Icaria editorial, 2016.

2. G. Gardner, "Hacia una visión de las ciudades sostenibles", en *Ciudades sostenibles 2016. Del Sueño a la acción. La situación del mundo 2016*, The Worldwatch Institute, Barcelona, Icaria editorial, 2016, pp. 87-88.

Aunque estos objetivos no son fáciles de alcanzar, los ecobarrios (barrios construidos con criterios sostenibles) están siendo una respuesta muy interesante en la búsqueda de esas ciudades sostenibles en algunos países europeos.

Un ecobarrio es una fracción urbana que se destaca por su mejor desempeño en las dimensiones del desarrollo sostenible (ambiental, social y económica) [...] puede tener un origen en un tratamiento urbano de desarrollo, pero también puede aprovechar un re-desarrollo, renovación urbana o mejoramiento integral.³

En Europa estos desarrollos se están convirtiendo en células importantes que impulsan, cada vez más, a las ciudades hacia su transformación en ciudades sostenibles. Algunos ejemplos de estos ecobarrios europeos más relevantes de los últimos años son:

Vauban, en Freiburg (Alemania)
Bedzed, en Londres (Inglaterra)
Greenwich Millenium Village, en Londres (Inglaterra)
La ciudad solar de Linz, en Linz (Austria)
Kronsberg, en Hannover (Alemania)
Hammarby Sjostad, en Estocolmo (Suecia)
Vastra Hamnen, en Malmo (Suecia)
Viikki (Finlandia)

En México, a pesar de algunos intentos interesantes, no existen aún asentamientos con el carácter de ecobarrios, así que el objetivo principal de este trabajo ha sido el de imaginar, proyectar y presentar lo que consideramos pudiera ser el primero de ellos en el país. De tal manera, se expone lo que consideramos sería la primera etapa de un proyecto de ecobarrio ubicado en el municipio de Cuautitlán, Estado de México. Es preciso reiterar enfáticamente que el reto en el desarrollo de un ecobarrio reside en la mentalidad de las personas que lo van a habitar. Lo que

3. J. F. Cuello, "La verdad sobre los ecobarrios", 2012, en <http://urbanismosostenible.blogspot.mx/2012/08/la-verdad-sobre-los-ecobarrios.html>.

sucede en los países europeos es que son las mismas personas quienes inician este tipo de proyectos, unidas por su forma ecológica de pensar, así se organizan, buscan un predio o instalación adecuada y, finalmente, gestionan ante la administración pública su construcción.

Luego entonces, no basta con hacer una propuesta ecológica como la que aquí presentamos, aunque ésta pudiera parecer muy adecuada, si las personas que habitarán el ecobarrio no tienen una clara cultura del no desperdicio; así mismo deben saber convivir con personas de su misma mentalidad, relacionarse, organizarse y gestionar los beneficios posibles para su comunidad; que sepan también la importancia de convivir con el medio ambiente, aprovechando lo mejor posible y de manera responsable los recursos disponibles y, finalmente, que tengan la madurez política para exigir a las autoridades el apoyo e independencia en la elección de este modo de vida.

Es necesario que todo lo anterior lo reúnan los posibles habitantes de un asentamiento como el que aquí proponemos, y aunque en el caso de nuestro país pareciera distante, es importante iniciar con propuestas. Por ello es pertinente señalar que, al seleccionar a los futuros habitantes, hay que evaluar la madurez de éstos para la adaptación a un modo de vida que busca respetar el medio ambiente, es decir, sin restringirnos a un segmento económico de la población como pudiera ser aquella de bajos recursos, no obstante que se está buscando, con los materiales seleccionados, que el costo de las viviendas disminuya considerablemente.

Como antecedente hay que mencionar el caso del fallido ecobarrio de Puerto Escondido en Loreto, Baja California, diseñado por el arquitecto francés Françoise Spoerry en 1985 y del cual Manuel Ruano hace referencia en su libro *Ecourbanismo, entornos humanos sostenibles*, del año 1999. Sin embargo, nunca se llevó a cabo y únicamente funciona la marina dedicada a albergar los yates de extranjeros que habitan en Loreto y sus alrededores.

Por otro lado, poco habría de esperarse de las iniciativas públicas dirigidas a fomentar este tipo de asentamientos, debido a la inconveniencia de los gobiernos (federal o regional) de dar independencia a la distribución de los servicios públicos que se otorgan a los habitantes de una ciudad o población, ya que con esto se perdería su poten-

cial voto de apoyo durante las elecciones. Sabemos perfectamente que las administraciones públicas de este país trabajan en función de sus partidos políticos, siendo secundarias las necesidades de las personas que gobiernan. Los proyectos de ecobarrios requieren de una verdadera planeación urbana (comprometida con los ciudadanos y no con los intereses políticos), característica de la que siempre han adolecido nuestras ciudades, pues la gestión de los equipamientos y servicios ha sido por parte de los mismos ciudadanos.

Los asentamientos parecidos a los ecobarrios—que sí se han desarrollado con regular éxito en México—son las ecoaldeas que, a diferencia de los ecobarrios, son asentamientos de carácter no urbano. Una ecoaldea nace como una organización comunitaria independiente que busca el desarrollo social, ecológico y económicamente autosustentable, basándose en una economía solidaria donde todos los participantes se apoyan y toman decisiones en pos del bienestar de la comunidad. Las personas que las habitan buscan vivir una vida alterna a la que ofrece el sistema capitalista neoliberal, con actividades humanas que no dañan el medio ambiente, con un desarrollo sano y bio-sustentable a través del uso de la permacultura.⁴ “La estrategia aquí es trabajar con la Naturaleza, más que contra la Naturaleza..., ya que la práctica habitual en desarrollo y planificación ignora lo beneficiosas que resultan las relaciones entre el colectivo humano y el entorno social que lo sustenta.”⁵

La propuesta de proyecto a desarrollarse en Cuautitlán, está basada en los principios de diseño de la permacultura, doctrina que permite a una población vivir en armonía con el medio ambiente, buscar nuevas formas de gobernanza y seleccionar aquellos cultivos y formas de cultivar más adecuadas. Así mismo hemos seleccionado al bambú y a la tierra cruda como los materiales idóneos para este desarrollo que, aunque no se obtengan en el lugar donde

4. Blog de ecoaldeas, Ecoaldeas: “Un modelo Social Alternativo al Sistema Capitalista Neoliberal”, 24 de junio de 2014, en <http://ecoaldeas.blogspot.es/1403626450/ecoaldeas-un-modelo-social-alternativo-al-sistema-capitalista-neoliberal/>

5. GEESE-Gaia, “Fundamentos ecológicos para el diseño de ecoaldeas”, en Valdés y Ricalde, *Ecohabitat. Experiencias rumbo a la sustentabilidad*, México, Semarnat, 2006, p. 17.

se edificarán las viviendas, sí se consiguen con cierta facilidad en el país, y además son muy económicos. Finalmente, se ha pensado también en dar un impulso a la agricultura urbana, como una manera de lograr comunidades sustentables que produzcan, al menos, parte de sus alimentos.

Es importante mencionar que para el desarrollo de este proyecto se contó con el apoyo del estudiante Kevin Aquino Sánchez, quien se encargó de la parte gráfica.

DATOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL MUNICIPIO

Es importante aclarar que el municipio de Cuautitlán es parte de la Zona Metropolitana del Valle de México, de esta megaurbe que forma la Ciudad de México junto con 60 municipios conurbados del Estado de México, uno de los cuales pertenece al estado de Hidalgo, y que de acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda 2020, esta conurbación cuenta con alrededor de 22 millones de habitantes, así que muchas de las características del municipio corresponden a su ubicación.

[Cuautitlán] cuenta con una superficie de 4 069.59 Ha, siendo su división política la siguiente: Cuautitlán de Romero Rubio que es la cabecera municipal, Santa María Huecatitla y San Mateo Ixtacalco, a vez existen 12 barrios, 32 colonias y 26 zonas ejidales. La superficie original del municipio estaba comprendida por una superficie de 220 km², mientras que para el año de 1973, al crearse el municipio de Cuautitlán Izcalli, se redujo considerablemente.⁶

Patrimonio histórico

El nombre de Cuautitlán significa “lugar entre los árboles”, y se le conoce igualmente como Cuautitlán México o Cuautitlán de Romero Rubio para distinguirlo de Cuautitlán Izcalli. Fue territorio chichimeca, tributario de Tlacopan. Es importante como patrimonio el Glifo de Cuautitlán, que se encuentra en el código mexica “La Matrícula de Tributos”, y que representa al municipio de manera definitiva.⁷

6. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán Estado de México (PMDUEM), agosto de 2008, p. 7, en seduv.edomexico.gob.mx.

7. Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021, H. Ayuntamiento 2019-2021, 2019, p. 70, en cuautitlan.gob.mx.

El 2 de marzo de 1824 se erige como municipio. Uno de los símbolos más relevantes de Cuautitlán es la iglesia del Cerrito del siglo XVIII, lugar donde se considera habitó Juan Diego junto con su tío. Históricamente ha tenido conflictos y confusiones con su vecina Cuautitlán Izcalli.

Datos ambientales

Cuautitlán pertenece a la Región X del Sistema del Eje Neovolcánico, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. La geomorfología se presenta de la siguiente manera: la orografía del municipio en términos generales es plana con suaves inclinaciones y pendientes de 0 a 1% que van en sentido poniente-oriente; la estructura geológica que presenta el municipio se encuentra conformada principalmente por rocas clásticas y volcanoclásticas, resultado de la actividad volcánica y por el relleno de depresiones. Se identifican dos tipos de suelo según su origen geológico: los aluviones, en la mayor parte del territorio municipal y las areniscas y tobas en los lomeríos. En relación con la edafología, el suelo predominante en el municipio es el vertisol félico, que presenta condiciones adecuadas para la agricultura por su buen nivel de fertilidad, el resto de la superficie es feozem calcárico, sobre el que se practica básicamente agricultura de temporal, este suelo presenta una fase dúrica (tepetate) a los 50 cm de profundidad.⁸

Pertenece, asimismo, a la Región Hidrológica número 26 denominada Alto Pánuco, en la subregión del río Moctezuma (26D), dentro de las subcuencas 26 DP (Lagos de Texcoco y Zumpango), así como a la 3 en la subregión del Río Cuautitlán (26 DN).

[La] Subcuenca río Cuautitlán (DN) se localiza parcialmente al oeste de la cabecera municipal, en la zona colindante con Jilotzingo e Isidro Fabela, mientras que otra parte se localiza en la porción norte del municipio, en los límites con Cuautitlán Izcalli. El porcentaje de escurrimiento es de 5% del volumen total precipitado en el municipio.⁹

8. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán Estado de México..., *op. cit.*, pp. 13-15.

9. *Ibid.*, p. 13.

Las principales corrientes de agua son el río Cuautitlán y el Emisor Poniente. También existen otros ríos o arroyos conocidos como: Diamante, Córdoba, Chiquito y Molino; además de un ramal del Dren Cartagena. El río Cuautitlán nace en el Lago de Guadalupe (municipio de Cuautitlán Izcalli) y se une al Emisor Poniente en el municipio de Teoloyucan.¹⁰

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura promedio es de 14.05 °C, con una variación de 10.7 °C a 18.7 °C. “La temporada de lluvias se inicia en mayo y termina en octubre, durante este periodo se precipitan en promedio 564 mm, situación que determina que la agricultura de temporal se practique durante el ciclo primavera-verano”.¹¹ Los principales fenómenos meteorológicos que se presentan son las heladas y granizadas durante los meses de julio y agosto.

La contaminación del suelo se debe, principalmente, a la disposición de residuos de origen doméstico e industrial en los cauces de los ríos y arroyos y en los lotes baldíos. La contaminación del agua es por la misma disposición de residuos, pero líquidos tanto domésticos como industriales van a los mismos cauces. La contaminación del aire se genera a través de dos fuentes, las móviles (vehículos automotores) y las fijas (industrias, pequeña y mediana).

La erosión del suelo en el municipio comprende una superficie aproximada de 5.2 km², estas áreas están ubicadas principalmente en la zona sur y norponiente del municipio, además de las ubicadas en los cauces del río Cuautitlán, los arroyos y canales de riego, generando azolve e inundaciones en las zonas bajas del municipio; así como en la zona correspondiente al Lago de Zumpango como producto de la desecación del mismo.¹²

La vegetación natural de la zona se compone de pastizales cultivados e inducidos, de vegetación acuática cultivada al margen del Río Cuautitlán, así como por bosque

de galería, mismo que se encuentra ubicado a la orilla de los principales arroyos, canales de riego y a los lados del Río Cuautitlán. Se ha generado la invasión de un tipo de vegetación que puede calificarse de nociva, como es el caso del lirio acuático. Por otra parte, al eliminarse la vegetación relacionada con árboles y propiciar el cultivo de pastizales, se incidió de manera negativa en las alteraciones a la hidrología superficial, a la existencia de vegetación inducida y a la desaparición de especies de fauna silvestre.¹³

Datos socioeconómicos

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio cuenta con 87 666 hombres y 91 181 mujeres, con un total de 178 847 habitantes.¹⁴ La población económicamente activa en 2017 era de 74 261 personas de las cuales 580 se dedican al sector primario (agropecuaria, silvicultura y pesca), 20 346 a la industria y 48 446 a los servicios (“74 261 personas de las cuales 580 se dedican al sector primario (agropecuaria, silvicultura y pesca), 20 346 a la industria y 48 446 a los servicios” en el párrafo resaltado se sugiere cotejar los datos pues las cifras que dan no corresponden con el total de personas activas económicamente: 74 261).¹⁵

El emplazamiento del municipio es estratégico desde el punto de vista del desarrollo de los asentamientos humanos, por su cercanía a zonas de alta dinámica, por las características físico-naturales de su territorio, por el régimen de propiedad de la mayor parte del suelo, por la colindancia con zonas de baja dinámica urbana y grandes extensiones de suelo y por la potencialidad de los diversos megaproyectos federales y estatales de desarrollo dentro del municipio y en la zona de influencia de éste; un claro ejemplo es el Tren Suburbano Buenavista-Cuautitlán.¹⁶

10. *Ibidem*.

11. *Ibid.*, p. 12.

12. *Ibid.*, p. 16.

13. *Ibid.*, p. 17.

14. Inegi, Censo de Población y Vivienda 2020, Metadatos del Estado de México.

15. Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021..., *op. cit.*

16. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán Estado de México..., *op. cit.*, p. 4.

CRITERIOS PERMACULTURALES PROPUESTOS

Se ha mencionado líneas antes que la propuesta de ecobarrio está respaldada en los principios de diseño de la permacultura planteados por David Holmgren en su texto *Permacultura*,¹⁷ pues éstos pueden regular la manera de actuar de los futuros habitantes. Se han seleccionado aquellos principios más adecuados al trabajo que se está desarrollando:

- 1) *Observa e interactúa*. Al iniciar un proyecto, debemos preguntarnos sobre las características y necesidades que tendrían los futuros habitantes de este lugar, además de sus necesidades de transporte (transporte que debe ser no contaminante y, desde luego, no fomentar el uso del automóvil). Además ¿qué recursos podrían producir a fin de reducir el consumo de energéticos lo más posible?
- 2) *Captura y almacena energía*. Para lograr esto, es importante estudiar las fuentes que proporcionan energías renovables, conocer cómo capturar y almacenar esas energías, conocer las mejores alternativas para almacenar agua de lluvia, el tratamiento de los residuos orgánicos y, finalmente, buscar obtener el mejor beneficio de la agricultura urbana. Las estrategias permaculturales señalan cuatro depósitos de energía claves: agua, suelo vivo, árboles y semilla.¹⁸ No basta que nuestro proyecto contemple incluir bioclimatismo y ecotecnologías para ahorrar la mayor cantidad de energía posible, también debemos ser conscientes de que cada intervención nuestra (o sea, cada proyecto que se va a realizar) tendrá asociado un costo ambiental y una huella ecológica.¹⁹
- 3) *Obtén un rendimiento*. No basta con diseñar un sistema autosuficiente a futuro, sino que se puede aprovechar en la actualidad, de lo contrario tenderán a languidecer, y aquí sería importante el intercambio de produc-

tos caseros, ya sea entre los habitantes del ecobarrio, como entre posibles visitantes. Holmgren se refiere a los autoconstructores, “que cambian y adaptan el diseño de sus casas a medida que van construyendo para aprovechar ofertas de ventanas, puertas y otros materiales de segunda mano, son un buen ejemplo del uso del diseño flexible para obtener ganancia”.²⁰ Así que la reutilización de partes de viviendas demolidas pudiera ser importante en la consolidación del fraccionamiento.

- 6) *No producir basura*. La consigna “rechaza, reduce, reutiliza, repara y recicla” nos ofrece una jerarquía de estrategias para tratar la basura. Para esto es sumamente importante el poder producir composta que nos permita utilizar los desechos orgánicos en las mismas huertas caseras. En este principio, también toma particular relevancia el tema del mantenimiento de los edificios. La falta de durabilidad de las construcciones contemporáneas se atribuye, normalmente, a los estándares modernos de construcción, pero se debe, igualmente, a la falta de mantenimiento.²¹ Así que es sustancial utilizar materiales de larga vida, que no requieran un costoso mantenimiento, y pensar en programas de mantenimiento del ecobarrio que eviten una obsolescencia adelantada.
- 7) *Diseña desde los patrones a los detalles*. “Sea para el diseño de un jardín, una aldea, o una organización, necesitamos un amplio repertorio de patrones familiares de escala, ritmo y geometría relativos que tiendan a recurrir en los sistemas naturales y humanos sustentables”.²² Este asentamiento podrá brindar gran experiencia por los patrones que se siguieron para las viviendas, para los huertos, y de ahí obtener mejores experiencias para los asentamientos futuros de este tipo. En este rubro, Holmgren y la permacultura, en general, se refieren de manera relevante a la arquitectura biorregional, la cual en tiempos preindustriales, “tendía a reflejar el clima biorregional y la disponibi-

17. D. Holmgren, *Permacultura. Principios y Senderos más allá de la Sustentabilidad*, Buenos Aires, Ediciones Kaicrón, 2013.

18. *Ibid.*, p. 108.

19. J. T. Franco, “Cómo integrar los 12 principios de la permacultura en un proyecto de arquitectura (para hacerlo realmente sustentable)”, en *Revista electrónica Archidaily*, 14 de agosto de 2016, en www.archidaily.mx.

20. D. Holmgren, *Permacultura. Principios y Senderos...*, *op. cit.*, p. 158.

21. *Ibid.*

22. *Ibid.*, p. 256.

lidad de los materiales locales”.²³ Hace énfasis en el hecho de que la arquitectura ecológica debe reflejar los patrones biorregionales, de ahí la importancia en el uso de materiales baratos y de fácil acceso en el país como son la tierra cruda y el bambú.

- 8) *Integra más que segregar*. La integración de los espacios a fin de lograr una buena funcionalidad del conjunto se vuelve fundamental, de ahí la necesidad de diseñar a detalle cada uno de los espacios de este desarrollo. Desde el punto de vista de la permacultura, los sistemas segregados son de gran ineficiencia y desperdicio, así que hay que evitar espacios que no sean bien empleados.²⁴
- 9) *Usa soluciones lentas y pequeñas*. El tamaño de las viviendas propuestas es muy importante, ya que éstas deben responder a las necesidades básicas sin que sean incómodas, es decir, deberán proporcionar aquellos espacios y aquellas dimensiones que permitan vivir a sus habitantes cómodamente, pero sin excesos, un principio que debiera regir en el planeta ante la crisis ambiental en la cual nos encontramos. Por ello es importante que cada vivienda atienda las necesidades de dos a cinco habitantes. En la permacultura, los recursos económicos con los que cuenta cada interesado en adquirir estas viviendas serían un asunto secundario.
- 12) *Usa y responde creativamente al cambio*. Este principio tiene dos caras: por un lado, el diseño para hacer uso del cambio de manera deliberada y cooperativa y, por otro, la respuesta o adaptación creativa a los cambios en los sistemas de mayor escala, que están fuera de nuestro control o influencia. El cambio social y organizacional puede entenderse en esta búsqueda de la descentralización, y en la búsqueda de formas de gobernanza. El cambio climático nos está obligando a adaptarnos a transformaciones aceleradas de nuestra manera de vivir, y los ecobarrios son una buena manera de enseñar a la sociedad a entender estos cambios.

23. *Ibid.*, p. 293.

24. *Ibid.*, p. 312.

También la permacultura viene a jugar un papel muy importante en la visión y gestión de una nueva ciudad, donde uno de los aspectos más importantes será la vocación de ésta hacia la agricultura urbana.

Uno de los objetivos de la permacultura es la producción de alimento en las áreas urbanas y reestructurar y adaptar las construcciones al ahorro y la producción de energía que requieren. Sobre este fin, la permacultura utiliza estrategias probadas de ahorro energético, tecnología de diseño solar de acuerdo al clima, aislamiento térmico, energía eólica, aislamiento, transporte de bajo costo y producción de energía de manera cooperativa. Es nuestra pasiva dependencia de la autoridad administrativa la que nos impide actuar eficazmente.²⁵

En la Ciudad de México la administración anterior dio un impulso interesante a la agricultura urbana con el programa “Huerto en casa. Agricultura familiar, periurbana y de traspatio”, impulso que ha desaparecido en la actual administración.²⁶

EL BAMBÚ COMO EL PRINCIPAL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Todos tenemos conocimiento de los efectos perjudiciales que está causando el calentamiento global y la necesidad de que los seres humanos nos adaptemos a estos cambios, uno de los propósitos más importantes de la permacultura.²⁷ La gran deforestación del planeta es una de las razones de este cambio climático, algo que caracteriza de manera especial a nuestro país. Ante la carencia de madera y ante la necesidad de encontrar un material con características constructivas similares en México, pero mucho más amigable con el medio ambiente, se ha encontrado al

25. B. Mollison y M. Slay, *Introduzione alla Permacultura*, Florencia, Terra Nuova Edizioni, 2007, p. 183.

26. E. Colom y N. Preciado, “Agricultura urbana y cubiertas naturadas en el Distrito Federal, México”, en J. Briz e I. De Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Madrid, Gobierno de España (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), 2014, p. 348.

27. T. Henfrey y G. Penha-Lopes, *Permacultura y adaptación al cambio climático*, Castellón, España, Editorial Kaicrón, 2018.

bambú como alternativa, por las características económicas, estructurales y ambientales que le son propias. Por otra parte, este material no es ajeno a nuestras maneras de habitar. La arquitectura del bambú en América se remonta a milenios, su abundancia y la facilidad de ser cortado y manipulado hicieron que en climas cálidos húmedos se prefiriera sobre la madera. Con la llegada de los españoles, arribaron también nuevas técnicas de construcción que se sumaron a los sistemas americanos, dando lugar a la arquitectura colonial que dejó huellas en todos los países americanos.²⁸

Aunque no es un material regional, es indudable que el bambú se presenta como el material de construcción del futuro por ser el sustituto natural de la madera —en países tan taladores como el nuestro—, además de tener una producción elevada en periodos relativamente cortos, lo que lo hace un material relativamente barato y, por tanto, representará una disminución de costos importantes en la construcción de las viviendas. Actualmente ya se produce bambú en varios lugares del territorio nacional. Por estas razones, es importante, desde ahora, difundirlo y motivar su uso, de modo que modelos construidos con bambú empiecen a replicarse en las ciudades mexicanas. Otro material que complementa al anterior y es igualmente económico es la tierra cruda, que en combinación con el bambú formará el llamado “bahereque” del cual estarán hechos los muros.

Las especies de bambú más adecuadas para construir son aquéllas pertenecientes a los géneros *Guadua* y *Chusquea* en América y el género *Bambusa* y *Dendrocalamus* en Asia.²⁹ La *Guadua* es el género de bambúes endémicos de América, que con un estimado de 30 especies, se extiende desde el norte de México hasta el norte de Argentina y es llamado “el acero vegetal” o “madera del siglo XXI”³⁰ y, efectivamente, se revela como el futuro sustituto de la madera, ya que prácticamente todo lo que se puede cons-

truir con la madera se puede hacer con el bambú; y aún más, ya que parece que lo que se puede realizar con acero también puede ser hecho con bambú. De los diferentes tipos de bambú, sobresale la *Guadua angustifolia* por sus características físicas ideales para la construcción y, como especies originarias de México, sobresalen la *Guadua amplexifolia*, la *Guadua aculeata* o tarro y la *Guadua paniculata* u otate. El género *Bambusa* también es muy bueno para construir, y de este tipo sobresale la *Bambusa oldhamii*,³¹ que en México se ha utilizado para cercar terrenos, pero a la que cada vez más se le encuentran las mejores propiedades para construir.

Como ya comentamos, destaca sobre todas las especies como una de las mejores del mundo la *Guadua angustifolia*, por sus excelentes propiedades físico-mecánicas, su gran tamaño y por su comprobada utilización en la industria de la construcción.³² De origen colombiano, las grandes obras del arquitecto colombiano Simón Vélez se han construido con esta especie, y en México ya existe desde hace ya varios años esta especie, sobresaliendo el estado de Chiapas en su producción.

La *Guadua* es un bambú que puede alcanzar alturas hasta de 25 metros, con diámetros entre 10 y 20 cm. Sus entrenudos tienen paredes hasta de dos centímetros de espesor. Debido a su curvatura natural, se pueden construir formas geométricas que sería muy complicado lograr con materiales industriales.³³ Desde el punto de vista estructural, reacciona a la tracción y a la compresión mejor que otros materiales. Igualmente es muy resistente al fuego. Por eso se le conoce como el acero verde. A diferencia de la madera que tarda varios años en que un árbol se desarrolle lo suficiente para ser explotado, y que al cortarse se pierde irremediablemente, el bambú tarda sólo tres años en estar listo para ser cortado, y puede ser cosechado varias veces. Los costos son inferiores a otros materiales y existen ejemplos de casas de interés social verdaderamente económicas.

28. J. A. Morán Urbida, “La arquitectura del bambú en América”, México, *Revista electrónica Biobambú* (s. f.), en www.bambumex.org.

29. SENSICO, *Manual de Construcción de estructuras con bambú*, Lima, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2014.

30. J. A. Morán Urbida, “La arquitectura del bambú...”, *op. cit.*

31. SENSICO, *Manual de Construcción de estructuras con bambú...*, *op. cit.*

32. M. Villegas, *Guadua: arquitectura y diseño*. Bogotá, Villegas Asociados, S. A., 2003, p. 25.

33. J. Stamm, “La evolución de los métodos constructivos en Bambú”, conferencia impartida en el 2º Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, 2008.

Las ventajas del bambú, desde el punto de vista ambiental, son las siguientes:

- Minimizan los gases de CO₂ (dióxido de carbono) ambiental y generan más de 35% de oxígeno, más de lo que capta un bosque de otras especies equivalentes. Una hectárea de bambú capta 62 ton de CO₂ por año. En cambio, una hectárea de un bosque joven capta 15 ton de CO₂ por año.
- Una planta adulta tiene entre 14 000 y 20 000 hojas y las renueva cada año o cada año y medio. Toda esa biomasa cae al suelo y entra en un proceso de biodegradación, formando materia orgánica que fertiliza los suelos.
- Los guaduales contribuyen a la recuperación y conservación de los suelos ya que tienen un sistema de redes entrelazadas, de raíces y rizomas que los amarran fuertemente al suelo, evitando la erosión, por lo que se convierte en una especie muy importante como protectora de suelos de ladera y de riberas de quebradas y ríos.
- Los guaduales contribuyen también a la purificación de aguas servidas.
- Aportan humedad al medio ambiente gracias a la evapotranspiración de sus hojas.
- Colaboran con el paisaje ya que contrarrestan su desertificación.³⁴
- Sus grandes enemigos, como pasa con materiales de construcción como la madera, son la humedad y los insectos xilófagos, por lo que resulta muy conveniente su preservación después de ser cosechado.

Algunos de los principales centros de acopio donde es posible conseguir bambú para la construcción son:

- Cooperativa Tosepan Titataniske, en Cuetzalan, Puebla
- Bambuver, en Huatusco, Veracruz
- Todo de bambú, en Ciudad de México, Tulum, Cancún y Playa del Carmen

34. G. Rubio Luna, *Arte y mañas de la guadua*, Bogotá, Info Art, 2007, p. 20.

- Venta de Bambú, en Mexico
- Mercado libre
- Bambú Chiapas
- Bambú Maya
- Bambúes y Forestales de México, A. C. (WBC México)
- Sistema Producto de Bambú, en Puebla (vende bambú a Estados Unidos y China)
- Puebla, Veracruz, Chiapas y Tabasco, principales productores.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Ubicación y características del terreno

Para el desarrollo del proyecto, se buscó un terreno que cumpliera con las siguientes características:

1. Capacidad de albergar entre 70 y 120 viviendas.
2. Tener cerca un transporte eléctrico que apoyara la idea de abandonar la costumbre y la necesidad de usar el automóvil.
3. Un lugar no tan céntrico dentro de la ciudad, de modo que el costo por metro cuadrado no fuera tan elevado.

Se encontró un terreno con esas características a un costado de la estación Cuautitlán del tren suburbano (Figura 1), que presenta las siguientes condicionantes de uso del suelo:

Planta de conjunto

La planta de conjunto alberga 107 viviendas y 151 cajones de estacionamiento, que incluyen lugares para visitas, siempre con la intención de que los habitantes de este conjunto ocupen el automóvil al mínimo. Cuenta, además, con un gran parque ecológico-deportivo, donde se ubicará un local para las reuniones de los usuarios del conjunto. Existe también el acceso de vehículos, un acceso peatonal a un costado de la estación del tren suburbano que permite el fácil y rápido acceso de los peatones al tren (Figura 2).

Desarrollo de las viviendas

Para las viviendas se consideró que la superficie de construcción permitiera vivir en un espacio cómodo sin las restricciones de una vivienda de interés social, pero sin espacios remanentes que no se justificaran; en suma, una



Figura 1. El terreno se ubica en el municipio de Cuautitlán, en Avenida Ferronales, San Francisco Cascantilla, a un costado de la Estación del Tren Suburbano, estación Cuautitlán. Fuente: Obtenida de Google maps, por K. Akino, 2020.

Cuenta con una superficie aproximada de 45 800 m²

- Uso de suelo CU125A
- Habitantes por hectárea: 375
- Número de viviendas por Hectárea: 80
- m² de terreno Bruto Vivienda: 125 m²
- m² de terreno Neto Vivienda: 75 m²

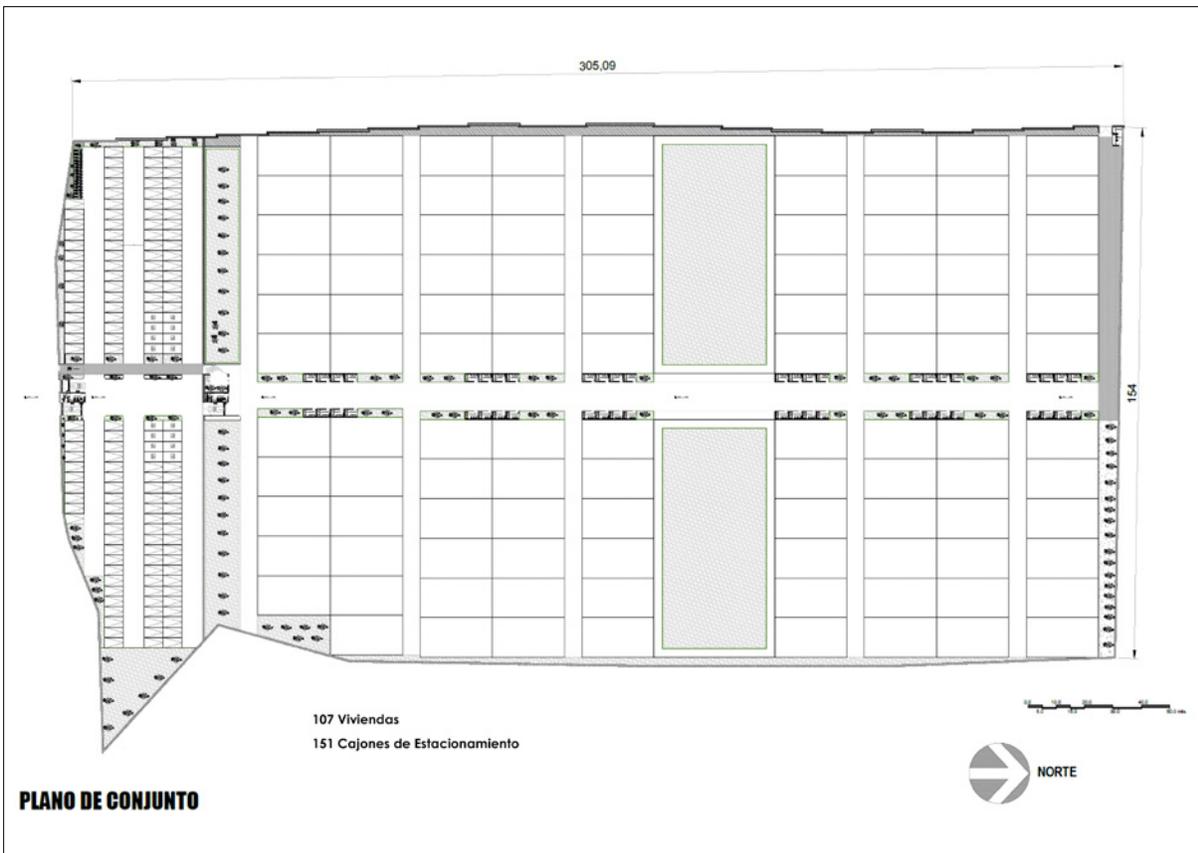


Figura 2. Plano de conjunto en el que se aprecia la ubicación y orientación de los 107 predios, los 151 cajones de estacionamiento del conjunto y los parques centrales. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.

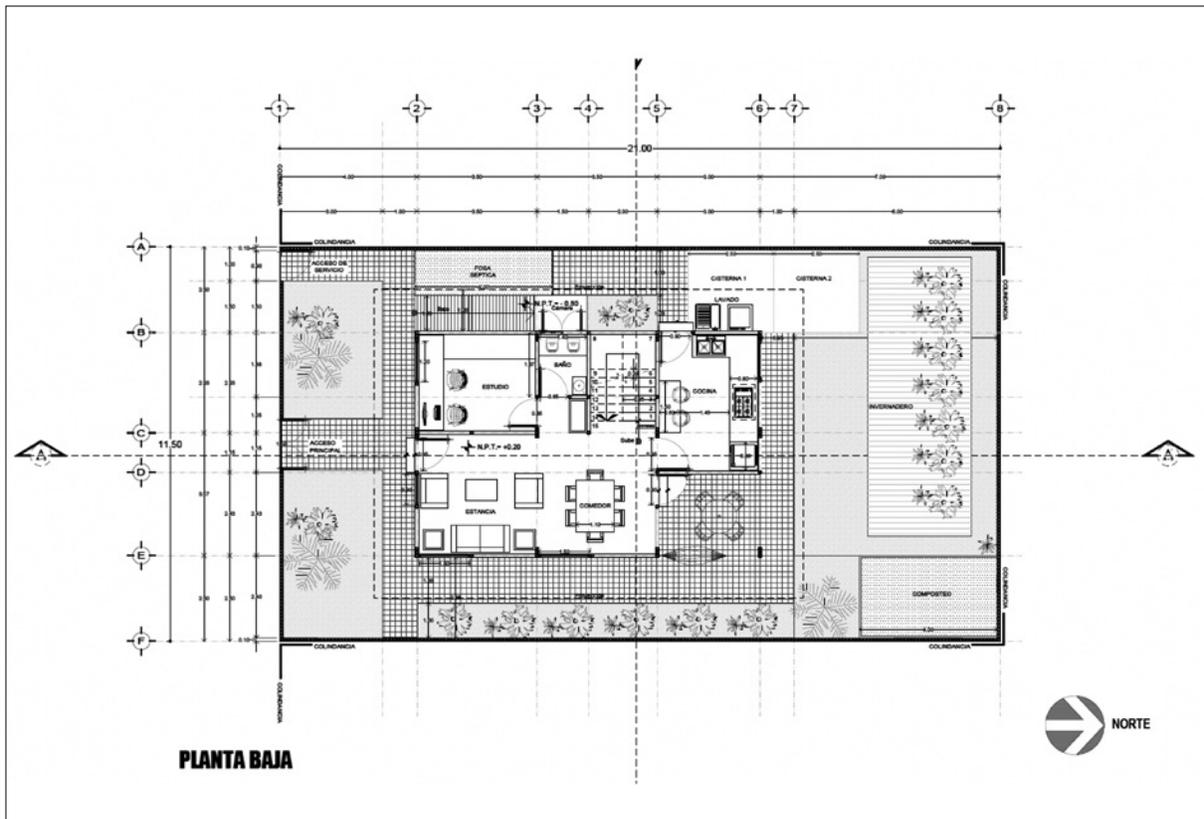


Figura 3. Planta baja de las viviendas de aproximadamente 58 m² de construcción. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.

vivienda cómoda pero sin espacios desperdiciados. Se pensó en viviendas que albergaran un promedio de cuatro habitantes. Se diseñaron dos modelos que responden a la mejor orientación de las viviendas.

El material de construcción principal es el bambú: la estructura, el entrepiso y la cubierta, las bardas divisorias y el invernadero. Para los muros divisorios se seleccionó el bahareque (un panel de bambú recubierto de tierra cruda), debido a las condiciones climáticas que dominan el Valle de México. La cimentación se propone con base en una losa y contratraves de concreto armado debido a las malas características de los suelos del terreno seleccionado, y las cisternas se proponen de tabique recocido con un aplanado de cemento. Existe, además, un dispositivo para que cada seis meses se puedan limpiar los baños secos. También se propone un invernadero de bambú con plástico.

A continuación se presenta la distribución de la planta baja de uno de los dos modelos. Ésta se integra de una estancia-comedor (Figura 3), un estudio, baño seco con dos tazas, cocina (Figuras 4 y 5) y las escaleras correspondien-

tes para acceder a la planta alta. También se consideró al exterior un espacio de convivencia cubierto. Se trata de viviendas desarrolladas en 117 m² de construcción en un terreno de 241.5 m². Las áreas exteriores son muy importantes para esta propuesta, ya que en ellas se pretende el desarrollo de la agricultura urbana.

La planta alta (Figura 6) cuenta con tres habitaciones (una principal) (Figuras 7 y 8), una sala para la televisión, un baño solamente con lavabo y regadera.

Como ya se explicó, se desarrollaron dos modelos para afrontar las diferentes orientaciones a las cuales estuvieran expuestas las viviendas y sacar el mejor provecho del clima y del material de construcción. Como se observa en las Figuras 9 y 10, las cercas de cada vivienda y de todo el conjunto estarán elaboradas, igualmente, con bambú.

Se proponen dos cisternas: una para la recuperación del agua de lluvia, y otra para la recuperación de aguas grises. Igualmente habrá una rampa que permitirá limpiar los baños secos, los cuales funcionarán seis meses cada uno, con la idea de poder alternarlos. Habrá también un espacio para producir composta.



Figura 4. Estancia de las viviendas, se aprecian los espacios cómodos de las mismas, así como su construcción a base de bambú. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 5. Cocina, espacio que se buscó que fuera amplio. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.

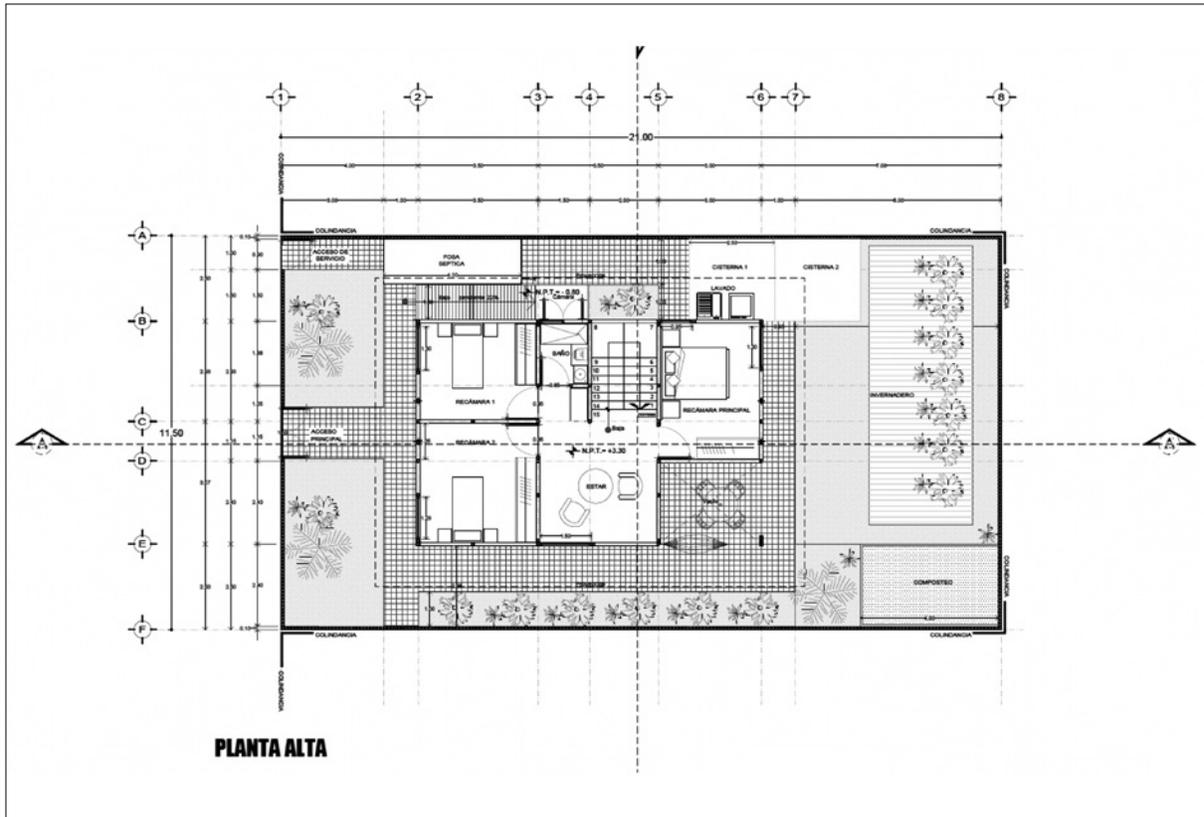


Figura 6. Planta alta de las viviendas. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 7. Recámara principal. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 8. Recámara 2. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 9. Vista nocturna de las viviendas desde la parte trasera. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 10. Vista frontal de las viviendas desde los corredores peatonales. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.



Figura 11. Vista del patio trasero donde se ubica el invernadero, sin que los espacios exteriores se hayan diseñado de acuerdo a la permacultura. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.

Una parte importante de la propuesta es que los habitantes se dediquen a la agricultura urbana, buscando que parte de su subsistencia se logre a través de lo que ellos siembren y, para lo cual, se propone un invernadero en la parte posterior y una serie de jardines para la producción de hortalizas fuera del invernadero (Figura 11).

CONCLUSIONES

Es muy importante cambiar nuestra manera de habitar en las ciudades si pretendemos salvar a la humanidad de los desastres que traerá el cambio climático.³⁵ Particularmente en las ciudades, donde el modo de vida sustentable es más difícil y es ahí donde está asentada la mayor parte de la población de este país, situación semejante en los todos los países del planeta. Esto sólo será posible aprendiendo a desperdiciar, lo menos posible, los recursos naturales como el agua; que ocupemos materiales que no requieran mucho gasto de energía en su elaboración y que su costo de producción sea bajo, que nos acostumbremos a cultivar en nuestros huertos una parte de los produc-

tos que consumimos, y que logremos organizar grupos humanos políticamente fuertes a fin de que sepan pelear por sus derechos y logren impulsar formas diferentes de gobernanza. Si logramos estos hábitos de manera generalizada podremos pensar en otro modelo de ciudades (la ciudad sostenible que hoy tanto se busca).

En esta búsqueda de la ciudad sostenible debemos apoyarnos en nuevos caminos como el de la permacultura, que nos pueden enseñar a vivir mejor con nuestro entorno, a vivir con el cambio climático, etcétera. La permacultura nos brinda una serie de principios que nos guían en la búsqueda de la armonía con el entorno donde vivimos.

Por otra parte, los ecobarrios nos presentan alternativas concretas para vivir en comunidad dentro de las ciudades, que se están probando y perfeccionando en los países europeos, siempre con las directrices ambientales como principios a seguir. Las formas de organizarnos socialmente deberán cambiar, lo que deberá evolucionar las relaciones futuras del ser humano con su medio ambiente, de lo contrario padeceremos aún más los desastres naturales.

Estamos conscientes de las limitaciones que esta propuesta aún presenta, pero consideramos que es importante iniciar este camino, como el más adecuado para lograr un futuro más prometedor.

35. J. Lovelock, *La venganza de la Tierra*, Buenos Aires, Grupo Editorial Planeta, 2007.

FUENTES CONSULTADAS

- CALTHORPE, P., "Urbanismo y expansión urbana global", en *Ciudades sostenibles 2016. Del sueño a la acción. La situación del mundo 2016*. The Worldwatch Institute, Barcelona, Icaria editorial, 2016.
- COLOM, E. y N. Preciado, "Agricultura urbana y cubiertas naturadas en el Distrito Federal, México", en J. Briz e I. De Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Madrid, Gobierno de España (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), 2014.
- CORTÉS R., Gilberto R., "Los Bambúes Nativos de México: su conservación y aprovechamiento", Resumen de conferencia impartida en el 2.º Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, México, 2008.
- GARDNER, G., "Hacia una visión de las ciudades sostenibles", en *Ciudades sostenibles 2016. Del Sueño a la acción. La situación del mundo 2016*. The Worldwatch Institute, Barcelona, Icaria editorial, 2016.
- GEESE-GAIA, "Fundamentos ecológicos para el diseño de ecoaldeas", en Valdés y Ricalde, *Ecohabitat. Experiencias rumbo a la sustentabilidad*, México, Semarnat, 2006.
- HEMENWAY, T., *La ciudad de la permacultura*, Castellón, Ediciones Kaicrón S. L., 2017.
- HENFREY, T. y G. Penha-Lopes, *Permacultura y adaptación al cambio climático*, Castellón, España, Editorial Kaicrón, 2018.
- HOLMGREN, D., *Permacultura. Principios y Senderos más allá de la Sustentabilidad*, Buenos Aires, Ediciones Kaicrón, 2013.
- INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020, Metadatos del Estado de México.
- LOVELOCK, J., *La venganza de la Tierra*, Buenos Aires, Grupo Editorial Planeta, 2007.
- MOLLISON, B. y Reny Mia Slay, *Introduzione alla Permacultura*, Florencia, Terra Nuova Edizioni, 2007.
- RUANO, M., *Ecurbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*, Barcelona, Gustavo Gili, 1999.
- RUBIO LUNA, G., *Arte y mañas de la guadua*, Bogotá, Info Art, 2007.
- SENSICO, *Manual de Construcción de estructuras con bambú*, Lima, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2014.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN MUNICIPAL, Inafed, Secretaría de Gobernación. Municipio de Cuautitlán, Estado de México. En www.snim.rami.gob.mx (Consulta el 9 de octubre de 2021).
- STAMM, J., "La evolución de los métodos constructivos en Bambú", conferencia impartida en el 2º Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, México, 2008.
- VILLEGAS, M., *Guadua: arquitectura y diseño*, Bogotá, Villegas Asociados, S. A., 2003.

Referencias electrónicas

- BLOG DE ECOALDEAS, Ecoaldeas: "Un modelo Social Alternativo al Sistema Capitalista Neoliberal", 24 de junio de 2014. En <http://ecoaldeas.blogspot.es/1403626450/ecoaldeas-un-modelo-social-alternativo-al-sistema-capitalista-neoliberal-/> (Consulta el 11 de noviembre de 2019).
- CORTÉS R., Gilberto R., (2007) "Los Bambúes Nativos de México", México, Instituto Tecnológico de Chetumal, 2007. En Bambumex.org.
- CUELLO, José Fernando, "La verdad sobre los ecobarrios". En <http://urbanismosostenible.blogspot.mx/2012/08/la-verdad-sobre-los-ecobarrios.html>, (Consulta el 13 de julio de 2016).
- FRANCO, José Tomás, "Cómo integrar los 12 principios de la permacultura en un proyecto de arquitectura (para hacerlo realmente sustentable)", en *Revista electrónica Archidaily*, 14 de agosto de 2016. En www.archidaily.mx (Consulta el 15 de junio de 2020).
- MORÁN URBIDA, J. A., "La arquitectura del bambú en América". México, *Revista electrónica Biobambú* (s. f.). En www.bambumex.org.
- PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO CUAUTITLÁN ESTADO DE MÉXICO (PMDUEM), agosto de 2008, en seduv.edomexico.gob.mx (Consulta el 3 de junio de 2021).
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2019-2021, H. Ayuntamiento 2019-2021, en cuautitlan.gob.mx (Consulta el 3 de junio de 2021).